



CENTRALE EOLICA OFFSHORE BRINDISI
PARCO EOLICO MARINO ANTISTANTE LE COSTE DI BRINDISI -
SAN PIETRO VERNOTICO E TORCHIAROLO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

ELABORATO

SIA-15

TITOLO

RELAZIONE BIOECENOTICA DI DETTAGLIO

Responsabile Progetto: Prof. Giuseppe Cesario Calò

Committente



TG Energie rinnovabili S.r.l.
Ravenna via Zuccherificio n.10
P.IVA 02260730391

Timbro e firma

Il Presidente

Gruppo di progettazione



COORDINAMENTO DEL SIA

ARKE' INGEGNERIA S.r.l.
Via Imperatore Traiano n. 4
TEL/FAX 080/2022423
e-mail: segreteria@arkeingegneria.it

PROF.ING. ALBERTO FERRUCCIO PICCINNI
(Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n. 7288)

ING. GIOACCHINO ANGARANO
(Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n. 5970)



DOTT. MARCO DADAMO

DOTTO PAOLO D'AMBROSIO



GESTIONE DOCUMENTO

Rif. DWG		Prot. n.	
Disk/dir.		Data Prot.	
N° revisione	01	N° edizione	
Data revisione	23-03-2013	Data edizione	

Il presente documento è proprietà riservata di TG S.r.l. Ai sensi dell'art. 2575 C.C. è vietata la riproduzione, la pubblicazione e l'utilizzo senza espressa autorizzazione.

INDICE

PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO	2
DESCRIZIONE DEL SITO INTERESSATO DALL'OPERA.....	3
INFORMAZIONI PREGRESSE	4
Analisi bibliografica.....	5
Prima campagna di indagini puntuali dei popolamenti nell'area di studio – Anno 2009.....	9
Seconda campagna di indagini puntuali dei popolamenti nell'area di studio – Anno 2010	15
MATERIALI E METODI	18
La validazione della mappa biocenotica. La fase delle verità a mare	20
RISULTATI	22
POSSIBILI IMPATTI DERIVANTI DALLA POSA IN OPERA DELL'IMPIANTO ...	29
POSSIBILI MISURE DI MITIGAZIONE IN FASE DI CANTIERE E POSA IN OPERA	31
BIBLIOGRAFIA	35

PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Nel presente lavoro vengono riportati e commentati i risultati degli studi, commissionati dalla ditta TG srl, inerenti le attività di analisi, interpretazione ed elaborazione dei sonogrammi acquisiti attraverso il Side Scan Sonar di una porzione di fondale marino antistante la costa di Cerano (BR).

Obiettivi delle succitate indagini sono l'individuazione e la spazializzazione dei popolamenti caratterizzanti l'area oggetto di studio ed, in particolare, di quelli interessati dal posizionamento degli aerogeneratori dell'impianto eolico off shore e dal passaggio del relativo cavidotto.

La mappa delle biocenosi è stata realizzata utilizzando le metodologie e gli strumenti propri dei Geographical Information Systems (GIS). La validazione dei risultati cartografici è stata conseguita grazie alla fase di campionamento *in situ* denominata "Fase delle verità a mare".

Lo strato informativo tematico soprarichiamato ha consentito di individuare in maniera spazialmente esplicita i valori conservazionistici degli habitat presenti, supportando ed indirizzando le attività progettuali verso soluzioni ambientalmente più compatibili e rispettose dei valori naturali presenti.

DESCRIZIONE DEL SITO INTERESSATO DALL'OPERA

L'impianto eolico in oggetto è composto da n. 36 Aerogeneratori (Tabella 1) e dai relativi cavidotti che si estendono, nell'area di studio, per circa 72,6 km.

Lo specchio acqueo interessato dal succitato impianto è localizzato lungo la costa adriatica pugliese, nel tratto di mare antistante il litorale di Cerano (BR), con uno sviluppo perpendicolare alla costa di circa 7 Km.

Tabella 1: Coordinate degli aerogeneratori. Sistema di riferimento UTM 34 N – Datum WGS 84

UTM 34N - WGS 84			UTM 34N - WGS 84		
id	X	Y	id	X	Y
1	252608,5	4502210	19	254851,3	4496778
2	253313,7	4502292	20	255552,8	4496836
3	254016,5	4502383	21	256207,3	4497014
4	253247	4501565	22	255407,2	4495012
5	253981,1	4501572	23	256069,5	4495157
6	253334,2	4500686	24	256772	4495215
7	254028	4500807	25	257426,5	4495393
8	253952,1	4500107	26	258119	4495495
9	254661,4	4500175	27	256084,3	4494301

10	254041,8	4499248	28	256822,6	4494341
11	254750,4	4499323	29	257520,7	4494467
12	254067,8	4498382	30	258209,2	4494614
13	254748,7	4498476	31	256195,1	4493370
14	255449,2	4498548	32	256900,8	4493460
15	254154,9	4497499	33	257557,9	4493617
16	254839	4497612	34	258239	4493730
17	255519,2	4497695	35	256900,6	4492619
18	254120,2	4496625	36	257605,8	4492747

L'area oggetto di analisi è interessata dalla presenza di n.3 Siti Marini di Importanza Comunitaria (S.I.C.) (Figura 1) di seguito riportati:

IT9140003 Stagni e saline di Punta della Contessa

IT9140001 Bosco Tramazzone

IT9150006 Rauccio



Figura 1: Siti SIC presenti nell'area oggetto di indagine

INFORMAZIONI PREGRESSE

Numerose informazioni e dati pregressi, presenti in bibliografia, sono stati raccolti e sistematizzati al fine di approfondire il livello di conoscenza dell'area

oggetto di indagine a scala di paesaggio. L'analisi e l'elaborazione di tali studi hanno contribuito alla ricostruzione a scala grossolana dei valori naturalistici e delle tipologie di popolamenti presenti.

Nei successivi paragrafi sono riportati, altresì, i risultati di due campagne di campionamenti biocenotici nell'ambito di uno studio di fattibilità commissionato dalla ditta TG srl nell'area oggetto di indagine e in porzioni di fondale marino ad essa confinante. Gli studi hanno consentito l'acquisizione puntuale spazialmente esplicita di informazioni inerenti la tipologia di biocenosi, la profondità e il valore naturalistico di 1877 punti di indagine.

Tali studi hanno consentito una migliore comprensione del pattern che contraddistingue le biocenosi nell'area di studio fornendo, al tempo stesso, dei riscontri oggettivi che hanno contribuito a validare in maniera più efficace ed efficiente la mappa dei popolamenti ottenuta con l'interpretazione dei sonogrammi acquisiti da side scan sonar.

Analisi bibliografica

L'importanza delle comunità bentoniche risiede nel ruolo che queste rivestono nella caratterizzazione degli ecosistemi marini costieri. La loro capacità di persistenza nel tempo costituisce una importante memoria biologica che integra i diversi eventi che si succedono nel tempo. Pertanto la conoscenza dello stato delle comunità bentoniche risulta essenziale sia per la definizione dello stato ambientale che per la raccolta delle informazioni di base utili alla gestione degli ecosistemi marini costieri. (Bianchi & Zurlini, 1984).

Il primo rilevante contributo alla conoscenza dei fondali antistanti le coste di Cerano è stato fornito da P. Parenzan (1983) nell'ambito di uno studio ventennale lungo le coste pugliesi, che è stato pubblicato in un'opera in due volumi con il titolo Puglia Marittima. Le conoscenze sulla comunità bentoniche delle coste pugliesi vedono in questa opera il primo completo riferimento bibliografico soddisfacente dal punto di vista bionomico con complete e dettagliate carte biocenotiche basate sui dragaggi qualitativi. Nell'opera sono fornite descrizioni accurate sia del tratto di costa che dei relativi fondali antistanti, nei quali sono stati effettuati diverse serie di dragaggi. In allegato al secondo volume dell'opera, Parenzan (1983) fornisce le prime mappe biocenotiche per i fondali pugliesi mai, prima di allora, realizzate. In particolare nelle Tavole C e D sono state fornite le mappe biocenotiche dei fondali prospicienti rispettivamente i fondali tra Torre Guaceto e Villanova (a S di Capo Torre Cavallo) e tra Torre Mattarella e Casalabate (Figura 2). Dalle mappe biocenotiche fornite da Parenzan (1983), riguardo i fondali prospicienti Cerano e Casalabate, si evince che dalla linea di battigia fino alla linea batimetrica di -50 metri, si alternano in successione: fondale sabbioso a sabbia nuda, alghe fotofile, Zoosteracee (*Zostera* o *Cymodocea*), *Posidonia oceanica*, coralligeno a briozoi, fango terrigeno.

L'ENEA (Comitato Nazionale per la ricerca e lo sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative) a partire dal 1982 al 1984 ha condotto una ricerca ambientale lungo la costa della regione Puglia scegliendola come primo esempio per uno studio interdisciplinare a livello regionale (ENEA, 1986). Tra le numerose analisi effettuate è stata anche realizzata una caratterizzazione biocenotica e strutturale del macrobenthos delle coste pugliesi. Uno dei risultati della caratterizzazione è la "Carta delle principali comunità bentiche delle coste Pugliesi". Dalla carta della biocenosi

[illegible]

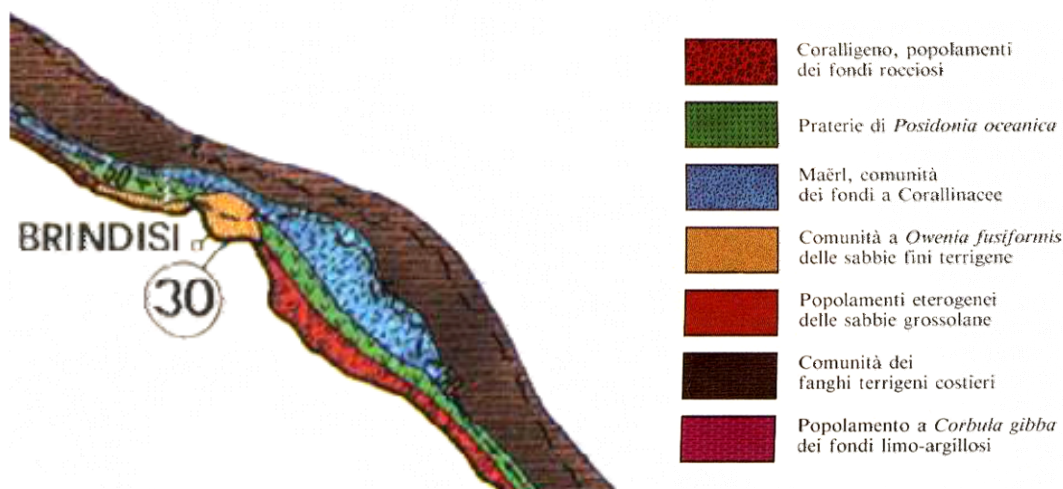


Figura 3: Carta delle biocenosi dei fondali pugliese (Particolare della costa tra Cerano e Casalabate). BEDULLI ET., AL. 1986.

Uno studio più recente (Boero et al., 2001) ha prodotto una carta biocenotica a scala più fine (Figura 4), evidenziando una più reale frammentazione delle biocenosi indicate nelle precedenti mappe di Parenzan (1983) e di Bedulli et al. (1986). In particolare le biocenosi a Fanerogame marine (ad es. *Posidonia oceanica*) e il coralligeno rappresenterebbero un'area meno estesa e comunque ricadente in un contesto prevalentemente caratterizzato da biocenosi a sabbie fini ben calibrate. Tuttavia dalla carta viene confermato il dato di Bedulli et al. (1986) dell'estensione del fondale a Maërl (biocenosi dei fondi a Corallinacee) a partire, approssimativamente, dalla batimetrica dei -25 m fino a quella dei -50 m, e dei fondi terrigeni costieri a partire dalla batimetrica dei -50 m.

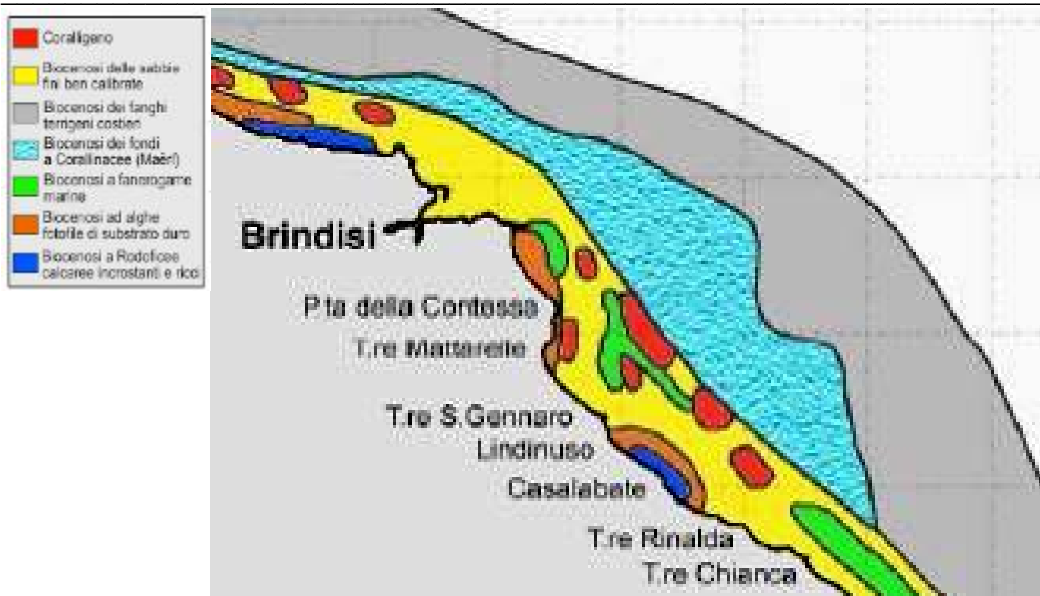


Figura 4: Carta delle biocenosi che caratterizzano i fondali tra Cerano e Casalabate (Boero, 2001)

Nel 1990 il Ministero della Marina Mercantile ha commissionato alla Snam-Progetti uno studio per la cartografia delle praterie di *P. oceanica* lungo il litorale pugliese. La presenza di *Posidonia oceanica* sui fondali indagati fu individuata mediante l'uso del side scan sonar, mentre per il posizionamento geografico fu utilizzato un GPS. La mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* fu realizzata con la redazione di 42 tavole in scala 1:25.000 riportanti le varie formazioni a *Posidonia* individuate, evidenziate con simbologia standardizzata. Il dettaglio delle carte prevedeva la rappresentazione anche del tipo di impianto (su sabbia, su matte, su substrato duro, ecc.) ed una generica indicazione della presenza di segni di degrado ed arretramento della prateria (presenza di matte nude o colonizzate a chiazze). Lungo le coste pugliesi (estensione di circa 800 km) furono individuate 16 praterie, più o meno contigue fra loro e generalmente comprese nella fascia batimetrica fra i 9 e i 30 m. Tale base cartografica è stata utilizzata come riferimento per la progettazione di un nuovo studio che nel periodo da Settembre 2004 a Aprile 2005 ha avuto lo scopo di migliorare la risoluzione attraverso rilievi side scan sonar e single beam e rilievi ROV. Le aree caratterizzate dalla presenza della fanerogama sono state contornate con delle polilinee e i relativi poligoni ottenuti sono stati successivamente campiti, utilizzando la simbologia proposta da Meinesz et al. (1983). La restituzione finale ha visto la produzione di n. 48 Carte delle Praterie di *Posidonia oceanica* in scala 1:25.000 (Figura 5).

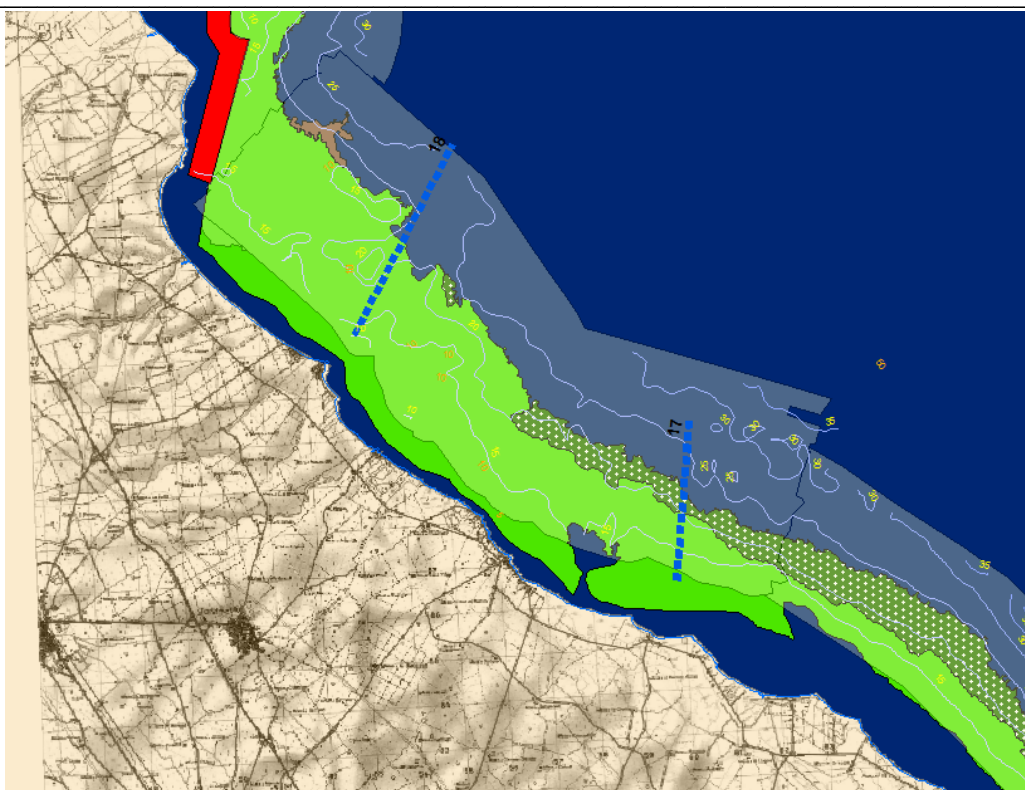


Figura 5: Mappa delle Praterie di *Posidonia oceanica* nell'area di studio in scala 1:25:000.

L'analisi delle informazioni pregresse ha permesso una caratterizzazione a scala grossolana della tipologia di biocenosi e della configurazione spaziale degli habitat marini nell'area oggetto di studio. La presenza di biocenosi prioritarie e/o determinanti per la conservazione come la *Posidonia oceanica* e il coralligeno conferisce al tratto di mare oggetto di indagine un elevato valore naturale. Per tale motivo la progettazione e il posizionamento di un impianto eolico offshore nell'area succitata necessita, necessariamente, di studi a scala fine e rilevamenti puntuali al fine di escludere la presenza di biocenosi ad elevato valore conservazionistico.

Prima campagna di indagini puntuali dei popolamenti nell'area di studio – Anno 2009

Nel 2009 la società TG srl da Lecce ha commissionato, agli autori del presente elaborato, uno studio di caratterizzazione ambientale dei fondali marini antistanti il tratto di costa tra Cerano (BR) e Casalabate (LE) che ha comportato l'individuazione e lo studio di 1687 siti puntuali di campionamento (Figura 6).

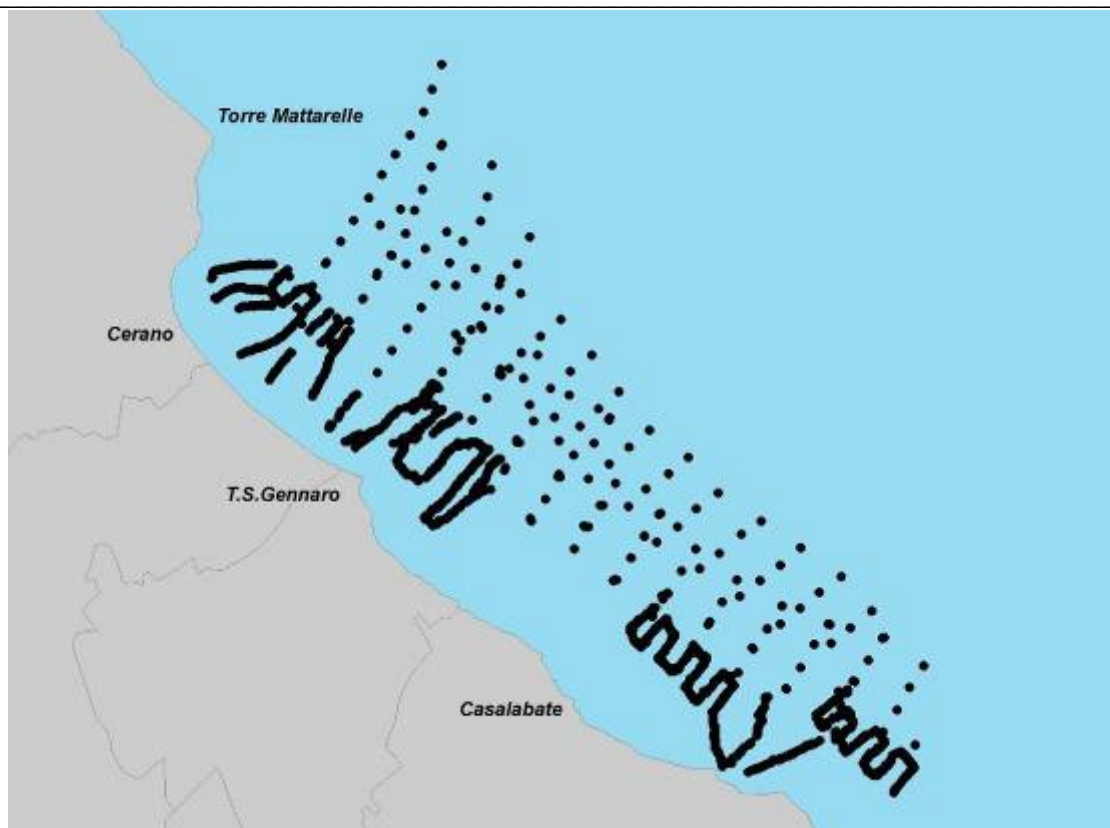


Figura 6: Rappresentazione spaziale dei 1687 siti di campionamento effettuati nel sito off-shore di fronte le coste di Cerano e Casalabate

I dati raccolti in campo nella fase di acquisizione sono stati catalogati all'interno di un database ed elaborati mediante l'utilizzo di specifici software geografici. La matrice di informazione finale presentava al suo interno le seguenti informazioni:

- COD – codice univoco assegnato ad ogni record inserito all'interno del geodatabase.; Gauss Boaga (XY) – coordinate metriche nel sistema geografico di riferimento Gauss – Boaga fuso est;
- WGS 84 (Long, Lat) – coordinate geografiche;
- Biocenosi – tipologia di habitat riscontrata nella fase di acquisizione dati;
- Prof (m) – profondità riscontrata nel punto di campionamento.

La rappresentazione nello spazio delle informazioni acquisite in mare attraverso elementi puntuali vettoriali in ambiente GIS ha permesso la realizzazione della mappa degli habitat e della mappa dei siti di maggiore valenza conservazionistica (Figura 7). All'interno dell'area di studio sono state individuate 12 differenti tipologie di popolamenti. Tra gli habitat più importanti per il loro valore paesaggistico e per i servizi ecosistemici erogati si individuano le praterie di *Posidonia oceanica* e il Coralligeno. Risultano invece abbondanti i popolamenti caratterizzati dall'alga *Caulerpa racemosa* e dalla specie aliena infestante *Caulerpa prolifera*.

L'analisi spaziale dei dati puntuali e delle informazioni riguardanti i popolamenti ed il loro valore conservazionistico, ha evidenziato la presenza di un gradiente positivo del

valore ambientale da Cerano verso Casalabate. Utilizzando il confine geografico che divide la Provincia di Brindisi con la Provincia di Lecce è stato possibile, in tal modo, suddividere in siti di campionamento in due sottogruppi, uno nei fondali marini antistanti le coste di Cerano (sito di Cerano), l'altro in quelli antistanti le coste di Casalabate (sito di Casalabate) (Figura 8).

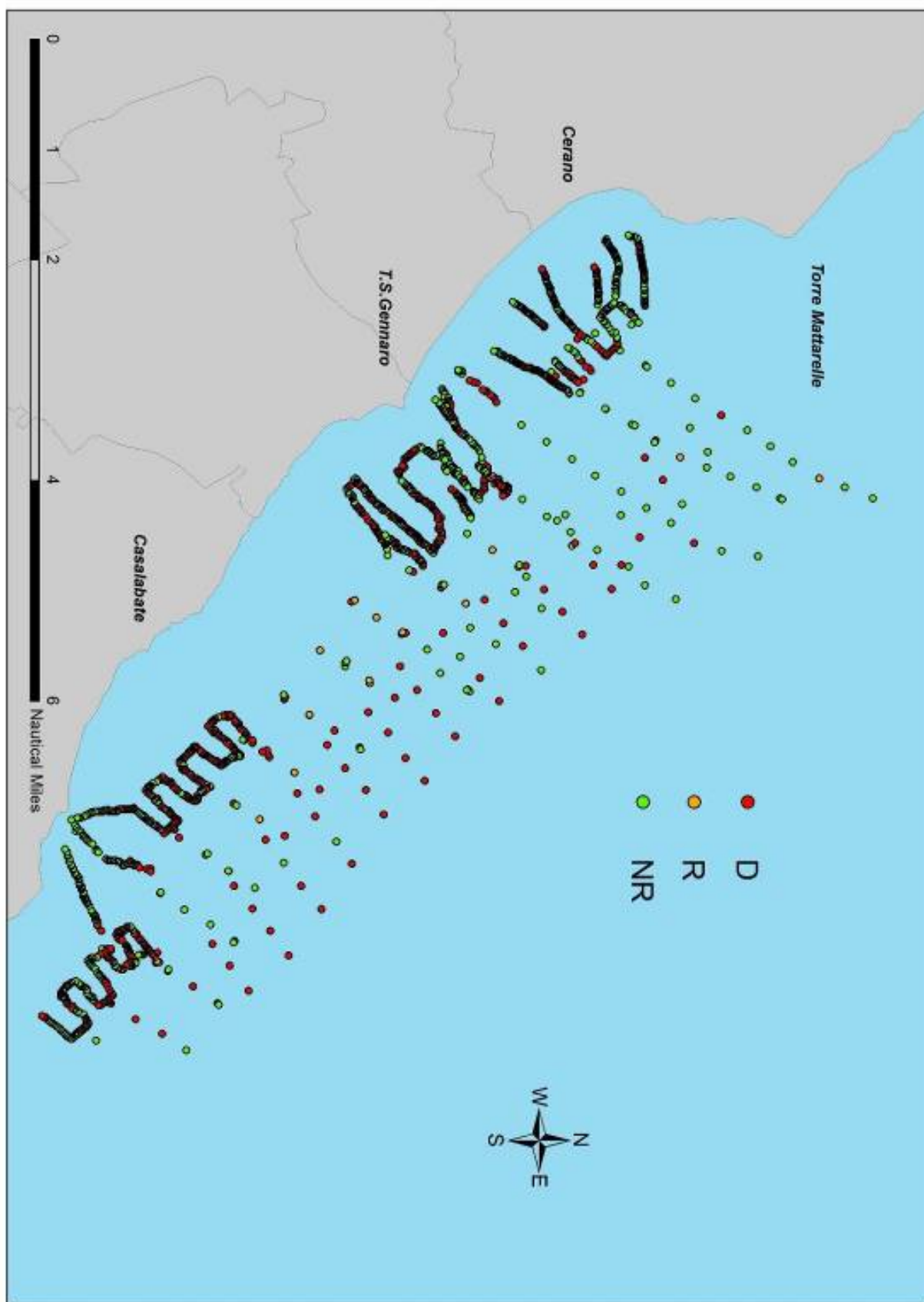


Figura 7: Mappa della Valenza Conservazionistica dei 1687 siti di campionamento oggetto di indagine



Figura 8: Individuazione dei sottogruppi di campionamento

L'elaborazione delle informazioni riguardanti il valore conservazionistico dei rilevamenti puntuali ha messo in evidenza come il sito di Cerano (Figura 9) presentasse un numero di osservazioni caratterizzate da scarso valore conservazionistico superiore rispetto al sito di Casalabate (Figura 9). Quest'ultimo infatti presentava il 59% dei siti puntuali non idonei al posizionamento di pale eoliche off-shore.

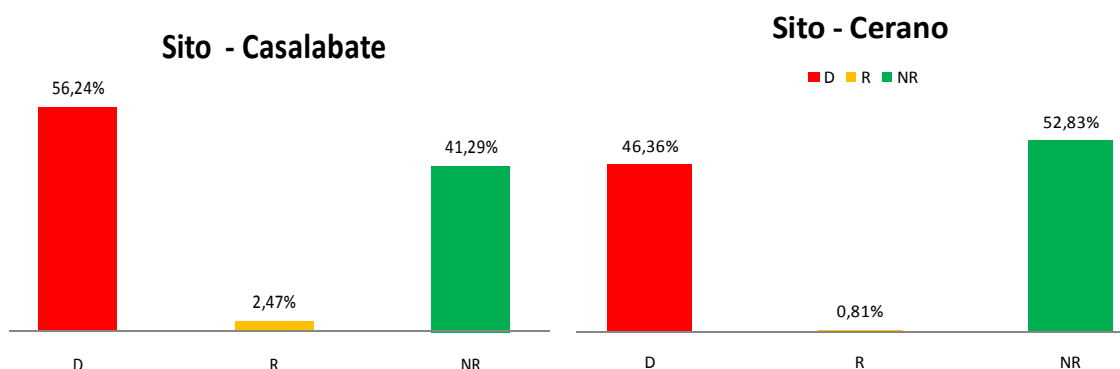


Figura 9: Incidenze percentuali delle valenze ambientali dei siti di indagine. Gli habitat di valore D sono Determinanti per la conservazione (valore alto di tutela). Gli habitat R sono Rimarchevoli di tutela (valore medio di tutela). Gli habitat NR sono Non Rilevanti per la conservazione (valore di tutela basso o nullo)

L'eliminazione dei punti di campionamento insistenti entro le due miglia dalla costa, al fine di rispettare le prescrizioni dettate dalla normativa vigente, ha determinato nel sito di Cerano l'aumento dell'incidenza percentuale dei rilevamenti caratterizzati da biocenosi a *Caulerpa prolifera* e/o *Caulerpa Racemosa*. Circa il 60% dei siti indagati che ricadono nei fondali di Cerano, difatti, sono caratterizzati dalla presenza più o meno massiccia di queste alghe.

Nel sito di Casalabate invece la presenza di siti di campionamento caratterizzati dalla presenza di *Caulerpa prolifera* e *Caulerpa Racemosa* scende a circa il 20%.

In tutti e due i gruppi l'incontro con questo particolare biocenosi è molto probabile oltre la batimetrica dei 18 – 20 metri ma, nel tratto di mare antistante la centrale di Cerano l'incontro con la *Caulerpa* diventa molto probabile già intorno ai 15 – 18 metri di profondità.

I fondali del tratto di costa di Casalabate che caratterizzano la fascia batimetrica dei 15 – 18 metri sono invece contraddistinti da una cospicua presenza di rilevamenti puntuali di praterie di *Posidonia oceanica* con un'incidenza percentuale nell'intero sito pari al 30%.

Nel sito di Cerano, invece, la prateria di *Posidonia oceanica* è stata riscontrata solo nel 12% dei siti di indagine mentre aumenta di gran lunga il numero di osservazioni della cosiddetta "Matte", un complicato intreccio di parti morte di rizomi e radici di *P. oceanica* che intrappolano il sedimento determinando un innalzamento del fondale.

In conclusione è possibile affermare che:

- **il sito di Cerano**, ha evidenziato una scarsa eterogeneità sia nella tipologia che nella distribuzione degli habitat. I suoi fondali sono colonizzati, fin dalla batimetrica dei 15 metri, principalmente dalle alghe verdi *Caulerpa prolifera* e *Caulerpa racemosa* (Figura 10). Questo particolare pattern di distribuzione degli habitat risulta omogeneo fino ai confini dell'area di studio ovvero fino alla batimetrica dei 30 metri. Inoltre si riscontra una scarsa presenza delle praterie di *P. oceanica* e del Coralligeno.
- **il sito di Casalabate**, evidenzia invece una elevata eterogeneità sia nella tipologia che nella distribuzione dei suoi popolamenti. Si segnala una massiccia presenza di prateria di *P. oceanica* che contraddistinguono i fondali compresi tra la batimetrica dei 15 m e quella dei 18 m. Tra i 20 e i 30 metri, particolarmente frequenti sono gli incontri con popolamenti d'importanza ecologica come quelle caratterizzate dai popolamenti concrezionati e dal coralligeno (Figura 11). In particolare i campionamenti hanno evidenziato la presenza di una estesa biocenosi a coralligeno tra Lendinuso e Torre Rinalda nella batimetrica che va dai 22 m ai 29 m.

Alla luce dei numerosi rilevamenti e dei risultati ottenuti è apparso evidente come il sito di Cerano, caratterizzato dalla scarsa presenza di habitat ad elevato valore conservazionistico nei suoi fondali, risultasse essere più idoneo al posizionamento dell'impianto eolico offshore.



Figura 10: Prateria di Caulerpa racemosa nel sito off-shore antistante le coste di Cerano



Figura 11: Coralligeno presente nel sito off-shore di Casalabate

Seconda campagna di indagini puntuali dei popolamenti nell'area di studio – Anno 2010

La seconda campagna di indagini puntuali, realizzata attraverso la tecnica del visual census, ha previsto l'individuazione e lo studio di 190 siti localizzati in uno

specchio acqueo antistante il tratto di costa tra Cerano (BR) e Torre San Gennaro (BR)
(Figura 12).

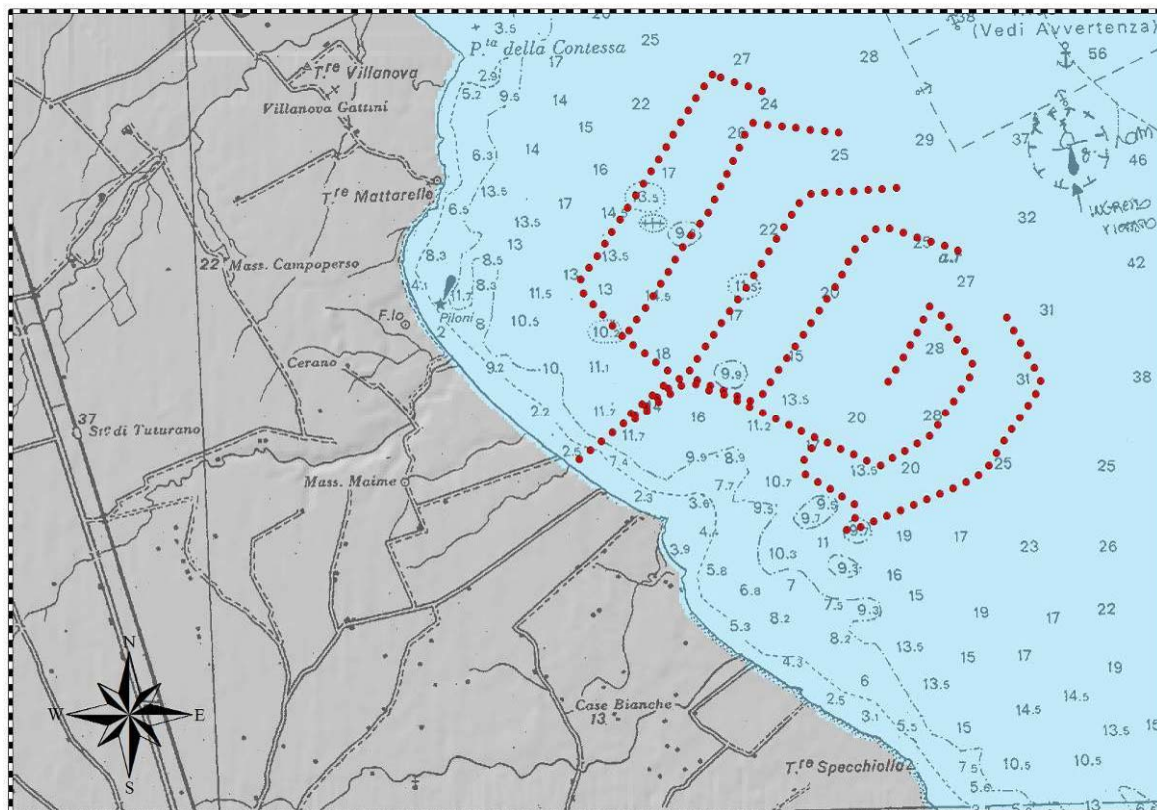


Figura 12: Rappresentazione spaziale dei 190 siti localizzati in uno specchio acqueo antistante il tratto di costa tra Cerano (BR) e Torre San Gennaro (BR)

I dati raccolti in campo, nella fase di acquisizione, sono stati catalogati all'interno di un database ed elaborati mediante l'utilizzo di specifici software geografici. La matrice di informazione finale presenta al suo interno le seguenti informazioni:

- COD – codice univoco assegnato ad ogni record inserito all'interno del geodatabase.;
- Gauss Boaga (XY) – coordinate metriche nel sistema geografico di riferimento Gauss – Boaga fuso est;
- WGS 84 (Long, Lat) – coordinate geografiche;
- Biocenosi – tipologia di habitat riscontrata nella fase di acquisizione dati;

Prof (m) – profondità riscontrata nel punto di campionamento.

La rappresentazione nello spazio delle informazioni acquisite in mare attraverso elementi puntuali vettoriali in ambiente GIS, ha permesso la realizzazione della mappa degli habitat e della mappa della valenza conservazionistica attraverso l'applicazione del metodo di valutazione introdotto da Bardat et al. (1997), che identifica il grado d'importanza degli habitat in base a diversi criteri: vulnerabilità, valore naturalistico, rarità, valore estetico e valore economico (Figura 13). All'interno dell'area di studio sono state individuate 11 differenti tipologie di popolamenti. Tra le biocenosi più importanti per il loro valore paesaggistico e per i servizi ecosistemici erogati si

individuano le praterie di *Posidonia oceanica* e il Coralligeno. Sono risultati invece abbondanti i popolamenti caratterizzati dall'alga *Caulerpa racemosa* e dalla specie aliena infestante *Caulerpa prolifera*.

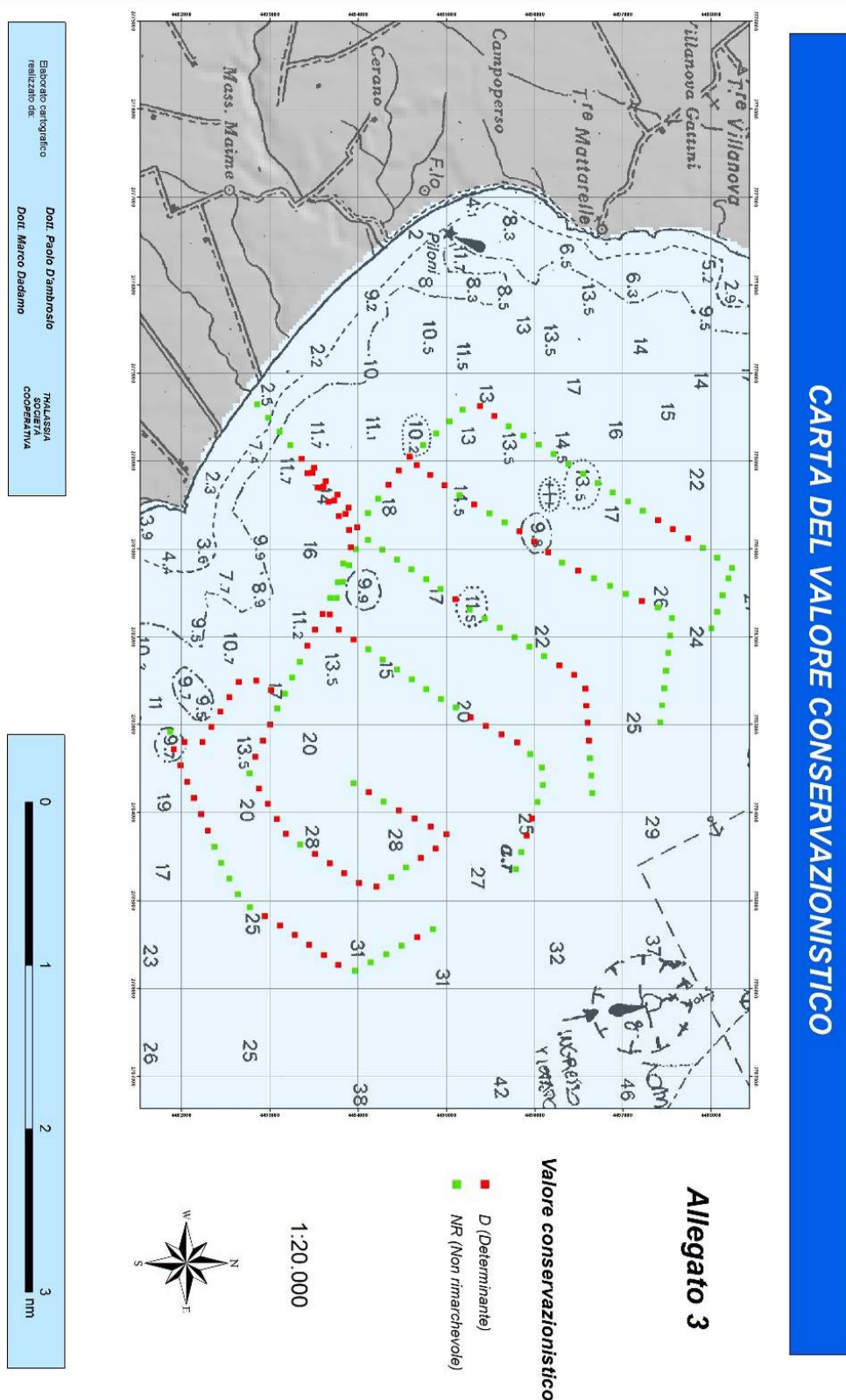


Figura 13: Mappa della Valenza Conservazionistica dei siti di campionamento.

L'analisi spaziale dei dati puntuali e delle relative informazioni riguardanti la tipologia di popolamento e il valore conservazionistico, ha evidenziato la presenza di un gradiente descrescente costa-largo di valore naturale. Infatti, entro i 20 metri di profondità, più del 51% dei siti indagati sono caratterizzati da biocenosi ad elevato valore conservazionistico o da mosaici di habitat caratterizzati dalla presenza di popolamenti "Determinanti" per la conservazione. Dai 20m ai 30m, limite batimetrico dell'area di studio, la percentuale di biocenosi o di mosaici di habitat caratterizzati da elementi di pregio naturalistico scende al 40 % circa.

Alla luce dei risultati ottenuti è stato possibile affermare che:

- la fascia batimetrica compresa tra i 20 e i 30 m risulta caratterizzata prevalentemente da mosaici di habitat caratterizzati da *Caulerpa racemosa* e *prolifera* e da Biocenosi delle sabbie e ghiaie finì sotto l'influenza di correnti di fondo. Praterie di *Posidonia oceanica* sono state riscontrate solo in un unico punto di indagine, mentre in altri 4 punti, l'importante fanerogama marina è stata individuata in piccole quantità in associazione con Biocenosi del coralligeno. In questa fascia batimetrica, invece, è possibile riscontrare in maniera abbastanza frequente Biocenosi del coralligeno, raramente in forma estesa e compatta, più frequentemente isolate sui fondi molli caratterizzati prevalentemente dalla presenza di *Caulerpa racemosa* e *Caulerpa prolifera*. In queste condizioni esso forma strutture a "panettone" di altezza e dimensioni variabili secondo l'età dei concrezionamenti.
- Il fondale marino compreso entro la fascia batimetrica dei 20 m, invece, è caratterizzato dalla dominante presenza di habitat caratterizzati da *Caulerpa prolifera* e *racemosa* e da Praterie di *Posidonia oceanica*. Numerosi sono, infatti, i siti di indagine in cui è stata individuata questa importante fanerogama marina, sia da sola sia in associazione con la Matte. La Matte è un habitat costituito da un complicato intreccio di parti morte di radici e rizomi di *Posidonia oceanica* che intrappolano il sedimento e determinano, nel tempo, un'elevazione del fondale. Le praterie di *Posidonia* hanno enorme importanza ecologica perché producono un'elevata quantità di ossigeno e vengono utilizzate come zone nursery, di rifugio, pascolo e substrato di crescita da diversi organismi. La biocenosi *Posidonia oceanica* è inserita come habitat di interesse prioritario per la conservazione negli allegati della Direttiva Habitat 92/43/CEE.

MATERIALI E METODI

L'indagine di dettaglio è stata effettuata tramite una prospezione con tecnologia geoacustica ispezionando uno specchio acqueo di circa 2.169 ettari di superficie. In particolare la prospezione è stata realizzata con un side scan sonar modello Klein 3900 (Figura 14) doppia frequenza ad altissima risoluzione, collegato ad un DGPS.



Figura 14 Side Scan Sonar K3900

Specifiche tecniche: frequenza acustica: 445 - 900 kHz; beams orizzontali: 0.21° ; verticali 40° ; 500 Watt; ingresso per GPS (Global Positioning System); range di scala 12 valori da 10 a 200m; range massimo 150 metri a 445 KHz, 50 metri a 900 kHz; ingresso per compensatore d'onda; dimensioni: altezza 8.9 x larghezza 122; peso contenuto: 29 kg;

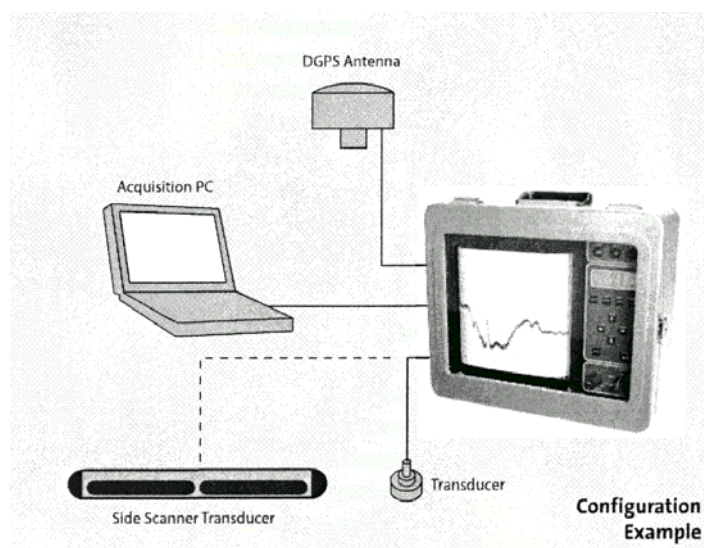


Figura 15: Sistema di navigazione ed acquisizione di dati

Il sistema è costituito da un'unità di bordo per l'acquisizione, il controllo e la registrazione dei dati e da un veicolo sottomarino "pesce" che, mentre viene trainato sott'acqua, emette degli impulsi di energia acustica ad intervalli regolari di tempo. Subito dopo l'emissione dell'impulso, il sistema riceve gli eco di ritorno dal fondo marino e dal sottosuolo. La quantità di energia riflessa dipende dalla variazione di impedenza acustica tra gli elementi presenti nel sottosuolo, mentre il tempo di riflessione dipende dalla profondità della superficie stratigrafica o dell'oggetto che generato la riflessione.

Il GPS e il Side Scan Sonar sono stati collegati in *real time* ad una stazione di registrazione mediante software di acquisizione-navigazione con capacità di registrazione delle coordinate geografiche (Figura 15).

L'acquisizione dei dati è stata effettuata dal personale della società TG s.r.l. I rilievi sono stati condotti lungo transeiti, principalmente paralleli alla costa ed in parte ortogonali, calibrando lo strumento con *range laterale* di 100 metri e un overlap di 50 metri in modo tale da avere una copertura totale dell'area indagata. I sonogrammi ottenuti, registrati in formato XTF e georeferenziati in UTM-WGS 84 fuso 33, sono stati elaborati mediante software dedicati.

Le principali fasi di elaborazione sono state:

- pulizia dei dati di navigazione (in particolare salti di navigazione);
- applicazione della correzione slant range;
- produzione del fotomosaico in formato raster.

Il fotomosaico ad alta risoluzione (Figura 16) è stato interpretato con lo scopo di elaborare carte tematiche di dettaglio nell'area interessata dall'impianto eolico off-shore ed in particolare nelle porzioni di fondale marino interessate dal posizionamento degli aerogeneratori e dal tracciato della condotta al fine di valutare la valenza conservazionistica degli habitat presenti.

Le unità di popolamento rinvenute sono state nominate secondo la nomenclatura introdotta dal Centro Regionale di Attività per le Aree Specialmente Protette (RACSPA) del Piano d'Azione per il Mediterraneo (MAP) del Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP), adottata anche dal Servizio per la Conservazione della Natura del MinATerritorio (Decreto SCN 9038 dell'11 giugno 1998).

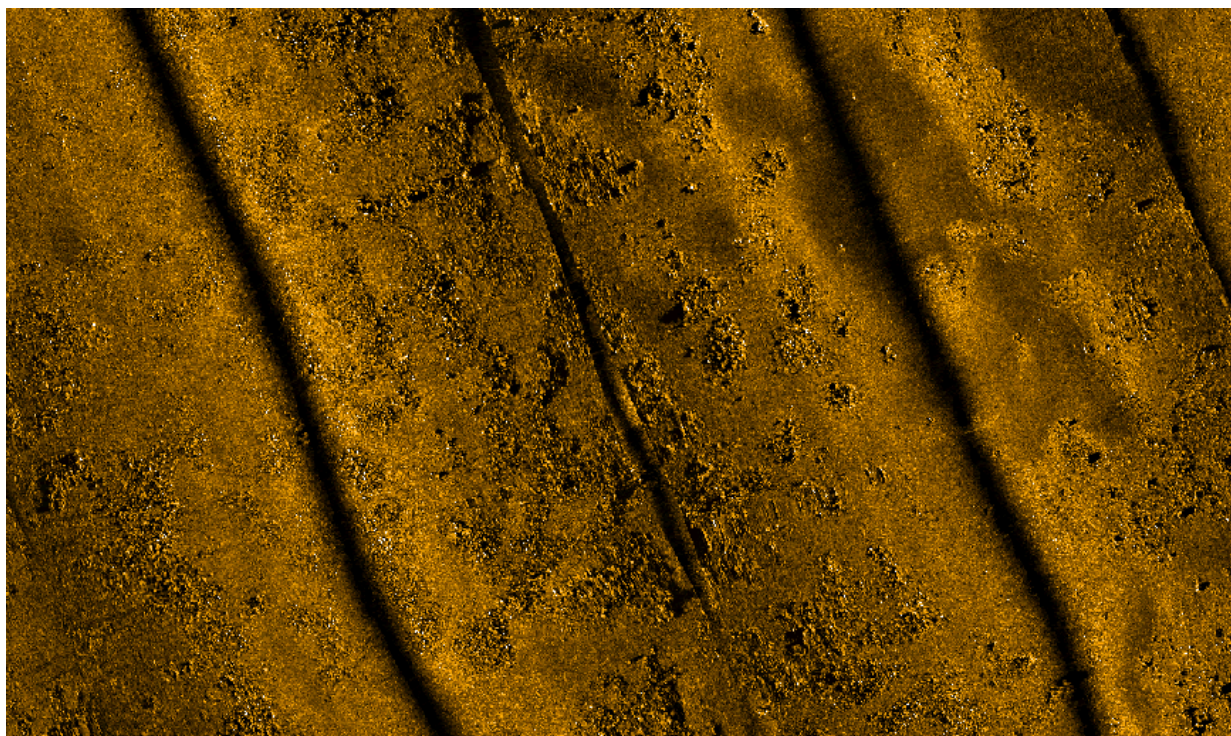


Figura 16: Sonogrammi acquisiti tramite Side Scan Sonar. Fotomosaico ad alta risoluzione

La validazione della mappa biocenotica. La fase delle verità a mare

La validazione della mappa biocenotica, realizzata in ambiente GIS attraverso l'interpretazione del foto mosaico, ha previsto la raccolta in mare di dati puntuali necessari per la corretta identificazione delle biocenosi attraverso l'utilizzo della tecnica del visual census.

Tale fase richiede diverse campagne di rilievi eseguite con una imbarcazione munita di un ecoscandaglio e di un GPS (Global Position System) cartografico (Figura 17).



Figura 17: Strumenti utilizzati nella campagna dei rilievi

I dati relativi al tipo di popolamento e substrato riscontrato sono acquisiti mediante rilevamento diretto in immersione subacquea. Individuato il sito corretto di campionamento attraverso l'ausilio del GPS, l'operatore subacqueo biologo esegue una serie di immersioni in apnea (Figura 18) comunicando ad un operatore esperto a bordo l'alternarsi dei popolamenti e dei substrati riscontrati. Al fine di migliorare la fase di indagine e di acquisizione ambientale, l'operatore realizza numerose riprese per mezzo dell'ausilio di una telecamera subacquea. Il materiale multimediale raccolto ha la funzione di migliorare la conoscenza delle componenti ambientali oggetto di indagine.



Figura 18: L'operatore subacqueo raccoglie informazioni sui popolamenti marini attraverso il rilevamento diretto

L'operatore a bordo durante ogni rilevamento, oltre a registrare i dati comunicati dall'operatore subacqueo, annota le coordinate geografiche (Longitudine e Latitudine) e le profondità che vengono visualizzate sul display degli strumenti montati sulla plancia di comando dell'imbarcazione. La nomenclatura delle unità di popolamento rinvenute sono state nominate secondo la nomenclatura introdotta dal Centro Regionale di Attività per le Aree Specialmente Protette (RACSPA) del Piano d'Azione per il Mediterraneo (MAP) del Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP), adottata anche dal Servizio per la Conservazione della Natura del MinATerritorio (Decreto SCN 9038 dell'11 giugno 1998).

I dati raccolti nella fase di acquisizione vengono ordinati all'interno di un database. Tale procedura consente di:

- convertire l'archivio cartaceo dei dati acquisiti sul campo in uno digitale.;
- realizzare un controllo sulla qualità dei dati nel delicato processo di immissione.

La matrice di coordinate viene poi inserita all'interno dei software GIS ed elaborata al fine di ottenere uno strato informativo vettoriale puntuale. All'interno del *layer* ogni punto è fornito di un codice che lo identifica in maniera chiara ed univoca.

Sfruttando la possibilità di creare relazioni semplici e/o complesse tra i *layer* vettoriali del GIS e i database alfanumerici, le informazioni raccolte e digitalizzate durante la fase di acquisizione *in situ* vengono conseguentemente associate ad ogni punto, ovvero:

- la profondità;
- la tipologia di habitat;
- il valore conservazionistico dell'habitat;
- presenza di materiale multimediale (immagini/video).

RISULTATI

I risultati ottenuti sono stati rappresentati nella mappa tematica denominata "Mappa dei popolamenti e del valore conservazionistico" allegata alla presente relazione.

Le operazioni di mosaicatura, l'analisi dei sonogrammi e la validazione delle informazioni ambientali in ambiente GIS ha consentito l'individuazione e la mappatura delle biocenosi (Figura 19) descritte nella Tabella 2.

Tabella 2: Biocenosi individuate nell'area di indagine

Habitat	ettari (ha)	Incidenza %
<i>Associazione a Caulerpa prolifera e/o racemosa (su matte morta)</i>	240,9	7,57%
<i>Biocenosi a coralligeno</i>	463,4	14,56%
<i>Biocenosi delle alghe infralitorali</i>	1,8	0,06%

<i>Biocenosi delle sabbie fini a bassa profondità</i>	77,7	2,44%
<i>Biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza delle correnti di fondo</i>	180,8	5,68%
<i>Mosaico delle biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza delle correnti di fondo e di biocenosi a coralligeno</i>	1,0	0,03%
<i>Mosaico delle biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza delle correnti di fondo e di Caulerpa racemosa e/o prolifera</i>	1646,5	51,73%
<i>Mosaico di biocenosi a coralligeno e di Caulerpa racemosa e/o prolifera</i>	136,9	4,30%
<i>Mosaico di biocenosi a coralligeno e di prateria a P. oceanica</i>	192,0	6,03%
<i>Mosaico di biocenosi delle alghe infralitorali e di Caulerpa racemosa e/o prolifera</i>	67,6	2,13%
<i>Prateria a P. oceanica</i>	174,1	5,47%

L'applicazione del metodo di valutazione introdotto da Bardat *et al.* (1997), che identifica il grado d'importanza degli habitat in base a diversi criteri: vulnerabilità, valore naturalistico, rarità, valore estetico e valore economico ha permesso l'assegnazione di un valore di importanza ad ogni singolo popolamento (Tabella 3, Figura 5).

Tabella 3: Valore conservazionistico degli habitat individuati. Gli habitat Determinanti (D) posseggono un elevato valore naturale e, quindi, risultano indispensabili per la conservazione. Gli habitat (NR) non sono ritenuti importanti per la conservazione poiché molto diffusi, poco vulnerabili e di scarso valore naturalistico, estetico ed economico

Habitat	Valore Conservazionistico
<i>Associazione a Caulerpa prolifera e/o racemosa (su matte morta)</i>	NR
<i>Biocenosi a coralligeno</i>	D
<i>Biocenosi delle alghe infralitorali</i>	NR
<i>Biocenosi delle sabbie fini a bassa profondità</i>	NR
<i>Biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza delle correnti di fondo</i>	NR
<i>Mosaico delle biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza delle correnti di fondo e di biocenosi a coralligeno</i>	D
<i>Mosaico delle biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza delle correnti di fondo e di Caulerpa racemosa e/o prolifera</i>	NR
<i>Mosaico di biocenosi a coralligeno e di Caulerpa racemosa e/o</i>	NR

<i>proliferata</i>	
<i>Mosaico di biocenosi a coralligeno e di prateria a P. oceanica</i>	D
<i>Mosaico di biocenosi delle alghe infralitorali e di Caulerpa racemosa e/o proliferata</i>	NR
<i>Prateria a P. oceanica</i>	D

In tabella 4 sono rappresentati i dati relativi alla superficie ed alla incidenza % percentuale delle classi di valore conservazionistico individuate nell'area di indagine

Tabella 4

Valore conservazionistico	Superficie (ha)	Incidenza %
D	967,35	30,4%
NR	2215,33	69,6%

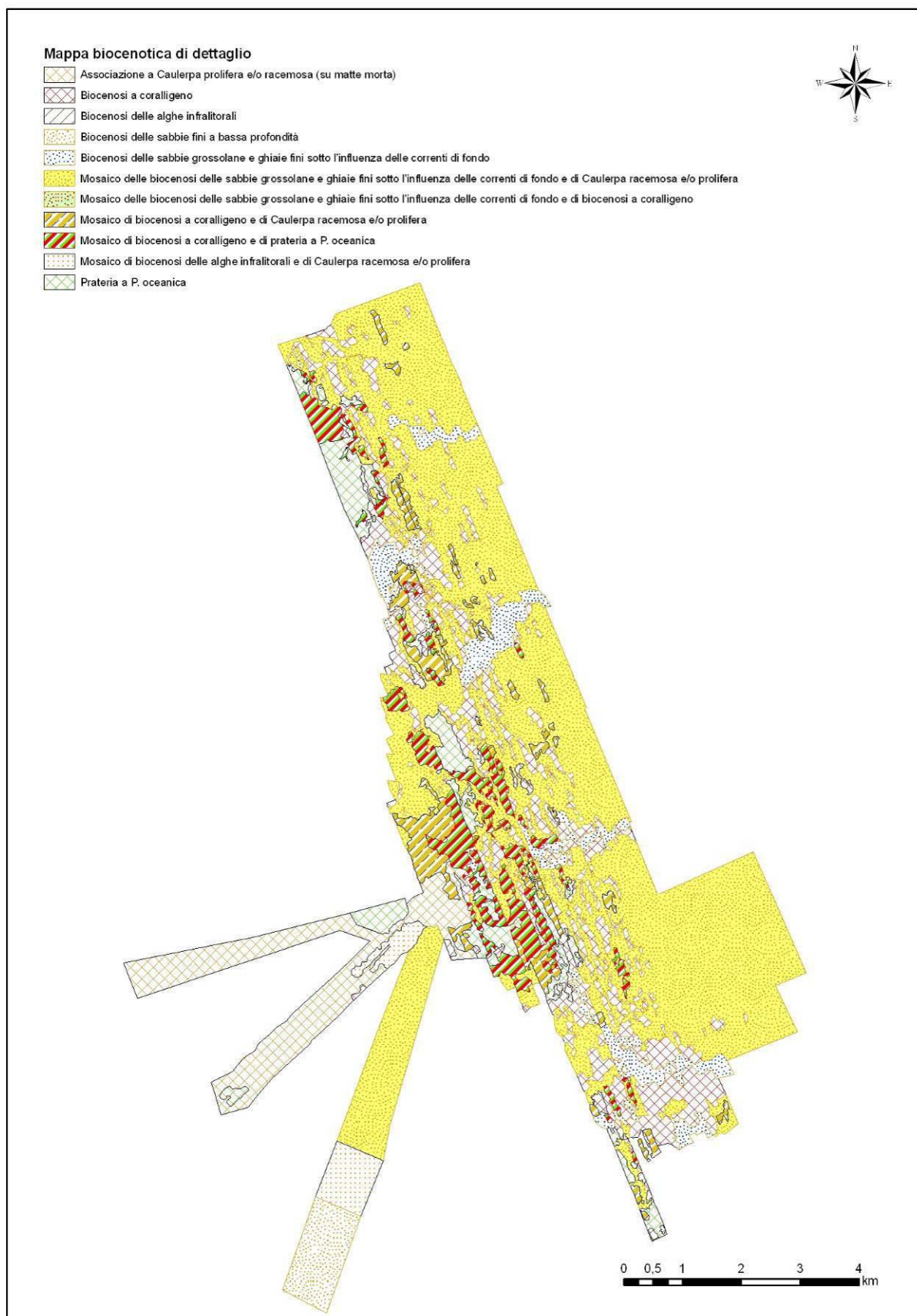


Figura 19: Mappa delle Biocenosi nell'area oggetto di indagine

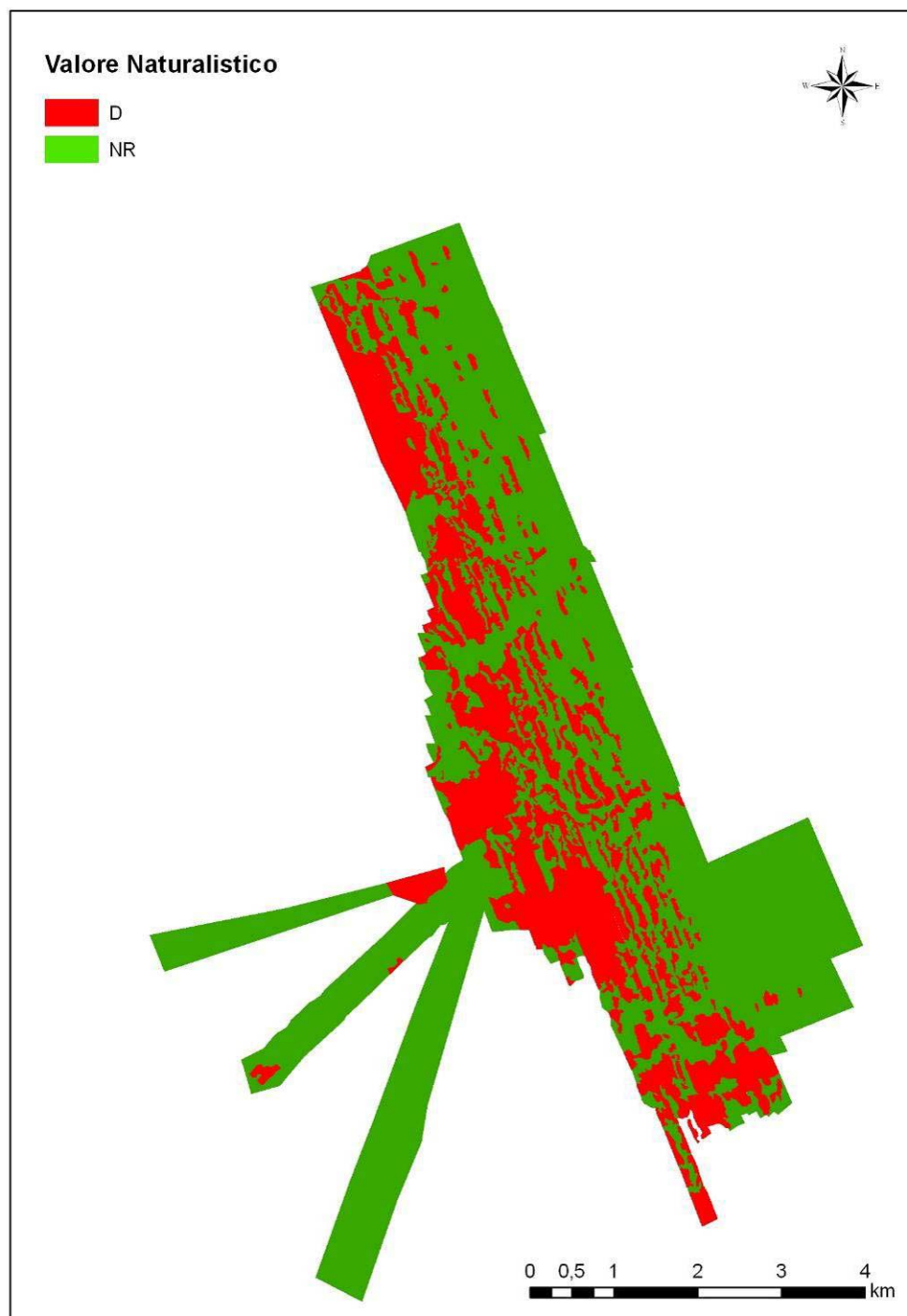


Figura 20: Mappa del valore conservazionistico. Gli habitat sono stati classificati come D (Determinanti) o NR (non rilevanti)

La realizzazione della mappa delle biocenosi ha consentito, altresì, di valutare e validare, dal punto di vista ambientale, il posizionamento degli aerogeneratori in relazione alle biocenosi presenti.

L'analisi ha messo in evidenza come 18 dei 36 aerogeneratori presenti nel sito risultano essere posizionati su habitat di valore conservazionistico o in aree ad essi immediatamente confinanti. In Figura 21 sono riportati gli spostamenti verificati e

validati *in situ* che consentono di posizionare le 36 pale eoliche off shore su popolamenti di scarso o nullo valore naturale; in Tabella 5 sono riportate, altresì, le coordinate planimetriche, nel sistema di riferimento UTM 34 N datum WGS 84, delle nuove posizioni degli aerogeneratori così come individuati in Figura 21.



Figura 21: Il posizionamento degli aerogeneratori in relazione alla mappa del valore conservazionistico

Tabella 5: Coordinate planimetriche dei 36 aerogeneratori nelle nuove posizioni

	X	Y	Posizionamento Aerogeneratori
1	252724,1	4502211	Modificato
2	253391,4	4501642	Modificato
3	254033,2	4500151	Modificato
4	254736,1	4500208	Modificato
5	254138,8	4499307	Modificato
6	254007	4498322	Modificato
7	254211,2	4497426	Modificato
8	254860,2	4496763	Modificato
9	256099,1	4495198	Modificato
10	253653	4500742	Modificato
11	254345,2	4500864	Modificato
12	255549,8	4497699	Modificato
13	255107,2	4495262	Modificato
14	256167,7	4494211	Modificato
15	256090,3	4493307	Modificato
16	257266,4	4492467	Modificato
17	257971,6	4492595	Modificato
18	256692,2	4493425	Modificato
19	253313,7	4502292	Confermato
20	254016,5	4502383	Confermato
21	253981,1	4501572	Confermato
22	254750,4	4499323	Confermato
23	254748,7	4498476	Confermato
24	255449,2	4498548	Confermato
25	254839	4497612	Confermato
26	255552,8	4496836	Confermato
27	254120,2	4496625	Confermato
28	256207,3	4497014	Confermato
29	256772	4495215	Confermato
30	257426,5	4495393	Confermato
31	258119	4495495	Confermato
32	256822,6	4494341	Confermato

33	257520,7	4494467	Confermato
34	258209,2	4494614	Confermato
35	257557,9	4493617	Confermato
36	258239	4493730	Confermato

POSSIBILI IMPATTI DERIVANTI DALLA POSA IN OPERA DELL'IMPIANTO

Sulla base dell'indagine effettuate è stato possibile mettere in evidenza come la posa dell'impianto impatterà direttamente su due tipologie di popolamenti ad elevato valore naturalistico:

- Le praterie a *P. oceanica*
- Le biocenosi a coralligeno

Entrambi gli habitat soprarichiamati sono assoggettati a forme di tutela nazionale e Comunitaria (Direttiva Habitat 92/43/CEE e Lista Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea - ASPIM) e classificati come habitat Determinanti (D), cioè prioritari per la conservazione dell'ambiente marino.

Tenuto conto delle informazioni ambientali e biocenotiche raccolte, è possibile affermare altresì che **gli impatti più significativi che potrebbero gravare sugli habitat di pregio, sono legati quasi esclusivamente alla fase di realizzazione dell'opera, ed in particolare, alle attività di posa del cavidotto.**

Il progetto dell'impianto eolico prevede, tra le varie soluzioni, l'interramento dei cavi nel fondale marino ad una profondità di 1-3 m mediante l'impiego di speciali aratri in grado di scavare la trincea con l'ausilio di mezzi navali. La posa del cavidotto mediante interro richiede la tracciatura e l'esecuzione dello scavo lineare, la posa del cavo direttamente o successivamente al suo deposito lungo il bordo della fossa e la ricopertura del solco. Le fasi possono essere contemporanee o scaglionate in successione temporale.

L'attività di escavazione necessaria all'interramento dei cavidotti comporta numerosi impatti sugli habitat di rilievo conservazionistico (*P. oceanica* e coralligeno), con possibili conseguenze negative sia dirette (legate alla sottrazione di habitat) che indirette (legate alla risospensione di sedimenti) (Badalamenti *et al.* 2006; Di Carlo *et al.*, 2005, 2007; Lewis Erftemeijer e Robin, 2006).

L'apertura di una trincea per l'interramento dei cavidotti in una prateria di *Posidonia*, in particolare, causa la distruzione di una cospicua fascia di habitat, sia per la rimozione diretta della *Posidonia* che per il soffocamento delle porzioni di prateria, nelle immediate vicinanze dello scavo, da parte dei sedimenti sospesi. Non esistono studi che dimostrino, inoltre, la capacità della *Posidonia* di ricoprire con nuova vegetazione le porzioni danneggiate, tenuto conto della modificazione di substrato operata dalla posa in opera della condotta, con la sostituzione di un substrato sabbioso o roccioso (le due tipologie di substrato sulle quali cresce la *P. oceanica*) con

un nuovo substrato differente e parzialmente artificiale (Balestri *et al.*, 1998; Molenaar *et al.*, 1993; Molenaar e Meinesz, 1995; Piazzini *et al.*, 1998; Sánchez-Lizaso *et al.*, 2009; Vangeluwe, 2007). Il trapianto, infine, resta una soluzione di compensazione molto costosa (circa 500 euro a metro quadro) e di scarsa o nulla efficacia (Badalamenti *et al.*, 2011).

Molto forti sono anche i possibili impatti indiretti legati alla risospensione dei sedimenti (Erftemeijer e Robin, 2006), a causa della esposizione di sostanze depositate, tra le quali possibili sostanze inquinanti (nutrienti, metalli pesanti, etc), nonché a causa dell'aumento di torbidità delle acque ed alterazione dell'equilibrio trofico.

POSSIBILI IMPATTI DERIVANTI DALLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

La realizzazione di barriere artificiali e di strutture metalliche in mare, può contribuire in maniera importante all'aumento dei valori di biodiversità di un'area marina costiera. Il fenomeno della colonizzazione di tali strutture da parte della fauna marina è stato ampiamente analizzato e dimostrato in numerosi studi scientifici (Bohnsak J.A. & Sutherland D.L., 1985; Bombace G *et al.*, 1994; Bull A.S. & Kendall J.J., 1994; Fabi G. & Fiorentini L., 1994; Relini G. *et al.*, 1994; Stephan C.D. & Osburn H.R., 1994; Simone Dürr, *et al.*, 2010).

In Italia, uno dei casi esemplari più studiati ed importanti è quello della piattaforma paguro, affondata nelle acque antistanti Ravenna a causa dell'esplosione di una sacca di gas. In figura 22 viene riportata la ricostruzione tridimensionale della piattaforma sommersa che si sviluppa per un'altezza di circa 26 metri dai - 8 m di profondità fino ai -34m.

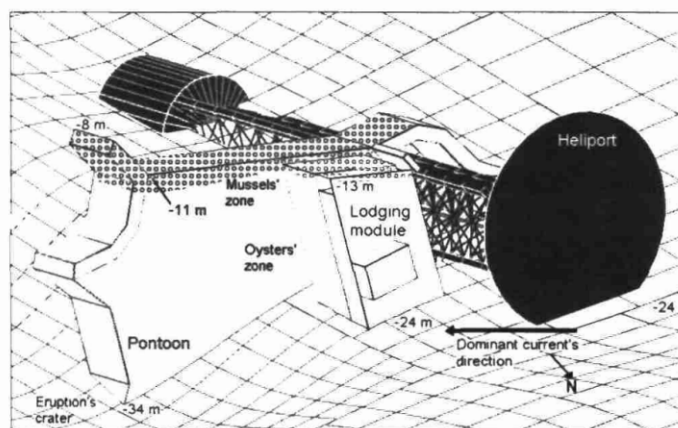


Figura 22: Ricostruzione tridimensionale della piattaforma sommersa paguro (Fonte ENVIRONMENTAL CHARACTERISATION AND MACROBENTHIC COMMUNITIES OF THE NORTHERN ADRIATIC "PAGURO" WRECK di Massimo Ponti *et al.*, 1996)

I popolamenti che caratterizzano tale struttura sono stati studiati ed illustrati in numerosi articoli scientifici. In virtù della straordinaria concentrazione di biodiversità ivi presente, nel 1995 con Decreto del Ministero delle Politiche Agricole, viene delimitata ed istituita in tale area una "zona di tutela biologica".

Lo specchio acqueo oggetto di tutela è stato poi successivamente regolamentato dalla locale Capitaneria di Porto attraverso un regolamento di fruizione che ha consentito

l'affidamento della gestione e dell'accesso all'area ad una cooperativa locale costituita da numerose associazioni locali, gruppi di ricerca e diving center. Ad oggi, il sito del Paguro, rappresenta uno delle mete più ambite del turismo subacqueo dell'Emilia Romagna e di tutto il nord Adriatico divenendo in tal modo una importante fonte di sviluppo economico per la comunità locale.

Alla luce di quanto sopra esposto, ed in particolare, dei risultati dell'esperienza della piattaforma Paguro, si ritiene che la fase di eliminazione dei corpi metallici delle pale eoliche off shore, debba essere preceduta da un'approfondita attività di studio e di monitoraggio dei fenomeni di ripopolamento generati da tali strutture. In caso di risultati positivi, ovvero di individuazione di corpi metallici che presentano rilevanti peculiarità naturalistiche ed ambientali, si auspica il mantenimento degli stessi al fine di:

- consentire l'aumento dei valori di biodiversità nell'area marina costiera oggetto di intervento attraverso il ripopolamento della fauna ittica;
- consentire uno sviluppo socio economico dell'area favorendo lo sviluppo di un turismo naturalistico-subacqueo e della filiera della piccola pesca a km 0;
- realizzare barriere antistrascico ai fini del mantenimento dei valori di biodiversità e dei servizi ecosistemici dell'area.

POSSIBILI MISURE DI MITIGAZIONE IN FASE DI CANTIERE E POSA IN OPERA

Tenuto conto delle cause di impatto elencate nei paragrafi precedenti, si propongono possibili strategie di mitigazione. In particolare per ciò che riguarda l'interramento del cavidotto si dovrebbero necessariamente prevedere :

- la realizzazione di azioni di contenimento del danno indiretto derivante dalla sospensione e diffusione dei sedimenti, utilizzando, nelle aree di scavo della trincea, apposite panne antitorbidità realizzate con geomembrane impermeabili galleggianti, ancorate al fondale ed applicate prima dell'inizio dell'attività di scavo, così da confinare completamente il settore interessato. Il posizionamento delle panne dovrà essere effettuato coerentemente con le correnti marine presenti al momento delle operazioni e le attività di scavo, inoltre, dovranno essere effettuate solo ed esclusivamente in assenza di mareggiate e forti correnti marine.
- di effettuare un parziale interrimento del cavidotto, che coinvolga solo gli habitat di scarso valore conservazionistico, prediligendo, invece, l'opzione di posizionare il cavidotto sul fondo al di sopra della prateria e del coralligeno (individuando appositi sistemi di fissaggio della stessa), allo scopo di evitarne lo scavo nei tratti interessati da questi habitat.

A tal fine si suggerisce l'utilizzo di sistemi di ancoraggio tipo "Manta Ray", indicati per l'installazione su fondi sabbiosi o misti con *Posidonia oceanica* ed opportunamente modificati per le esigenze dell'impianto

Il sistema di ancoraggio Manta Ray è stato messo a punto dalla Marina degli Stati Uniti con la denominazione di "pile-driven plate anchors" (PDPA), ma dopo la privatizzazione del brevetto è stato cambiato in Manta Ray. Le ancore di tipo Manta Ray possono essere di varie dimensioni per poter offrire la scelta migliore in base al tipo di suolo in cui devono essere impiegate e alla trazione a cui saranno sottoposte. Tutte le ancore sono dotate di una cuspid e a croce con terminale svasato ed ali laterali, anch'esse svasate, per favorirne la penetrazione al suolo. Nella parte posteriore dispongono di un alloggiamento cilindrico per accogliere l'utensile guida del martello percussore e seguirne la direzione di infissione

La posa in opera (Figura 23) avviene in tre fasi distinte:

1. L'asta di guida, viene fissata all'ancora ed il tutto viene infisso sul fondo con l'utilizzo di un martello a percussione.
2. Una volta raggiunta la profondità di infissione prevista, scelta in base alle caratteristiche ed alla tenuta del fondo, l'asta di guida viene sfilata e l'ancora rimane in posizione verticale.
3. La barra di tenuta dell'ormeggio, viene tensionata con l'utilizzo di un martinetto idraulico fino alla stabilizzazione dell'ancora. Il manometro posizionato sul martinetto indica la reale tenuta dell'ormeggio.

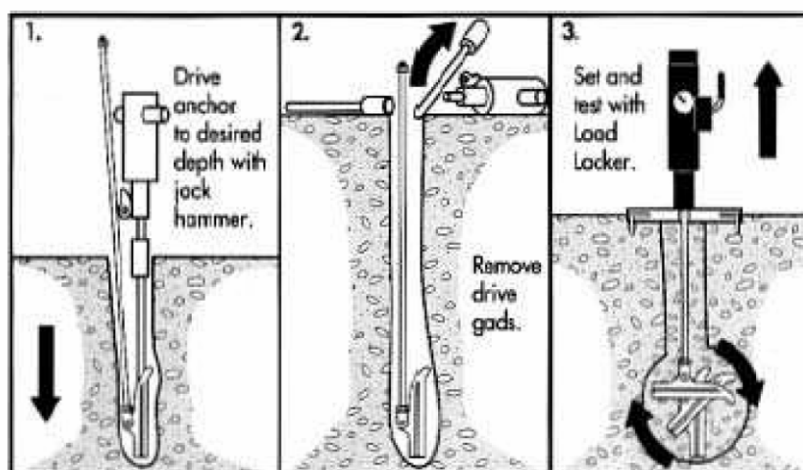


Figura 23: Fasi della posa in opera

Il sistema Manta Ray è quello più utilizzato nelle aree marine protette d'Italia ed è stato inserito nelle linee guida per la gestione di Campi di ormeggio telematici ecosostenibili - Progetto SEAPASS - promosso dal CONISMA, dalla Regione Puglia e dal Ministero dell'Ambiente.

Un'ulteriore sistema di installazione di ancoraggi per i fondi duri è il sistema Halas che consiste in uno spinotto d'acciaio inox dotato di una opportuna placchetta alla base e di un occhiello alla sommità. Lo spinotto viene cementato con una resina epossidica in un foro opportunamente praticato nel fondale marino.

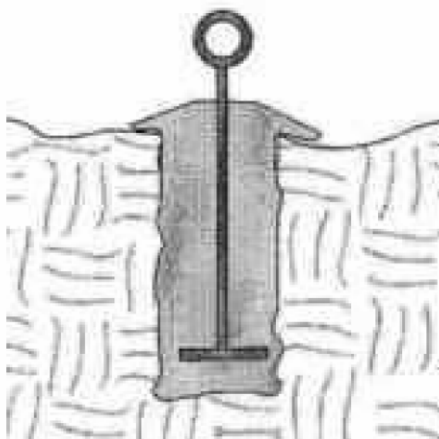


Figura 24: sistema di ancoraggio Halas

Recentemente in Italia è stato brevettato un nuovo sistema di fissaggio di ormeggi al fondo attraverso un "tassello a doppia espansione" (Figura 25), che garantisce tiri fino a 10.000 kg non più grazie alla cementazione ma tramite un doppio sistema di espansione visibile nella immagine seguente che si aggrappa alla roccia.

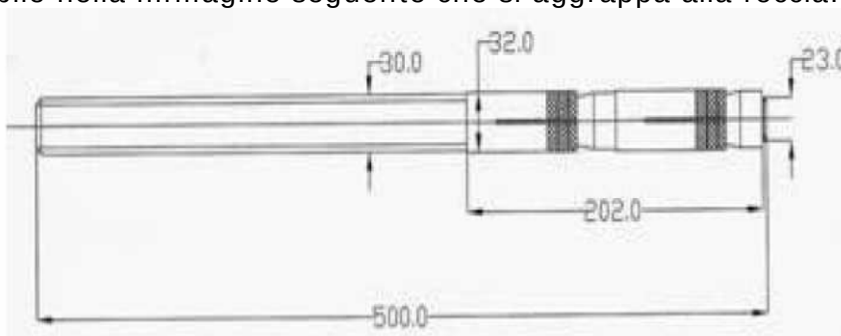


Figura 25: sistema di fissaggio di ormeggi al fondo attraverso un "tassello a doppia espansione"

Questo sistema è costruito interamente in acciaio inox AISI 316 con la sicurezza antisfilamento in teflon e prevede un foro nella roccia di circa 500 mm che successivamente andrà riempito con delle resine al solo scopo di escludere fenomeni di corrosione da ristagno d'acqua, è prevista inoltre l'applicazione di uno zinco sacrificale per la protezione catodica. Questo sistema è totalmente privo di impatto ambientale e consente un posizionamento di estrema precisione dello spinotto di fondo. Il successo di questa tecnologia sta nella scelta appropriata del substrato, da cui dipende fondamentalmente la capacità di tenuta. Tale scelta potrà essere fatta solamente a valle di una accurata ispezione del fondale che sarà necessario predisporre prima. Il sistema di ancoraggio del tipo Halas può essere applicato anche sui fondali a coralligeno, tuttavia occorre accuratamente saggiare la tenuta. Essendo fondali molto delicati bisogna evitare danneggiamenti prodotti sia in fase di installazione che quelli successivi dovuti all'aratura della cima di fondo.

La perforazione di un coralligeno di alta densità richiede un'ora per metro mentre ne richiede anche sei per il granito. La cementazione del foro di fondo deve essere eseguita con maestria con l'eventuale impiego di resine epossidiche bi-componente che possono anche essere miscelate direttamente sul fondo evitando il formarsi di una nube lattiginosa durante il trasporto del cemento nella discesa del subacqueo.

Si sottolinea, altresì, come la scelta dei sistemi soprarichiamati consente una forte riduzione dell'impatto non solo in fase di cantiere ma anche in quella di

dismissione dell'impianto. Infatti l'ancoraggio tramite sistemi tipo Manta Ray consente la rimozione totale del cavo congiuntamente ad un completo ed efficace ripristino dello stato dei luoghi.

Si suggeriscono infine delle misure di compensazione dell'impatto derivante dalla realizzazione di un impianto eolico off-shore, ed in particolare:

- la realizzazione di un'oasi di ripopolamento attraverso il posizionamento di massi su fondale sabbioso al fine di creare una zona di scogliera che funga da polo d'attrazione di specie ittiche pregiate e da protezione delle fasi riproduttive e giovanili, accogliendo la deposizione delle uova di molte specie;
- la realizzazione di una zona di tutela biologica (tipo ZTB) ai fini della tutela delle oasi di ripopolamento ittico costituite anche dalle strutture metalliche degli impianti
- la realizzazione di interventi di tutela e valorizzazione della biodiversità nei siti SIC, sia terrestri che marini, interessati direttamente dal campo eolico.

L'area marina oggetto di intervento sarà in parte affidata in concessione e, verosimilmente, interdetta del tutto alla navigazione. Tali limitazioni configurano delle situazioni riscontrabili unicamente nelle aree marine protette (AMP). Per tale motivo, si propone, in via sperimentale, un progetto pilota che prevede la zonizzazione dello specchio acqueo dell'impianto secondo quanto previsto dalla L. 394/91 per le aree marine protette, ed in particolare:

- una Zona A di riserva integrale, interdetta a tutte le attività che possano arrecare danno o disturbo all'ambiente marino. In tale zona, individuata in ambiti ridotti, sono consentite unicamente le attività di ricerca scientifica e le attività di servizio;
- una Zona B, di riserva generale, dove sono consentite, spesso regolamentate e autorizzate dall'organismo di gestione, una serie di attività che, pur concedendo una fruizione ed uso sostenibile dell'ambiente influiscono con il minor impatto possibile;
- una Zona C di riserva parziale, che rappresenta la fascia tampone tra le zone di maggior valore naturalistico e i settori esterni all'area marina protetta, dove sono consentite e regolamentate dall'organismo di gestione, oltre a quanto già consentito nelle altre zone, le attività di fruizione ed uso sostenibile del mare di modesto impatto ambientale.

All'interno della specchio acqueo oggetto di indagine si suggerisce, altresì, la predisposizione di progetti di tutela ed implementazione della biodiversità attraverso il posizionamento di massi per il ripopolamento o strutture tipo tecnoreef su fondali sabbiosi. Le barriere artificiali per il ripopolamento ittico rappresentano una tipologia di intervento per l'incremento della produzione ittica ed il recupero ambientale. L'effetto positivo di tali strutture si riscontra nella immediata colonizzazione degli stessi e nei fenomeni di ripopolamento delle aree contermini (effetto spill over). Il fine principale, come da definizione, è appunto quello di creare un habitat adatto ad ospitare specie ittiche di importanza commerciale che possono poi essere sfruttate dagli operatori della piccola pesca professionale seguendo opportune linee di gestione. In generale, si tratta di creare un habitat di fondo duro in realtà ambientali in cui tale substrato non è presente, per esempio in tratti di costa i cui fondali sono prevalentemente sabbiosi o fangosi. La presenza di tali substrati rocciosi consente

l'insediamento sia di organismi del benthos, sia di esemplari della fauna ittica (adulti e giovanili), i quali per altro tendono a concentrarsi presso le strutture artificiali in cui possono trovare nutrimento e rifugio. Molti studi hanno evidenziato come la fauna ittica associata ai substrati artificiali includa effettivamente molte specie tipiche di substrato roccioso che prima della creazione della barriera non erano presenti, incluse molte specie di interesse per la pesca. Nell'ipotesi di un intervento di questo tipo sarebbe opportuno attivare appropriati piani di monitoraggio pluriennali al fine di valutare l'effetto positivo di ripopolamento ittico delle aree contermini e le successive ricadute in termini ambientali ed economici. Studi ed analisi, infine, potrebbero essere approfonditi sul campo per monitorare gli impatti potenziali sulle sensibilità ambientali derivanti dai campi magnetici originati dai cavidotti.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2008. Convenzioni, Protocolli e Ratifiche. Ministero dell'Ambiente. Online: www.minambiente.it

Airoidi L., Beck M.W. (2007). Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 45: 345–405;

Apostolaki E.T., Marba N., Holmer M, Karakassis I. (2009). Fish farming enhances biomass and nutrient loss in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81, 390-400;

Badalamenti F., Di Carlo G., D'Anna G., Gristina M., Toccaceli M. (2006). Effects of dredging activities on population dynamics of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in the Mediterranean sea: the case study of Capo Feto (SW Sicily, Italy). *Hydrobiologia* 555: 253–261;

Badalamenti F, Alagna A, D'Anna G, Terlizzi A, Di Carlo G (2011). The impact of dredge-fill on *Posidonia oceanica* seagrass meadows: regression and pattern of recovery. *Marine Pollution Bulletin* DOI: 10.1016/j.marpolbul.2010.12.011;

Balestri E., Piazzì L., Cinelli F. (1998). Survival and growth of transplanted and natural seedlings of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in a damaged coastal area. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 228(2): 209-22;

Bardat J., Bensettiti F., Hindermeier X., (1997). Approche méthodologique de l'évaluation d'espaces naturels – exemple de l'application de la directive habitats en France. *Ecol.*, 28: 45-59.

Bianchi C.N. e Zurlini G., 1984. Criteri e prospettive di una classificazione ecotipologica dei sistemi marino costieri italiani. *Acqua aria*, 8: 785-796.

Bohnsak J.A. & Sutherland D.L., 1985. Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. *Bull. Mar. Sci.* 37: 11- 39.

Bombace G., Fabi G., Fiorentini L. & Speranza S., 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.* 55 (2-3): 559-580.

Bull A.S. & Kendall J.J., 1994. An indication of the process: Offshore platforms as artificial reefs in the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 55 (2- 3): 1086-1098.

- Di Carlo G., Badalamenti F., Jensen A. C., Koch E. W., Riggio S. (2005). Colonisation process of vegetative fragments of *Posidonia oceanica* (L.) Delile on rubble mounds. *Marine Biology* 147: 1261–1270;
- Di Carlo G., Badalamenti F., Terlizzi A. (2007). Recruitment of *Posidonia oceanica* on rubble mounds: Substratum effects on biomass partitioning and leaf morphology. *Aquatic Botany* 87: 97–103;
- Enea, 1986. Indagine ambientale del sistema marino costiero della regione Puglia. ENEA, Direzione Centrale Relazioni, Roma.
- Fabi G. & Fiorentini L., 1994. Comparison between an artificial reef and a control site in the Adriatic Sea: Analysis of four years of monitoring. *Fifth International Conférence On Aquatic Habitat Enhancement* 55 (2-3): 538-558.
- Mercuri T., Rizzo V., 1980. L'erosione del medio e del basso bacino del fiume Biferno. *Geol. Appl. Idrogeol.*, **15**:69-87
- Molenaar H., Meinesz A., Caye G. (1993). Végétative reproduction in *Posidonia oceanica*. Survival and development in different morphological types of transplanted cuttings. *Botanica Marina*, 36 : 481-488;
- Molenaar H., Meinesz A. (1995). Vegetative Reproduction in *Posidonia oceanica*: Survival and Development of Transplanted Cuttings According to Different Spacings, Arrangements and Substrates. *Botanica Marina*, 38 : 313-322;
- Parenzan, 1986. Puglia Marittima. Congedo editore, Lecce.
- Picard J., 1985. Réflexions sur les écosystèmes marins benthiques: hierarchisation, dynamique spatio-temporelle. *Tethys*, **11** (3-4): 230-242.
- Piazzì, L., Balestri, E., Magri, M., Cinelli, F., 1998. Experimental transplanting of *Posidonia oceanica* (L.) Delile into a disturbed habitat in the Mediterranean Sea. *Bot. Mar.* 41, 593–601;
- Relini G., Zamboni N., Tixi F. & Torchia G.. 1994. Patterns of sessile macrobenthos community development on an artificial reef in the Gulf of Genoa (northwestern Mediterranean). *Bull. Mar. Sci.* 55 (2-3): 745-771.
- Relini G., 2000. Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (3): 173-211.
- Relini G., 2002. Aree Marine Protette e conservazione della Biodiversità nei mari italiani. Atti della Conferenza Nazionale delle Aree Naturali Protette.
- Sánchez-Lizaso J. L.; Fernández-Torquemad, Y., González-Correa J. M. (2009). Evaluation of the viability of *Posidonia oceanica* transplants associated with a marina expansion. *Botanica Marina*, Volume 52.;
- Simone Dürr, Jeremy C. Thomason, Antonio Terlizzi, Marco Faimali. Fouling on Artificial Substrata. Published Online: 29 JAN 2010. DOI: 10.1002/9781444315462.ch12
- Stephan CD. & Osburn H.R., 1994. Use of petroleum platforms by Texas recreational anglers. *Bull. Mar. Sci.* 55 (2-3): 1353-1354
- Vangeluwe, D. (2007). Effets de la transplantation sur la biométrie et sur la dynamique des nutriments, du carbone et de la chlorophylle de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. PhD Thesis, Faculté des Sciences Département des Sciences et Gestion de l'Environnement Océanographie biologique. Université de Liège.