



Via PEC

Spett.le

**Ministero dell'Ambiente e della Tutela
del Territorio e del Mare**
Direzione generale per le valutazioni e le
autorizzazioni ambientali (DVA)

e p.c.

Commissione Istruttoria IPPC

ISPRA

Enti Territoriali

- ✓ Regione Toscana
- ✓ Arpat – Settore Rischio Industriale
- ✓ Arpat – Dipartimento di Livorno
- ✓ Comune di Rosignano Marittimo

FPo - Rosignano, 11 gennaio 2018

Oggetto: Prescrizione n°2 del PIC pag.220/256

**Riferim.: D.M. 0000177 del 07/08/2015 e decreti seguenti - Gestori
SOLVAY CHIMICA ITALIA S.p.A. e INOVIN Produzione
Italia S.p.A., Comune di Rosignano Marittimo (LI)**

La Scrivente, in ottemperanza alla prescrizione n°2 del PIC in oggetto, la quale prevede la trasmissione con cadenza biennale degli esiti della verifica dello stato di salute dell'ambiente marino nell'area influenzata dalle attività dello stabilimento, con la presente invia la proposta di piano di monitoraggio per il periodo 2018÷2028, piano elaborato dal consulente CNR-IAMC sulla base delle risultanze della prima verifica effettuata (prescrizione n°1) e consegnatavi in data 2 ottobre 2017.

Con l'occasione si ricorda che nella lettera di accompagnamento per la consegna dello studio di fattibilità, di cui alla prescrizione n°3 del PIC in oggetto (PEC del 3 ottobre 2017), ci eravamo resi disponibili, assieme al consulente stesso, per la presentazione dei due studi realizzati, al fine della condivisione delle conclusioni contenute negli stessi.

L'incontro richiesto ha lo scopo di validare il percorso effettuato e di integrarlo con le opportune eventuali modifiche, in vista delle successive verifiche, la prima delle quali, relativamente allo stato di salute del mare, è prevista aver inizio nel **prossimo febbraio 2018** (1° monitoraggio stagionale invernale).

Con la presente, pertanto, si rinnova l'esigenza di un incontro urgente finalizzato a condividere i contenuti degli studi effettuati e, in particolare, anche le proposte relative al nuovo monitoraggio. In assenza di un cortese e tempestivo riscontro alla presente, al fine di ottemperare al monitoraggio biennale prescritto in AIA, daremo inizio al monitoraggio secondo le proposte di cui all'allegato.

Restando in attesa di un Vs cordiale riscontro, porgiamo i nostri più distinti saluti.

Il Referente A.I.A.

(POSAR dr. Francesco)



Allegati: *c.s.d.*



**PROPOSTA PER IL MONITORAGGIO DELLO
STATO DI SALUTE DELL'AMBIENTE MARINO
NELL'AREA INFLUENZATA DALLO
STABILIMENTO SOLVAY DI ROSIGNANO**



Novembre 2017

INDICE DEGLI ARGOMENTI

1. PREMESSA	3
2. INTRODUZIONE	3
3. AREA DI INDAGINE E ATTIVITÀ PREVISTE	5
3.1 Analisi fisico-chimiche della colonna d'acqua, fitoplancton	6
3.2 Analisi dei sedimenti e dei popolamenti bentonici: Il macrozoobenthos	9
3.3 Analisi dei popolamenti bentonici – La prateria di <i>Posidonia oceanica</i> e cartografia delle biocenosi con Side Scan Sonar	11
3.4 Analisi dei popolamenti Macroalgali (CARLIT)	14
3.5 Analisi dei popolamenti bentonici - Coralligeno	16
3.6 Rete trofica	17
3.7 Valutazione dello stato chimico dell'area	18
4. TEMPISTICA	21
5. BIBLIOGRAFIA CITATA	22

1. PREMESSA

Sulla base dei risultati ottenuti dall'indagine svolta dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) del CNR, nel periodo Dicembre 2015 - Ottobre 2016, relativamente allo " STUDIO AMBIENTALE SULLO STATO DI SALUTE DELL'AMBIENTE MARINO NELL'AREA ANTISTANTE LO STABILIMENTO SOLVAY DI ROSIGNANO M.MO (LI)", in questo documento vengono riportati i dettagli tecnici e le tempistiche relativi alle diverse attività che si prevede di svolgere nel decennio che va dall'anno 2018 all'anno 2028, allo scopo di monitorare lo "Stato Ambientale" dell'area interessata, attraverso la valutazione dello "Stato Ecologico" e dello "Stato Chimico" del tratto di mare antistante lo stabilimento di Rosignano Solvay (Livorno).

Si prevede lo svolgimento di differenti attività di monitoraggio che comprendono: 1) indagini fisiche e chimiche in acqua e sedimento; 2) studio del fitoplancton; 3) studio dei popolamenti bentonici (macrozoobenthos, prateria di *Posidonia oceanica*, macroalghe, coralligeno); 4) bioaccumulo di metalli pesanti lungo la rete trofica.

Si specifica che l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del CNR ha specifiche competenze tecnico/scientifiche in tutti gli ambiti di studio di seguito analiticamente riportati.

2. INTRODUZIONE

Il sito industriale di Rosignano (Livorno), ha avviato il ciclo di produzione del cloro-soda nel 1939, impiegando una cella elettrolitica a catodo di mercurio, che è restata in funzione fino al 2007, quando l'impianto è stato riconvertito con la nuova tecnologia a membrana, energeticamente più efficiente e di gran lunga meno inquinante (Legambiente, 2007). Prima di allora e fino all'entrata in vigore del D.L. 319/76, il processo produttivo ha comportato la liberazione di mercurio nell'ambiente attraverso lo scarico a mare dello stabilimento senza alcun pretrattamento. Negli anni successivi all'entrata in vigore del D.L. 319/76, grazie all'adozione di efficaci impianti di abbattimento e recupero del metallo (Bacci et al., 1994; Bacci e Gaggi, 1997), si è registrata una repentina diminuzione delle immissioni di Hg in mare. L'area di Rosignano è stata oggetto di diversi studi di caratterizzazione e monitoraggio ambientale volti alla determinazione del grado di inquinamento dell'area e dello stato di salute dell'ecosistema imposti dagli organi di vigilanza nazionali (prescrizioni AIA) e dalle agenzie di controllo regionali e nazionali (ARPAT e ISPRA, rispettivamente), in relazione all'ottemperanza alle normative ambientali vigenti (DM 260/2010 e D.Lgs 172/2015).

L'indagine svolta dall'IAMC-CNR nel 2015-2016 ha permesso di verificare il progressivo ed inequivocabile miglioramento dello stato ambientale della zona indagata (sia per il comparto abiotico che biotico) rispetto al

periodo industriale precedente al 1976. Anche la comparazione con i risultati recentemente ottenuti da ARPAT da indagini ambientali analoghe supporta tale evidenza.

In particolare, un ampio tratto di mare antistante le famose spiagge bianche di Rosignano appare caratterizzato da efficaci fenomeni di seppellimento della coltre di sedimento sottostante. La restante area investigata (soprattutto la zona più esterna rispetto alla costa) appare influenzata da una dinamica sedimentaria complessa che, in alcuni casi, comporta l'esposizione di sedimento caratterizzato da contenuti di Hg superiori ai valori di SQA. Tuttavia, dell'intero volume di sedimento investigato circa il 18% del totale analizzato risulta caratterizzato da contenuti di Hg>SQA. Non sono invece presenti contaminazioni da metalli pesanti (compreso Hg) e composti organici sulla spiaggia di Rosignano Solvay.

In linea generale, i tenori di mercurio rilevati nel comparto biotico marino rispettano il limite imposto dalla normativa vigente in materia di prodotti destinati al consumo alimentare (Reg. CE 1881/2006). Sono stati tuttavia osservati superamenti del suddetto limite in alcuni esemplari appartenenti alle specie *Mullus spp.*, *Scorpaena porcus*, *Diplodus spp.* e *Torpedo marmorata* prelevati presso Rosignano-Vada. E' opportuno sottolineare che superamenti analoghi, o addirittura superiori, sono stati riscontrati in esemplari prelevati in aree di pesca non influenzati dallo scarico dello stabilimento Solvay.

Il monitoraggio effettuato ai fini della valutazione dello stato chimico (DM 260/2010; D. Lgs. 172/2015) ha mostrato il mancato raggiungimento dello stato chimico "Buono" (NB), sia per l'acqua, che per i sedimenti, nel tratto di mare antistante lo stabilimento. I dati relativi alla matrice sedimento hanno confermato la tendenza degli anni precedenti (2010-2015), registrando un superamento dei limiti per Ni, Hg ed esaclorobenzene. Per la matrice acqua, rispetto al passato, è stato registrato il superamento dei valori SQA per Cd, Ni, Pb ed un miglioramento rispetto ai parametri TBT (<SQA) e Hg. Tuttavia, sono stati ottenuti incoraggianti risultati nell'ambito dell'indagine sul comparto biologico nell'area di interesse e i valori misurati in acqua e nel sedimento sono risultati al disotto dei valori di fondo naturale riportati da ARPAT (2015). Qualora tali valori venissero recepiti dalla normativa ambientale, secondo le direttive del DM 260/2010 relative alle Regioni Geochimiche che presentano livelli di fondo naturale superiori agli SQA, la valutazione dello stato chimico dell'area-studio cambierebbe in STATO BUONO.

Scopo del presente documento è quello di proporre per il prossimo decennio un piano di monitoraggio finalizzato al controllo dello stato di contaminazione dell'ambiente marino costiero antistante l'impianto industriale Solvay di Rosignano. In particolare l'analisi di tutte le matrici ambientali (sedimenti, acqua di mare, biota) è finalizzata a verificare sorgenti, pathways e destino del mercurio, considerato contaminante prioritario e il cui ciclo biogeochimico risulta tra i più complessi in natura.

3. AREA DI INDAGINE E ATTIVITÀ PREVISTE

Lo studio sarà svolto nell'arco di 10 anni (2018-2028) e verrà realizzato nell'area marino-costiera antistante lo stabilimento Solvay di Rosignano (Livorno).

I punti di campionamento saranno gli stessi campionati durante il monitoraggio effettuato nel 2015-2016 dall'IAMC-CNR, i quali erano stati pianificati in funzione delle stazioni scelte da ARPAT nel Nuovo piano di monitoraggio (*Monitoraggio degli effetti degli scarichi Solvay sull'ecosistema marino costiero circostante*, Relazione annuale III° periodo 2006-2007).

Le attività di campionamento così come la scelta delle stazioni e le analisi di valutazione della qualità dell'area interessata, saranno svolte tenendo conto dei risultati degli studi pregressi condotti nella stessa area, ed in particolare dello “STUDIO AMBIENTALE SULLO STATO DI SALUTE DELL'AMBIENTE MARINO NELL'AREA ANTISTANTE LO STABILIMENTO SOLVAY DI ROSIGNANO M.MO (LI)” svolto da IAMC-CNR e concluso nel 2016.

Per quanto riguarda i parametri fisico-chimici e chimici, sulla base dei risultati ottenuti dal monitoraggio effettuato dall'IAMC-CNR nel 2015-2016, che ha evidenziato il mancato raggiungimento dello stato chimico “Buono” (DM 260/2010; D. Lgs. 172/2015), si propone di mantenere, per questi parametri in acqua e nei sedimenti, la frequenza di campionamento (biennale) prevista tra le prescrizioni dell' AIA N. 0000177 del 07/08/2015 (punto 2), recepite da Solvay S.p.A. di Rosignano e che testualmente recita: *1) il Gestore dovrà predisporre e presentare all'Autorità Competente entro 12 mesi dal rilascio del presente provvedimento AIA, uno studio ambientale aggiornato finalizzato alla verifica dello stato di salute dell'ambiente marino nell'area influenzata dalle attività dello stabilimento; tale studio dovrà considerare tutte le componenti biotiche e abiotiche del tratto di mare considerato ... Lo studio dovrà contenere anche un'analisi comparativa con lo stato originario dei luoghi prima degli effetti conseguenti alla presenza dello stabilimento Solvay e un'analisi di scenario presente e futuro; 2) Il gestore dovrà trasmettere, con cadenza biennale, gli esiti della verifica effettuata sulla base del sistema di monitoraggio nel precedente punto 1;*

Per gli elementi di qualità biologica (EQB: macrozobenthos, CARLIT, P. oceanica ed ESCA) invece, alla luce dei risultati positivi ottenuti nello studio svolto nel 2015-2016 dall'IAMC-CNR, si propone di adottare un monitoraggio con frequenza quadriennale.

La scelta della frequenza di campionamento è stata effettuata anche in relazione a quanto riportato dal D.M. 260/2010 e dalle linee guida ISPRA 2014 per il “monitoraggio di sorveglianza” che prevede una frequenza non superiore ai 6 anni.

Farà eccezione il fitoplancton che verrà monitorato ogni due anni come le componenti abiotiche, in accordo con il D.M. 260/2010 che prevede per questo EQB un monitoraggio più frequente.

Per quanto riguarda la frequenza stagionale, poiché questa deve essere mantenuta anche durante le successive fasi in corso e *post operam* (ISPRA 2015), verranno proposte tempistiche definite sulla base di quelle riportate dal D.M. 260/2010 e ISPRA 2014 ma adattate alle linee guida ISPRA 2015 in riferimento a lunghi periodi di esercizio dell'opera.

La scelta delle attività è stata fatta con il fine di includere tutti quei parametri necessari alla valutazione degli elementi di qualità biologica (EQB) e gli elementi chimici previsti dal D.M. 260/2010 (frequenze riportate in tabella alla fine del documento):

- Analisi fisico-chimiche della colonna d'acqua e il fitoplancton;
- Analisi dei sedimenti e del macrozoobenthos;
- Analisi della prateria di *Posidonia oceanica* e cartografia con Side Scan Sonar
- Analisi delle macroalghe e coralligeno
- Analisi della rete trofica.

A differenza dello studio svolto nel 2015-2016 dall'IAMC-CNR nel presente monitoraggio si è deciso di non prendere in esame la componente mesozooplanctonica. Questa scelta è stata fatta sia per la mancanza di variazioni nelle strutture di comunità e abbondanza relativa nel corso degli anni, sia perché lo zooplancton non è considerato un EQB dal D.M. 260/2010.

Tutte le metodiche analitiche che verranno utilizzate sia per la fase di campionamento che per tutte le indagini chimiche previste nell'ambito dell'attività, fanno riferimento alla normativa internazionale (EPA) e ai vari protocolli ISPRA per la valutazione degli EQB previsti nel DM 260/2010, in applicazione della Dlgs 152/06.

3.1 Analisi fisico-chimiche della colonna d'acqua, fitoplancton

Dall'indagine svolta dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) del CNR, nel periodo Dicembre 2015 - Ottobre 2016 è stato evidenziato che le caratteristiche fisico-chimiche delle acque (pH, temperatura, Ossigeno disciolto e salinità), al di là delle variazioni di tipo stagionale tipiche di acque costiere del Mediterraneo occidentale, non presentano differenze significative, né su base temporale né su quella spaziale. Il particellato, proveniente come residuo dei cicli produttivi dello stabilimento Solvay, ha mostrato maggiori concentrazioni nella zona più prossima allo scarico, sebbene i fattori meteorologici sono risultati influenzare fortemente la diffusione del materiale in sospensione.

Dal punto di vista trofico le concentrazioni di azoto nitrico e nitroso e di ortofosfati hanno evidenziato condizioni di elevata oligotrofia dell'area. Concentrazioni più elevate di Azoto e Fosforo sono state rilevate in prossimità dello scarico.

La condizione di oligotrofia, è confermata dai valori di TRIX calcolati per tutte le stazioni di campionamento che classificano tutte le stazioni in uno stato di qualità ambientale ELEVATO, con l'eccezione della stazione B1, in prossimità dello scarico, che viene classificata in stato BUONO.

Anche i risultati dell'analisi quali-quantitativa del fitoplancton hanno permesso di stabilire che la comunità fitoplanctonica dell'area indagata è caratterizzata da valori di densità cellulare riconducibili alle condizioni di oligotrofia delle acque del mar Mediterraneo. Ad oggi non si osservano effetti delle acque di scarico dell'industria Solvay sulla comunità fitoplanctonica.

Tali condizioni sono confermate anche dall'applicazione dell'EQB Fitoplancton (in accordo ai criteri di classificazione del D.M. 260/2010), e il giudizio di qualità di tale indice è risultato in tutte le stazioni "ELEVATO".

Alla luce di questi risultati si propone di effettuare i campionamenti della colonna d'acqua e del **fitoplancton con frequenza stagionale ogni 2anni** (in accordo con quanto specificato dal documento AIA N. 0000177 del 07/08/2015). I campionamenti saranno svolti con ausilio di un'imbarcazione da ricerca.

Verranno campionate 12 stazioni, le stesse che sono state campionate durante il monitoraggio del 2015-2016 (Fig. 1). Per ogni stazione di prelievo sarà compilata una scheda riassuntiva in cui riportare le informazioni ad essa relative (coordinate e profondità di campionamento).

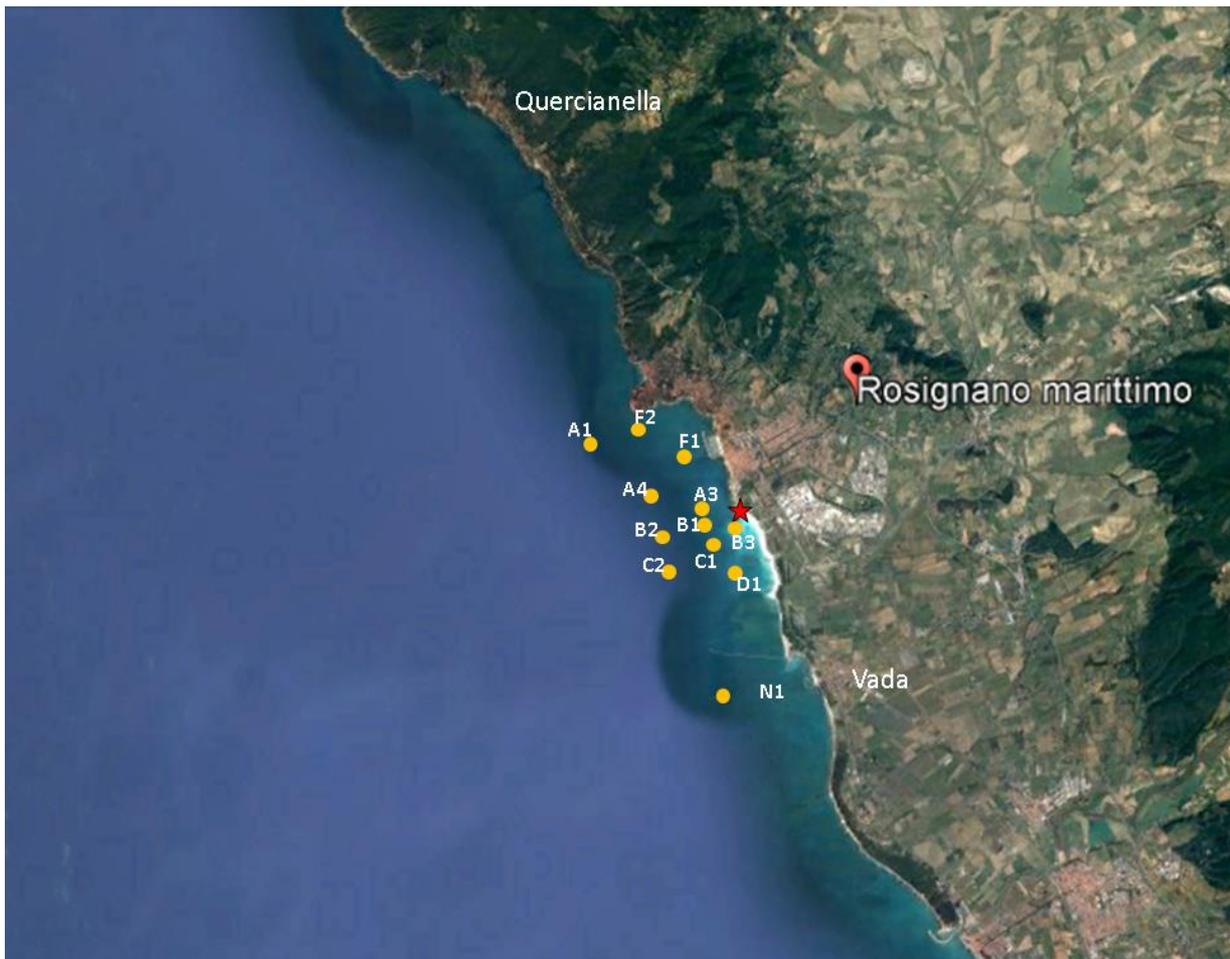


Figura 1: Mappa di campionamento delle acque

Lungo la colonna d'acqua saranno rilevati in continuo, da 0,5 (superficie) e con passo di 0,5 m fino al fondo, con una sonda multiparametrica e fluorimetrica, i seguenti parametri:

- Ossigeno disciolto (concentrazione e percentuale di saturazione)
- pH
- Temperatura
- Torbidità
- Salinità
- Clorofilla a

I seguenti parametri verranno invece esaminati attraverso campionamento con una bottiglia tipo Niskin (in superficie e sul fondo) e con analisi di laboratorio,:

- Nitrati
- Nitriti

- Ammoniaca
- Azoto totale
- Fosforo reattivo (orto fosfato)
- Fosforo totale

I campioni saranno conservati in bottiglie in PVC per poi essere trasportati in laboratorio.

Su tutti i campioni saranno inoltre effettuate analisi chimico-fisiche per determinare il contenuto di **mercurio totale, metilmercurio e Solidi Sospesi Totali**. Le metodiche utilizzate saranno quelle previste dalla normativa tecnica nazionale e internazionale.

I dati verranno quindi elaborati per calcolare il Livello trofico degli ambienti marino costieri attraverso l'**EQB Indice TRIX**, nelle varie stazioni esaminate e nei vari periodi, così come previsto nel DM 260/2010.

Il fitoplancton verrà campionato nello strato superficiale tramite una bottiglia Niskin in ogni stazione e per ogni stagione e successivamente fissato e conservato in bottiglie in PVC con aggiunta di Lugol.

In laboratorio verrà, quindi, condotta l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton tramite la composizione (genere e specie o comunque al massimo grado di determinazione tassonomica possibile) e l'abbondanza di ogni unità tassonomica (cell/L), riportando in particolare:

- numero di cellule /litro e specie (abbondanza e composizione) di Bacillariophyceae (o diatomee),
- numero di cellule /litro e specie (abbondanza e composizione) di Dinophyceae (o dinoflagellati),
- numero di cellule /litro e specie (abbondanza e composizione) di "altro fitoplancton" comprendente le classi Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae, Dictyochophyceae, Euglenophyceae, Prasinophyceae, Prymnesiophyceae, Raphidophyceae ed i Coccolitoforidi.

Le analisi fisico-chimiche e biologiche serviranno, inoltre, per il calcolo dell'EQB "Fitoplancton", così come previsto nel DM 260/2010.

3.2 Analisi dei sedimenti e dei popolamenti bentonici: *Il macrozoobenthos*

Dall'indagine svolta dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) del CNR, nel periodo Dicembre 2015 - Ottobre 2016, attraverso lo studio dei popolamenti macrozoobentonici, presenti nei sedimenti, è stato evidenziato che lo stato ecologico dell'ambiente bentonico, restituisce valori in linea con un generale buono stato di salute ambientale evidenziando condizioni "*undisturbed*" ovvero assenza di perturbazioni o condizioni "*slightly disturbed*" ovvero solo leggermente disturbati, per lo più risultato/determinato da fenomeni di risospensione e deposizione su scala locale di sedimento molto fine, influenzato dalla natura della granulometria del fondo, determinata in gran parte dallo scarico.

Dall'analisi dei risultati del calcolo dell'Indice M-AMBI è stato evidenziato che una sola stazione ricadeva nella classe di stato ecologico "BUONO" mentre le restanti stazioni di campionamento risultavano classificate come "ELEVATO", confermando un quadro di generale eccellente stato ambientale per quel che concerne i popolamenti bentonici (ARPAT 2013-2015).

Alla luce di questi risultati si propone di effettuare i campionamenti dei **sedimenti e del macrozoobenthos una volta ogni 4 anni** (secondo il D.M. 260/2010 e le linee guida dell'ISPRA 2014 e 2015 riguardo alla frequenza e durata dei monitoraggi dei sedimenti marini e dei macroinvertebrati bentonici), a bordo di un'imbarcazione da ricerca.

Verranno campionate 6 stazioni sia per il macrozoobenthos (le stesse che sono state campionate durante il monitoraggio del 2015-2016) sia per la determinazione delle caratteristiche granulometriche, il contenuto d'acqua e il peso specifico dei sedimenti (Fig. 2)

Per ogni stazione di prelievo sarà compilata una scheda riassuntiva in cui verranno riportati i dati inerenti la posizione del punto di campionamento e la descrizione macroscopica del sedimento (caratteristiche fisiche, colore, odore, coesività, presenza di resti vegetali o frammenti conchigliari, presenza di stratificazione, eventuali variazioni cromatiche e/o dimensionali), eseguita lungo tutto il profilo del materiale recuperato e supportata da reportage fotografico.

Il campionamento sarà effettuato con l'ausilio di una benna Van Veen di 18 l. I campioni, in ogni stazione, saranno prelevati in 3 repliche indipendenti, aliquote di circa 0,5 l di sedimento verranno prelevate indisturbate per l'analisi granulometrica e per la determinazione del peso specifico e del contenuto d'acqua e conservate a $T=4^{\circ}\text{C}$ e $T=-20^{\circ}\text{C}$. La restante aliquota verrà setacciata a 0.5 mm e il materiale trattenuto, contenente lo zoobenthos, verrà conservato in bottiglie in PVC in soluzione di acqua di mare e alcool al 70%.

In laboratorio sarà effettuata una caratterizzazione del sedimento e delle sue componenti; in particolare i campioni saranno trattati al fine di determinarne la granulometria, il Φ medio e il grado di classazione. Per quanto concerne la caratterizzazione del macrozoobenthos, i campioni saranno dapprima sottoposti ad una fase di *sorting* allo stereo-microscopio per la suddivisione nei vari raggruppamenti (Molluschi, Policheti, Crostacei ed Echinodermi), sui quali successivamente sarà condotta la determinazione tassonomica al livello più basso possibile. Questo consentirà di calcolare gli indici di diversità e di abbondanza relativa e l'**EQB indice M-AMBi** in accordo al DM 260/2010. Per le analisi chimiche dei sedimenti si farà riferimento ai dati forniti dalla committenza.

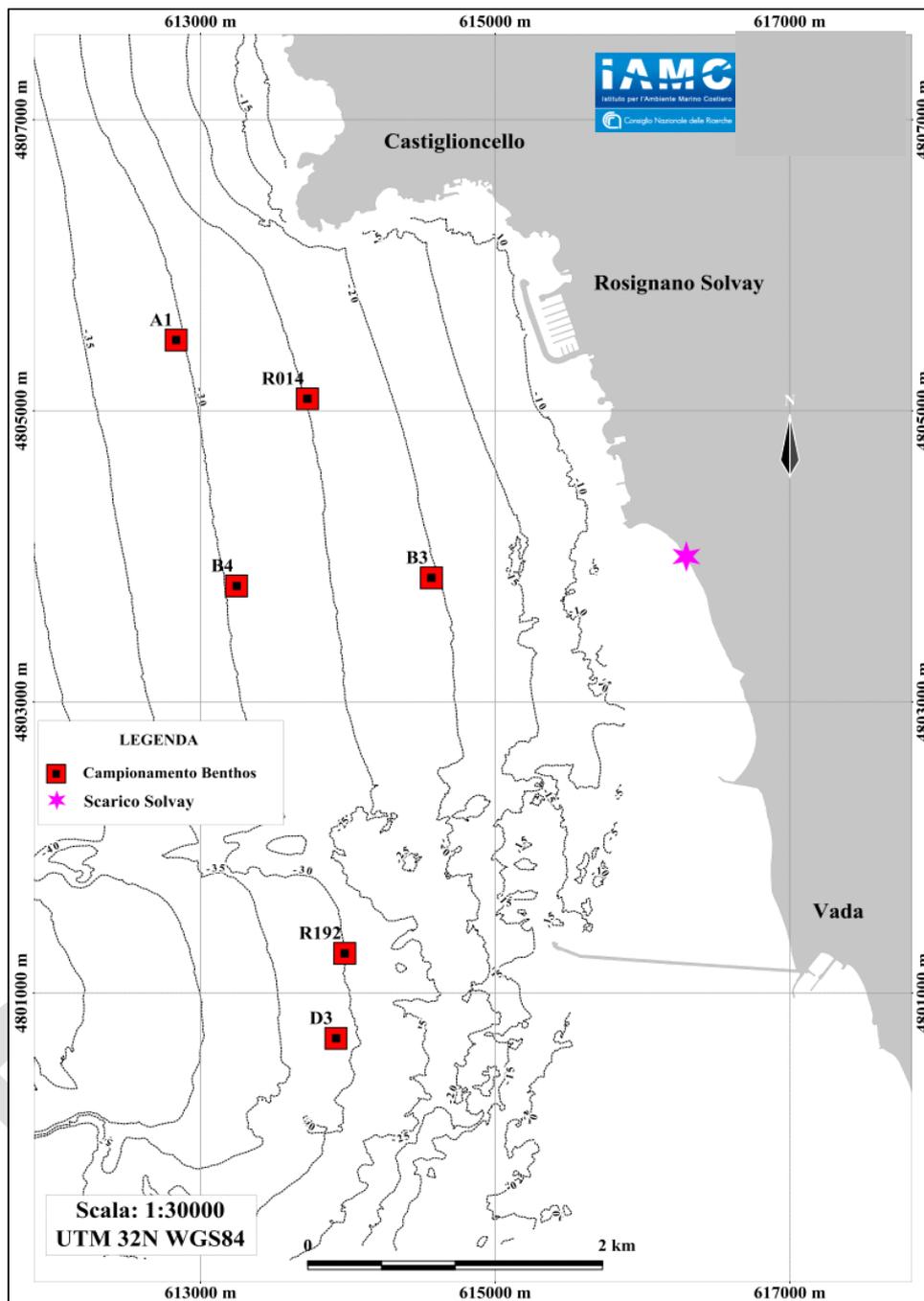


Figura 2: Stazioni di campionamento dei sedimenti e del macrozoobenthos

3.3 Analisi dei popolamenti bentonici – La prateria di *Posidonia oceanica* e cartografia delle biocenosi con Side Scan Sonar

Dall'indagine svolta dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) del CNR, nel periodo Dicembre 2015 - Ottobre 2016, la prateria di *Posidonia oceanica* dell'area marina, è risultata essere soggetta ad un impatto negativo dovuto essenzialmente alle concentrazioni e al flusso dei Solidi Sospesi Totali (SST),

presenti nello scarico. Le conseguenze di un elevato apporto di solidi sospesi si fanno sentire in particolare sulla prateria di Posidonia a nord dell'area indagata, che risente negativamente (diminuzione della densità dei fasci) sia di una eccessiva sedimentazione di materiale solido che va ricoprire le radici e parte delle foglie, sia della presenza di materiale in sospensione che limita la quantità di luce che raggiunge il fondo.

I risultati dell'indice PREI inquadrano le due praterie, poste a sud e a nord del Pontile Solvay, in uno stato di qualità rispettivamente "Buono" e "Sufficiente", il che è in linea con le osservazioni di campo e di laboratorio rilevate durante lo studio.

Alla luce di questi risultati si propone di effettuare i campionamenti **una volta ogni 4 anni**, tra giugno e settembre (secondo il D.M. 260/2010 e le linee guida dell'ISPRA 2014 e 2015 riguardo la frequenza e durata dei monitoraggi delle fanerogame marine), a bordo di un'imbarcazione da ricerca.

Verranno campionate 3 stazioni (-15 m, Limite superiore e Limite inferiore) x 2 transetti corrispondenti ai siti di Solvay N e Solvay S, le stesse che sono state campionate durante l'indagine del 2015-2016 (Fig. 3)

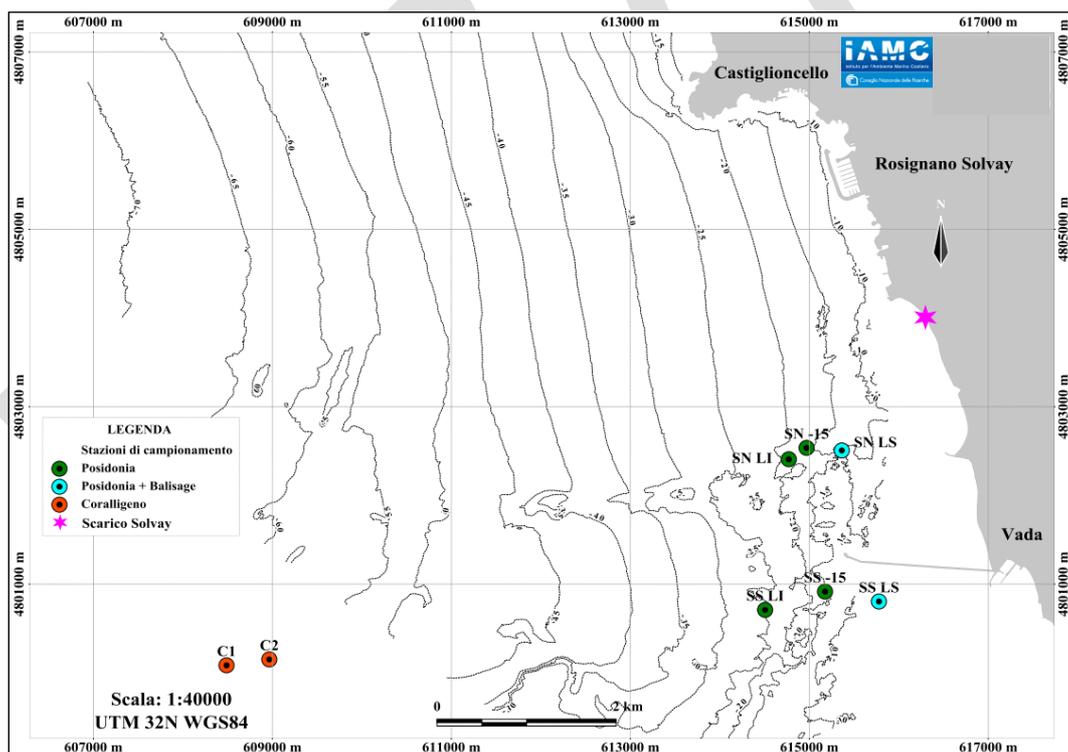


Figura 3: Stazioni di campionamento su *Posidonia oceanica*

La caratterizzazione delle praterie di *Posidonia oceanica* sarà effettuata in accordo con la metodologia messa a punto da ISPRA (2012), che tende ad esaminare diversi aspetti (fenologia, lepidocronologia e biomassa) utili alla definizione dell'**Indice PREI**, (*Posidonia oceanica Rapid Easy Index*), come specificato come EQB dal D.M. 260/2010.

L'Indice PREI, proposto per la prima volta da GOBERT et al. (2009), include il calcolo di cinque descrittori: la densità della prateria (fasci/m²); la superficie fogliare fascio, (cm²/fascio); il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg/fascio) e la biomassa fogliare fascio (mg/fascio); la profondità del limite inferiore e la tipologia del limite inferiore.

Su una prima stazione, posta sulla batimetrica dei -15 m, verrà effettuato un campionamento di tipo gerarchico ovvero verranno individuate 3 aree 20m x 20m distanziate tra loro di almeno 10 m. Su ciascuna area verranno effettuate 3 repliche per le misure di densità e 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi.

Altre due stazioni saranno poste sul limite inferiore e su quello superiore della prateria, con repliche eseguite parallelamente alla linea di limite della prateria. Saranno effettuate 6 repliche per le misure di densità.

Oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, saranno effettuate stime relative a: % di ricoprimento di *P. oceanica*, tipo di substrato, continuità della prateria, % *matte* morta, % *Caulerpa racemosa* e *Caulerpa taxifolia*, % *Cymodocea nodosa*.

Per il limite inferiore si aggiungono a queste osservazioni la misura della profondità e la tipologia del limite inferiore, definito secondo Meinesz & Laurent (1978), aggiornato da Pergent et al. (2005).

I rilievi saranno realizzati in immersione con ARA tramite operatori subacquei specializzati in accordo con le "BUONE PRASSI PER LO SVOLGIMENTO IN SICUREZZA DELLE ATTIVITÀ SUBACQUEE DI ISPRA E DELLE AGENZIE AMBIENTALI" approvate dal Ministero del Lavoro e delle Politiche sociali nel 2013.

I campioni verranno raccolti all'interno di sacchetti e retini (rizomi e foglie). I dati di campo verranno annotati in un apposita lavagnetta subacquea, una per ogni tipologia di prateria.

In campo e in laboratorio saranno valutati e registrati i seguenti parametri, così come richiesto:

- densità su quadrato 40X40 cm;
- profondità e tipologia del limite superiore;
- ricoprimento;
- continuità della prateria;
- scalzamento della prateria;
- portamento dei rizomi (%rizomi plagiotropi).
- analisi fenologica sui campioni raccolti;
- analisi dei metalli pesanti su scaglie e rizomi;

Inoltre saranno valutati ed esaminati i seguenti ulteriori parametri, previsti dal protocollo ISPRA e necessari per il calcolo dell'indice PREI:

- granulometria;
- biomassa fogliare;

- biomassa degli epifiti;
- lepidocronologia;
- tipologia del limite inferiore;

Inoltre, nel corso del precedente studio effettuato dal IAMC-CNR, sono stati marcati i limiti superiori delle praterie a *P. oceanica* indagate tramite la tecnica del **balisage**. Sono stati installati 5 *balise* per ogni limite, con l'ausilio di picchetti metallici a cui erano collegate boette numerate. Sul paletto centrale di ogni *balisage* è stato fissato un data-logger per la misurazione in continuo di luce e temperatura.

Al fine di verificare l'eventuale regressione dell'attuale prateria di *P. oceanica* ed effettuare un confronto con la situazione rilevata nello studio effettuato nel 2016, sarà necessario un controllo **ogni 3 anni** del limite superiore della prateria (marcato con la tecnica del *balisage*) che permetterà di definire con accuratezza l'evoluzione della situazione della prateria, rilevando la distanza del paletto dal limite della prateria.

Si prevede comunque di effettuare regolarmente le operazioni di **verifica e manutenzione dei balisage** precedentemente installati, e della strumentazione per la misura di luce e temperatura.

Si prevede per **l'anno 2024** una nuova indagine per la realizzazione di una **carta delle biocenosi marine e della prateria di *Posidonia oceanica* aggiornata**, che permetterà di verificare le eventuali variazioni di estensione delle biocenosi cartografate nello studio realizzato nel 2016 dall'IAMC CNR

Lo strumento utilizzato per l'acquisizione batimetrica sarà un Multibeam Reson SeaBat 7125, un EMF ad altissima risoluzione che registra anche il segnale di backscatter consentendo la realizzazione di carte batimetriche e di mosaici acustici del fondo.

Il rilievo morfo-batimetrico verrà svolto tra le batimetriche dei -5 metri e -75 metri di profondità, ed interesserà un'area di circa 90 Km².

Per la realizzazione della carta biocenotica verrà utilizzato un software GIS, Manifold 8.0, mentre per la caratterizzazione delle biocenosi sarà utilizzata la simbologia contenuta in Meinesz et al., 1983, con alcune modifiche.

3.4 Analisi dei popolamenti Macroalgali (CARLIT)

Nell'indagine svolta dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) del CNR, nel periodo Dicembre 2015 - Ottobre 2016 la caratterizzazione dei popolamenti macroalgali costieri con il metodo CARLIT ha evidenziato un valore medio di EQR, misurato per l'intera costa in esame, con esclusione dei tratti antropizzati e delle spiagge che inquadra l'area con un giudizio "Sufficiente".

Si può però notare che la situazione risulta abbastanza variegata in quanto per lunghi tratti, soprattutto nel tratto settentrionale della costa, da Quercianella a Fortullino il giudizio dato dall'EQR CARLIT è "Buono", mentre per un lungo tratto da S. Lucia alla baia del Quercetano, il giudizio è addirittura "Elevato".

La parte meridionale dell'area, di contro, a partire da Castiglioncello fino al Pontile Solvay, relativamente ai tratti cartografabili col CARLIT, mostra un giudizio dell'EQR "Cattivo" in relazione alla forte antropizzazione dell'area costiera.

Alla luce di questi risultati si propone di effettuare i rilievi per i **popolamenti macroalgali una volta ogni 4 anni** (secondo il D.M. 260/2010 e le linee guida dell'ISPRA 2014 e 2015 riguardo la frequenza e durata dei monitoraggi delle macroalge) a bordo di un natante in grado di avvicinarsi alla linea di costa.

La caratterizzazione dei popolamenti macroalgali costieri con il metodo **CARLIT** (EQB secondo il D.M. 260/2010) verrà effettuata in accordo con la metodologia messa a punto da ISPRA (2012), su 18 km di costa da Quercianella a nord al Pontile Solvay a sud (stessa area indagata durante il monitoraggio del 2015-2016; Fig. 4).

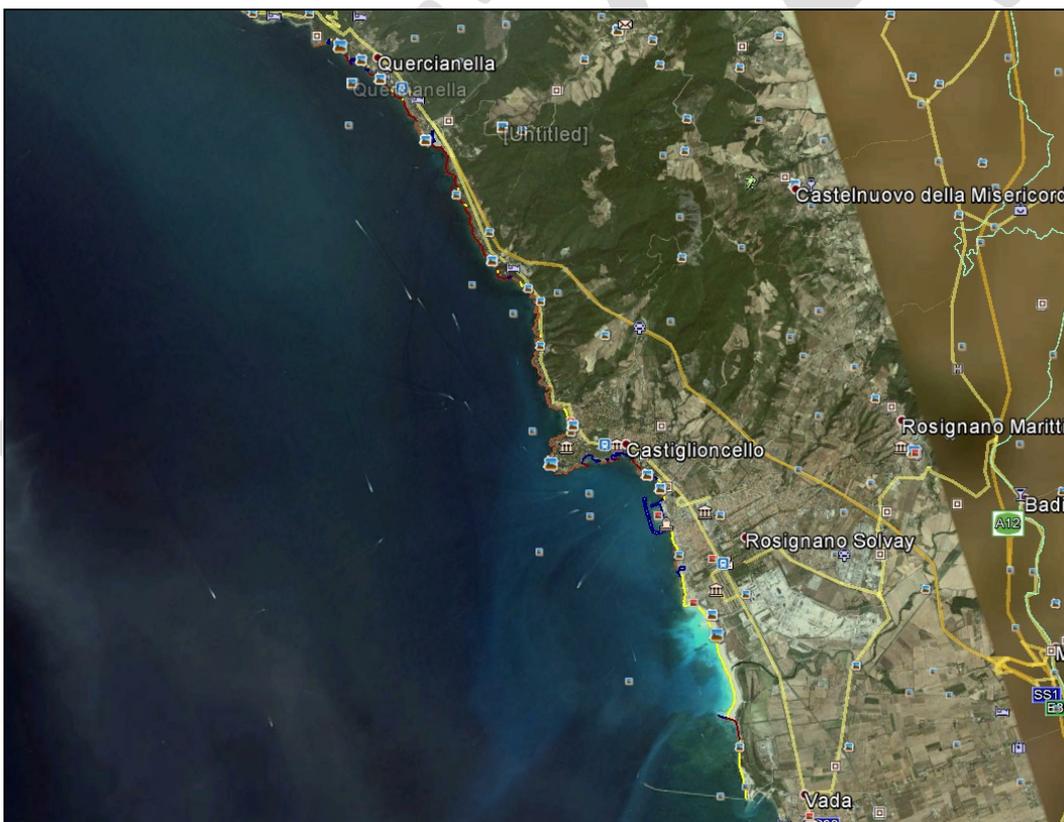


Figura 4: Linea di costa destinata all'indagine tramite metodo CARLIT

La metodologia, denominata CARLIT (CARTography of LITtoral and upper-sublittoral rocky-shore communities) è basata sulla presenza e l'abbondanza delle macroalge che colonizzano la zona di frangia corrispondente alla zona di transizione tra il mesolitorale e l'infralitorale. Tale indice tiene conto del valore ecologico delle singole comunità, stabilito da esperti del settore, sulla base della distribuzione delle comunità

bentoniche litorali osservata in zone di riferimento. Inoltre vengono considerati anche alcuni parametri quali ad esempio la tipologia di substrato (naturale o artificiale), nonché quello della costa interessata.

I dati sulla composizione del popolamento vegetale del mesolitorale e dell'infralitorale superiore verranno raccolti direttamente in situ, attraverso l'osservazione da parte di operatori biologi specializzati, con l'eventuale prelievo dei campioni per la successiva identificazione in laboratorio.

I dati raccolti in campo verranno sottoposti ad input e successiva elaborazione, utilizzando un software GIS (Manifold 8.0) e fogli elettronici Excel.

3.5 Analisi dei popolamenti bentonici - Coralligeno

Dall'indagine svolta dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) del CNR, nel periodo Dicembre 2015 - Ottobre 2016, sul popolamento a Coralligeno delle Secche di Vada, utilizzando l'apposito indice ESCA, hanno confermato lo stato ecologico "BUONO" dell'area.

Alla luce dei risultati ottenuti proponiamo che i campionamenti e i rilievi per il coralligeno vengano effettuati **una volta ogni 4 anni** in immersione ARA.

La caratterizzazione del popolamento coralligeno verrà effettuata su 2 siti delle Secche di Vada, gli stessi indagati durante il monitoraggio del 2015-2016 (Fig. 5).

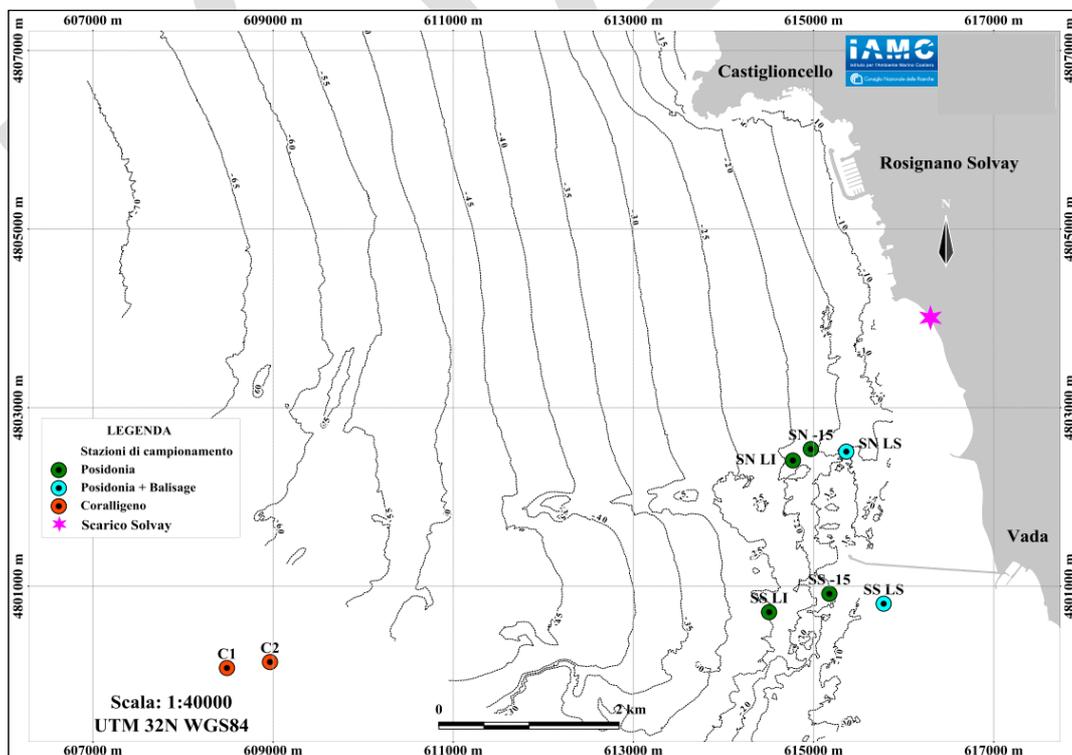


Figura 5: Mappa delle stazioni di campionamento per lo studio del coralligeno

Lo studio dei popolamenti del coralligeno si basa sull'analisi fotografica al fine di descrivere lo stato ecologico dei substrati rocciosi profondi. Mediante l'osservazione delle immagini fotografiche standardizzate è possibile ottenere informazioni sia sulla presenza/assenza delle specie animali o dei gruppi algali, sia del grado di ricoprimento di questi.

I risultati permettono di calcolare l'indice ESCA (*Ecological Status of Coralligenous Assemblages*) (Cecchi et al., 2014) tramite un metodo fotografico non distruttivo, che consente di verificare lo stato di qualità. Per condizioni di riferimento nel Mediterraneo si assumono, per convenzione e dopo un complesso lavoro di intercalibrazione condotto da un pool di ricercatori internazionali, quelle presenti nei fondali coralligeni dell'isola di Montecristo (Arcipelago Toscano) (GIG, 2013).

L'indice ESCA si basa esclusivamente su specie algali, la cui presenza e copertura viene misurata sulla base di immagini fotografiche raccolte in condizioni standard, e sottoposte ad elaborazione con software dedicati, quali IMAGE J e PHOTOQUAD in grado di riconoscere le varie tonalità di colore delle foto a cui si assegna la corrispondente specie o gruppo di taxa.

I rilievi saranno realizzati in immersione con ARA tramite operatori subacquei specializzati in accordo con le "BUONE PRASSI PER LO SVOLGIMENTO IN SICUREZZA DELLE ATTIVITÀ SUBACQUEE DI ISPRA E DELLE AGENZIE AMBIENTALI" approvate dal Ministero del Lavoro e delle Politiche sociali nel 2013.

3.6 Rete trofica

Dall'indagine svolta dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) del CNR, nel periodo Dicembre 2015 - Ottobre 2016, sulla presenza di mercurio nei tessuti delle specie analizzate, è emerso che concentrazioni superiori ai limiti previsti dal *Regolamento (CE) n. 1881/2006*, sono stati misurate nei campioni di *Scorphaena porcus* di Vada-Rosignano e di Marina di Carrara-Lerici, in *Diplodus sargus sargus* prelevato a Vada-Rosignano e in *Torpedo mormorata* prelevata nella stessa area. Inoltre anche se i valori medi sono risultati inferiori ai limiti previsti dal Re. CE. 1881/2006, in alcuni esemplari di *Mullus barbatus* provenienti da Vada-Rosignano e di *S. porcus* provenienti dall'area di Follonica-Castiglion della Pescaia, sono stati registrati valori di Hg superiori ai tenori massimi ammessi per queste specie ittiche.

L'esigua percentuale (~10%) di eccessi di Hg misurati nelle specie campionate a Vada permette di affermare che, allo stato attuale, non risulta visibile un impatto specifico dei sedimenti contenenti Hg o dello scarico nella sua conformazione attuale, sulle concentrazioni di Hg sul biota. Relativamente agli altri metalli analizzati, si è registrato un superamento del limite imposto dal *Regolamento (CE) n. 1881/2006* per le concentrazioni di Cd misurate nelle specie *Sarpa salpa* campionata a Vada-Rosignano e per alcuni esemplari di *M. barbatus* provenienti dalla stessa area e di *Squilla mantis* provenienti dall'area di Marina di Carrara-Lerici, anche se i valori medi riportati sono risultati inferiori ai limiti di legge.

Alla luce di questi risultati nell'area compresa tra Vada e Rosignano Solvay verranno prelevati organismi invertebrati e vertebrati marini, finalizzati allo studio delle **reti trofiche** e al bioaccumulo dei metalli pesanti all'interno dei loro tessuti, **ogni 2 anni** (secondo il D.M. 260/2010 e le linee guida dell'ISPRA 2014 e 2015 riguardo la frequenza e durata dei monitoraggi degli inquinanti nel biota).

Il campionamento delle specie commerciali di pesci, crostacei e molluschi, sarà effettuato con l'ausilio di attrezzi da pesca da posta (tramagli e nasse), mentre il prelievo degli altri organismi invertebrati sarà stato effettuato manualmente in immersione ARA.

Al fine di verificare l'impatto sulla fauna ittica dello scarico l'analisi prenderà in considerazione solo individui con ciclo di vita relativamente breve (esemplari di età inferiore a 2 - 3 anni).

Saranno misurati i tenori di Hg e degli altri metalli (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) nella polpa e nel muscolo di dei seguenti organismi:

- riccio (*Paracentrotus lividus*)
- scorfano (*Scorphaena porcus*)
- triglia (*Mullus barbatus*)
- squilla (*Squilla mantis*)
- seppia (*Sepia officinalis*)
- salpa (*Sarpa salpa*)

3.7 Valutazione dello stato chimico dell'area

Il monitoraggio svolto dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) del CNR, nel periodo Dicembre 2015 - Ottobre 2016, ha evidenziato che l'area marina prospiciente lo stabilimento Solvay è caratterizzata dalla presenza di Hg nelle acque, in una zona piuttosto estesa. Concentrazioni più elevate e mediamente superiori al valore soglia riportato nel DM 260/10 Tab. 1/A (10 ng/l) sono state rilevate nell'area marina al largo del punto di scarico dello stabilimento Solvay, mentre allontanandosi da esso i tenori si abbassavano repentinamente, raggiungendo i livelli minimi nell'area a sud dello stabilimento. In generale, le concentrazioni di mercurio totale (THg) misurate in questo studio, sono risultate comparabili con quelle riportate nelle precedenti caratterizzazioni ARPAT.

Considerazioni simili valgono per la distribuzione di metilmercurio, le cui concentrazioni nelle acque, pur risultando superiori alla concentrazione media oceanica (10 pg l⁻¹), rientravano nel range dei valori riportati per il Mediterraneo. Anche in questo caso è stato evidenziato uno stato peggiore nelle acque campionate in prossimità dello scarico ed un effetto di diluizione allontanandosi da esso.

Per quanto riguarda i sedimenti è stato rilevato il superamento del valore SQA per il Hg e per il Ni (Tab. 2A del D.Lgs 172/2015), in tutti i punti di campionamento, e per l'esaclorobenzene, relativamente al punto B4.

Concentrazioni elevate sono state misurate anche per il Cr totale e l'As, appartenenti all'elenco delle sostanze non prioritarie (Tab. 3B D.Lgs 172/2015,).

L'analisi della matrice acqua ha evidenziato superamenti dei valori SQA per Cd, Ni, Pb. Il monitoraggio effettuato, ha mostrato il mancato raggiungimento dello stato chimico "Buono" (NB), sia per l'acqua, sia per i sedimenti nel tratto di mare antistante lo stabilimento. Per la matrice acqua, rispetto al passato, si è registrato un miglioramento rispetto ai parametri TBT (<SQA) e Hg.

Alla luce di questi risultati, ai fini della determinazione del buon stato chimico del corpo idrico antistante lo stabilimento Solvay, verrà effettuato **1 campionamento ogni due anni** (previste dall'AIA N. 0000177 del 07/08/2015) per le analisi della **matrice sedimento e acqua** nella suddetta area marino-costiera.

Saranno campionate 3 stazioni (le stesse che sono state campionate nell'indagine del 2015-2016) sia per i sedimenti (Fig. 6), che per le acque (Fig. 7). La stazione R014, corrisponde a quella denominata Rosignano-Lillatro, nei monitoraggi ARPAT (2010-2013).

I sedimenti di fondo saranno prelevati con l'ausilio di una benna Van Veen di 18 l e i campioni verranno conservati a T= -20°C, sino al momento delle analisi. Le acque superficiali verranno campionate con l'ausilio di bottiglie Niskin e i campioni conservati con modalità differenti; le aliquote per l'analisi dei metalli conservate in Kartell (1L), a T= -20°C, quelle per l'analisi dei composti organici, in bottiglie di vetro scuro (1L), a T=1-4°C.

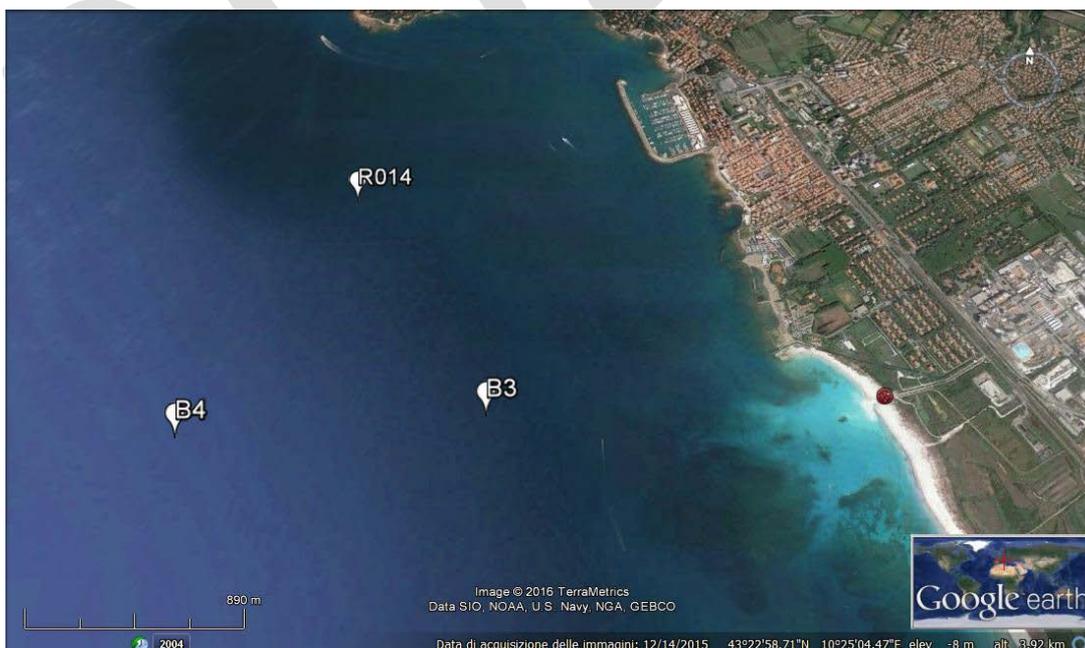


Figura 6: Mappa delle stazioni di campionamento dei sedimenti

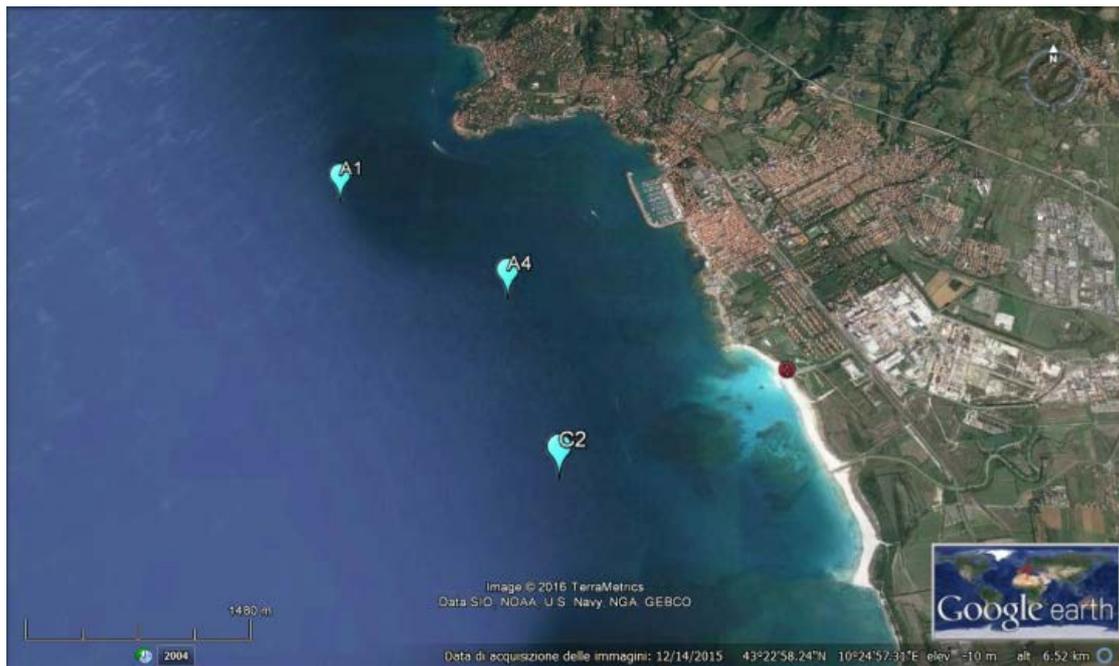


Figura 7: Mappa delle stazioni di campionamento delle acque

BOLLE

4. **TEMPISTICA**

Di seguito viene riportata sinteticamente la tempistica prevista per le diverse fasi di lavoro per l'intera attività di indagine (dal 2018 al 2028). Poiché l'ultimo monitoraggio è stato effettuato nel 2016, al fine di rispettare la frequenza biennale prevista dall'AIA N. 0000177 del 07/08/2015, le attività di monitoraggio inizieranno nel 2018.

Categoria di opera e prestazione	Stazioni	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Acqua e fitoplancton	12											
Macrozoobenthos	6											
Posidonia oceanica	6											
Cartografia biocenosi												
Macroalghe (CARLIT)												
Coralligeno (ESCA)	2											
Rete trofica												
Analisi chimiche sedimenti e acqua	3											

4 campionamenti/anno
 1 campionamento/anno

5. BIBLIOGRAFIA CITATA

- ARPAT, (2006) - MONIQUA- Monitoraggio della qualità delle acque e dell'ambiente marino. Relazione di sintesi dei tre anni di attività.
- ARPAT, (2008) - Monitoraggio degli effetti degli scarichi Solvay sull'ecosistema marino circostante.
- ARPAT, (2013) - Annuario dati ambientali 2013.
- ARPAT, (2014) - Attuazione della Strategia Marina in Toscana. Attività 2013-14. 1-90.
- ARPAT, (2014) - Qualità delle acque marino costiere prospicienti lo scarico Solvay di Rosignano. Direttiva 2000/60/CE.
- ARPAT, (2015) - Monitoraggio acque marino costiere della Toscana. Attività di monitoraggio 2014. Classificazione provvisoria II anno del triennio 2013-2015.
- Bacci, E., Gaggi, C., Renzoni, A. (1994). Evoluzione del tenore di mercurio nei sedimenti e negli indicatori biologici nel tratto di mare antistante lo stabilimento Solvay e C.ie di Rosignano (LI). Relazione finale Contratto di ricerca 90/93, pp.94.
- Bacci, E. e Gaggi, C., (1997). Evoluzione del tenore di mercurio nei sedimenti e negli indicatori biologici nel tratto di mare antistante lo stabilimento Solvay e C.ie di Rosignano (LI). Relazione finale Contratto di ricerca 95/97, pp.40.
- Cecchi E., Gennaro P., 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.
- Gobert S., Sartoretto S., Rico-Raimondino V., Andral B., Chery A., Lejeune P., Boissery P., (2009) - Assessment of the Ecological Status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Marine Pollution Bulletin*, 58: 1727-1733.
- IAMC – CNR (2017) - 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
- IAMC-CNR (2017) – Studio ambientale sullo stato di salute dell'ambiente marino nell'area antistante lo stabilimento Solvay di Rosignano M.MO (LI)
- ISPRA (2012) - Scheda metodologica per il calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia PREI.
- ISPRA (2014) – Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e relativi decreti attuativi

ISPRA (2015) - Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.). Indirizzi metodologici specifici: Ambiente idrico (Capitolo 6.2)

Legambiente (2007). Lo stato dell'arte sulle riconversioni degli impianti cloro-soda in Italia. Roma, 15 ottobre 2007.

Meinesz A., Boudouresque C.F., Falconetti C., Astier J.M., Bay D., Blanc J.J., Bourcier M., Cinelli F., Cirik., Cristiani G., Di Geronimo I., Giaccone G., Harmelin J.G., Laubier L., Lovric A.Z., Molinier R R., Soyer J., Vamvakas C. (1983) - Normalisation des symboles pour la representation et la cartographie des biocenoses benthiques littorales de mediterranee. Annales de l'Institut Oceanographique Paris, 59 (2): 155-172.

BOLZA