



INTERVENTI URGENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DEI TRATTI DI MAGGIOR RISCHIO E ALLA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE DINAMICHE EROSIVE NEI PUNTI DI MAGGIOR INTENSITÀ E INCIDENZA NELLA LINEA COSTIERA

Progetto Preliminare

Il Sindaco
Luigi Tedeschi

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Sara Angius

Responsabile dell'Ufficio Tecnico
Ing. Alessandro Naitana

GRUPPO DI LAVORO

CRITERIA

Criteria Srl (Mandataria)

Città:Ricerche:TERritorio:Innovazione:Ambiente
via Cugia, 14 09129 Cagliari (Italy)
tel. +39 070303583 - fax +39 070301180
E-mail: criteriaweb.com;
www.criteriaweb.com

Arch. Paolo Falqui – *direttore tecnico*

Geol. Maurizio Costa – *direttore tecnico*

Ing. Francesca Etzi



PRIMA INGEGNERIA STP S.S. (mandante)

Via G. Civinini, 8 – 57128 Livorno
p.iva 01530730496
Tel/Fax 0586 372660
E-mail: info@primaingegneria.it;
www.primaingegneria.it

Ing. Maurizio Verzoni

Ing. Pietro Chiavaccini

Ing. Nicola Buchignani

Ing. Nicola Verzoni

Progettazione
Ing. Nicola Buchignani
Ing. Pietro Chiavaccini
Geol. Maurizio Costa
Ing. Francesca Etzi
Arch. Paolo Falqui
Ing. Silvia Putzolu
Ing. Maurizio Verzoni
Ing. Nicola Verzoni

Geologia e Geotecnica
Geol. Maurizio Costa
Geol. Antonio Pitzalis
Geol. Giuseppe Serventi

Aspetti ambientali e naturalistici
Biol. Patrizia Carla Sechi
Biol. Francesca Frau
Nat. Riccardo Frau

Analisi meteomarine
Ing. Pietro Chiavaccini

Sicurezza
Ing. Nicola Buchignani

GIS e Cartografia
Cinzia Marcella Orrù

CONSULENZE ESTERNE
Arch. Enrica Campus
Arch. Giuseppe Loche
Arch. Alberto Loche
Dott. Archeo. Alfonso Stiglitz

1.5.3 CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOCENOSI MARINO-COSTIERE

1. INTRODUZIONE.....	2
1.1. Materiali e Metodi	3
1.2. Normativa di riferimento	4
2. ASPETTI FLORO - VEGETAZIONALI.....	7
3. ASPETTI FAUNISTICI	11
4. SETTORE MARINO IN LOCALITÀ SU PALLOSU.....	11
4.1. Caratterizzazione biocenotica di Su Pallosu	11
4.2. Effetti sulle comunità marino-costiere	13
5. SETTORE MARINO IN LOCALITÀ S'ARENA SCOADA.....	14
5.1. Caratterizzazione biocenotica di S'Arena Scoada.	14
5.2. Effetti sulle comunità marino-costiere	15
6. INDICAZIONI PER LE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DEL SETTORE MARINO.....	16
7. BIBLIOGRAFIA	18

1. INTRODUZIONE

L'obiettivo della presente relazione tecnica è la caratterizzazione delle principali biocenosi marino-costiere nei siti di Su Pallosu e S'Arena Scoada nell'ambito delle azioni riconducibili a *“Interventi urgenti per la messa in sicurezza dei tratti di maggior rischio e alla mitigazione degli effetti delle dinamiche erosive nei punti di maggior intensità e incidenza nella linea costiera - Progetto Preliminare”*.

La caratterizzazione è stata effettuata sulla base di dati provenienti esclusivamente dalla letteratura pregressa, letteratura grigia, pubblicazioni e cartografia, anche grazie ai lavori relativi alla presenza dei due adiacenti Siti di Importanza Comunitaria “Is Arenas” e “Stagno di Putzu Idu (Salina Manna e Pauli Marigosa)” nonché ai rilievi specialmente botanici effettuati nel territorio di Capo Mannu quale punto strategico per la presenza di un contingente di taxa endemici e di interesse fitogeografico

La conoscenza dell'ambiente marino-costiero attraverso la caratterizzazione delle biocenosi presenti, rappresenta un punto di partenza fondamentale per poter valutare le criticità ambientali connesse agli effetti che si potrebbero presentare a seguito della realizzazione degli interventi di contenimento del fenomeno di scalzamento del piede del sistema dunare nel sito di Su Pallosu e di mitigazione dell'azione erosiva dei frangenti d'onda sulle falesie e sulle ripe di erosione nel sito di S'Arena Scoada; le criticità più rilevanti sono da collegarsi in primo luogo ai possibili danni che si potrebbero verificare principalmente sui popolamenti marini e in particolare bentonici.

La conservazione della biodiversità e il mantenimento degli equilibri degli habitat marini è fondamentale per garantire il mantenimento dei servizi ecosistemici dell'ambiente e permettere un uso sostenibile delle risorse naturali (Dichiarazione ONU, Stoccolma 1972).

La tipologia di interventi previsti, nello specifico le operazioni di messa in sicurezza delle falesie e protezione del piede dunale ed eventualmente il ripascimento del litorale quest'ultimo nella sola località di Su Pallosu, potrebbero rappresentare dunque una minaccia soprattutto per le componenti bentoniche delle due aree con effetti diretti o indiretti sulle comunità vegetali e animali situate nelle zone di intervento o adiacenti.

Gli effetti più rilevanti che si possono considerare durante la realizzazione degli interventi sono legati alla distruzione diretta delle comunità bentoniche esistenti per esempio a seguito della potenziale caduta dei massi in mare durante le operazioni di eliminazione dei crostoni e blocchi di roccia instabile dalle parti più esterne di pareti e volte delle superfici aggettanti e conseguente aumento delle sospensioni.

Inoltre, questo tipo di impatto può comportare, anche se temporaneamente, un aumento della torbidità della colonna d'acqua, uno tra i parametri abiotici più importanti nell'influenzare (negativamente) le comunità bentoniche, attraverso due effetti principali:

1. diminuzione della penetrazione della luce nella colonna d'acqua con il conseguente impatto sulla fotosintesi, specialmente quella delle fanerogame marine come *Posidonia oceanica*;
2. produzione di un flusso di particelle che si depositano sul fondale e che, a seconda della circolazione locale, possono raggiungere anche distanze relativamente elevate; questo deposito di materiale fino sulle foglie delle fanerogame marine o sui talli di macroalghe bentoniche, anche se in piccole quantità, può avere un effetto importante sulla fotosintesi.

Considerate le caratteristiche delle aree oggetto di indagine, della tipologia di interventi che verranno effettuati e delle criticità presunte, risulta fondamentale procedere con la caratterizzazione delle differenti componenti biotiche in particolare floristiche per quanto concerne la superficie emersa e bentoniche nelle aree sommerse e semisommerse, in prima battuta attraverso l'esclusiva analisi della bibliografia disponibile prevedendo successivamente, indagini di campo mirate anche di tipo biologico.

Infatti, vista l'importanza e l'urgenza con la quale saranno effettuati gli interventi sulle aree e dei conseguenti effetti che ne potrebbero scaturire, si raccomanda di prevedere un monitoraggio pre e post interventi nel breve, medio e lungo termine che interessi in particolar modo la fascia del sopralitorale, mesolitorale e infralitorale, almeno superficiale nonché le superfici direttamente interessate dalle opere.

1.1. Materiali e Metodi

Per la caratterizzazione delle biocenosi marino-costiere presenti in queste due aree è stata fatta una ricerca bibliografica e sono state utilizzate in particolare le informazioni derivanti dai Piani di Gestione dei SIC "Is Arenas", SIC "Stagno di Putzu Idu (Salina Manna e Pauli Marigosa)" (entrambi attualmente in fase di aggiornamento) e da letteratura grigia. In generale sono state estrapolate tutte le informazioni, seppur parziali, sulla caratterizzazione biologica dei fondali, con particolare riferimento all'infralitorale e identificazione sia degli habitat naturali e delle specie tutelate ai sensi di convenzioni, norme e accordi internazionali, sia quelle protette dalle normative regionali o comprese nelle Liste Rosse IUCN (*International Union for Conservation of Nature*). Per ciascuna area di intervento viene riportata la descrizione delle matrici biologiche caratterizzanti gli habitat del piano sopralitorale, mesolitorale e infralitorale, con particolare riferimento agli habitat e alle specie di interesse comunitario sebbene le zone di interesse non ricadano all'interno di aree inserite nella Rete Natura 2000 e conservazionistico. Per ciascuna componente è stato messo in evidenza il livello di sensibilità e il potenziale impatto.

Si è inoltre analizzata la componente flora vegetazionale riferita in particolare al promontorio di Capo Mannu, nella propaggine settentrionale della penisola del Sinis. Sulla base dei dati termopluviometrici provenienti dalla stazione meteorologica di Santa Giusta, e della codifica climatica proposta da Rivas-Martinez (1996) e Rivas-Martinez *et al.* (1999-2002) è possibile ipotizzare per il settore un inquadramento bioclimatico afferente al Mediterraneo pluvistagionale oceanico, con termotipo termomediterraneo inferiore-superiore e ombrotipo secco inferiore-superiore.

Infine un leggero accenno viene rivolto alla fauna che grazie alla presenza di un habitat di falesia contribuisce ad arricchire ulteriormente la notevole biodiversità che caratterizza il territorio della penisola del Sinis.

1.2. Normativa di riferimento

Convenzione di Berna

La Convenzione di Berna (*Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats*), adottata a Berna il 19 settembre 1979, è stata ratificata dall'Italia con Legge n. 503 del 5 agosto 1981 ed approvata dal Consiglio Europeo con Decisione 82/72/CE del 3 dicembre 1981. La Convenzione ha come obiettivo la conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa mediante la cooperazione tra gli Stati. Gli allegati I, II e III della Convenzione contengono liste di specie di flora e fauna da tutelare, indicando diversi livelli di protezione:

1. allegato I (Berna 1): specie di flora rigorosamente protette, per le quali vige il divieto di raccolta, collezione, taglio o sradicamento.
2. allegato II (Berna 2): specie di fauna rigorosamente protette, per le quali vige il divieto di cattura, uccisione, deterioramento e distruzione di siti di riproduzione/riposo, molestia (soprattutto nei periodi di riproduzione, delle cure parentali e di ibernazione), raccolta/distruzione/detenzione delle uova, detenzione e commercio di animali vivi o morti o di parti di animali; l'obbligo di salvaguardia degli habitat con particolare attenzione alla protezione di aree di svernamento, migrazione, raduno, alimentazione e muta.
3. allegato III (Berna 3): lista di specie della fauna protette, per cui sono previsti il prelievo regolato e attuato purché non comprometta lo stato di conservazione della specie; periodi di chiusura alla caccia, e deroghe di caccia locali; la salvaguardia degli habitat con particolare attenzione alla protezione di aree di svernamento, migrazione, raduno, alimentazione e muta.

Convenzione di Bonn

La Convenzione di Bonn (*Convention on Migratory Species of Wild Animals - CMS*), adottata a Bonn il 23 giugno 1979, è un trattato intergovernativo concluso sotto l'egida dell'ONU, che ha

come obiettivo la conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica in tutto il loro areale di distribuzione, con particolare attenzione alle specie caratterizzate da un cattivo stato di conservazione. L'Italia ha ratificato la Convenzione tramite la Legge n. 42 del 25 gennaio 1983.

La Convenzione comprende 2 allegati:

1. allegato I: riporta le specie migratrici minacciate di estinzione
2. allegato II: elenca le specie che potrebbero beneficiare significativamente di una maggior cooperazione internazionale.

Ai fini della protezione delle specie, le parti contraenti si impegnano in particolare a: garantire la conservazione degli habitat delle specie minacciate e ad eliminare i fattori di rischio che possono impedire o interferire con la migrazione delle specie.

Convenzione di Barcellona e Protocollo SPA/BIO

La Convenzione di Barcellona (Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento), trattato intergovernativo nato sotto l'egida del Programma per l'ambiente (UNEP - *United Nations Environment Programme*), è stata firmata a Barcellona il 16 febbraio 1976 da 16 governi e dalla CEE. Entrata in vigore nel 1978, è stata ratificata dall'Italia con la Legge n.30 del 25 gennaio 1979. E' stata ratificata dall'Italia con la legge n. 175 del 27 maggio 1999. Oggi la Convenzione di Barcellona vede coinvolte 22 Parti Contraenti, tra le quali anche la CE. La Convenzione di Barcellona ha lo scopo di prevenire, ridurre, combattere ed eliminare l'inquinamento nel Mar Mediterraneo e proteggere e migliorare l'ambiente marino e marino-costiero per contribuire allo sviluppo sostenibile. Per raggiungere gli scopi prefissati, la Convenzione si è dotata di 7 protocolli: nell'ambito del presente studio, e con particolare riferimento all'individuazione di habitat e/o specie minacciate da proteggere, l'accordo di riferimento è costituito dal Protocollo relativo alle Zone Specialmente Protette e alla Biodiversità nel Mediterraneo (Protocollo SPA/BIO), che risponde alla necessità di colmare la lacuna normativa sulla conservazione dell'ambiente marino, in quanto la Direttiva Habitat (92/43/CEE), pur costituendo uno strumento fondamentale per la difesa della biodiversità, essendo rivolta principalmente all'ambiente terrestre, non ha avuto la stessa efficacia per la difesa dell'ambiente marino. Con decisione n. 1999/800/CE la Comunità Europea ha aderito al protocollo e sottoscritto gli allegati, che sono tre:

1. allegato I, che fornisce i criteri per la scelta delle aree costiere e marine protette da inserire nella "Lista delle zone particolarmente protette di rilevanza mediterranea", denominata "Lista delle ASPIM";
2. allegato II, che fornisce l'elenco delle specie in pericolo o minacciate;
3. allegato III, che fornisce l'elenco delle specie il cui sfruttamento deve essere regolamentato.

Direttiva Habitat

La Direttiva 92/43/CEE, detta Direttiva Habitat, è uno strumento normativo comunitario che ha come obiettivo la conservazione degli habitat naturali e seminaturali e delle specie selvatiche animali e vegetali di interesse comunitario. L'Italia ha dato attuazione alla Direttiva con D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, modificato con D.P.R. n. 12 marzo 2003, n. 120. Gli obiettivi specifici della Direttiva sono la creazione di una rete ecologica europea coerente, denominata Rete Natura 2000, costituita da Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS).

L'elenco dei tipi di habitat naturali di interesse comunitario da tutelare è riportato nell'allegato I della Direttiva, mentre l'allegato II contiene la lista delle specie animali e vegetali d'interesse comunitario, comprese quelle prioritarie. Gli altri allegati alla Direttiva riportano i criteri di selezione dei siti adatti per essere individuati quali siti di importanza comunitaria e designati quali zone speciali di conservazione (allegato III), le specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione specifica, che comporta ad esempio divieto di raccolta, distruzione, possesso, trasporto, commercializzazione (allegato IV), le specie animali e vegetali di interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione (allegato V) e i metodi e mezzi di cattura e di uccisione nonché le modalità di trasporto vietati (allegato VI).

Liste Rosse IUCN

Oltre a tutte le norme di tutela, accordi e/o convenzioni internazionali, per poter identificare al meglio le specie floristiche e faunistiche, si raccomanda di considerare anche le entità elencate nelle Liste Rosse della flora e fauna minacciate.

Le Liste Rosse sono elenchi di specie, riferiti ad un dato territorio, in cui per ogni *taxon* viene indicato il livello di rischio d'estinzione, tale *status* viene definito mediante un processo di valutazione standardizzato (*Risk Assessment*). Le procedure di *Risk Assessment* sviluppate dalla *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) rappresentano oggi lo standard internazionale di riferimento, essendo denotate da caratteristiche di ripetibilità ed affidabilità dei risultati.

Le Liste Rosse della IUCN, nate circa 30 anni fa allo scopo di indirizzare la pianificazione delle strategie di conservazione, sono considerate attualmente "il più autorevole e obiettivo sistema di classificazione delle specie a rischio di estinzione" (www.iucnredlist.org).

2. ASPETTI FLORO – VEGETAZIONALI

Sulla base dei dati termopluviometrici provenienti dalla stazione meteorologica di Santa Giusta, e della codifica climatica proposta da Rivas-Martinez (1996) e Rivas-Martinez *et al.* (1999-2002) è possibile ipotizzare per il settore un inquadramento bioclimatico afferente al Mediterraneo pluvistagionale oceanico, con termotipo termomediterraneo inferiore-superiore e ombrotipo secco inferiore-superiore.

La vegetazione dell'area, attuale e potenziale, ricade nella Serie sarda occidentale, calcicola, termomediterranea del ginepro turbinato (*Chamaeropo humius-Juniperetum turbinatae*).

La flora dell'area vasta, quantificabile in circa 800 *taxa*, presenta la prevalenza di elementi terofitici a corologia mediterranea; le famiglie più rappresentate risultano essere le *Asteraceae*, le *Fabaceae* e le *Poaceae*.

Nelle zone di falesia e presso il faro di Capo Mannu si rileva la presenza di alcuni tratti residuali di macchia bassa e gariga costiera di rilevante interesse botanico. Tra le specie di rilevanza nazionale va segnalata la presenza, come relitto, della rara cistacea *Helianthemum caput-felis* Boiss¹, presente in Italia unicamente nel Sinis settentrionale, con particolare frequenza a *Capo Mannu*, sul margine superiore delle falesie. In Sardegna la specie si rinviene su substrati di natura prevalentemente carbonatica, compatti o talvolta sabbiosi, su calcari marnosi o su suoli arenacei, a quote comprese tra 5 e 55 m s.l.m.; solo sporadicamente si rinviene su suoli più evoluti, nelle interruzioni delle boscaglie a *Juniperus phoenicea* L. subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman.

Le cenosi cui partecipa si caratterizzano per la presenza di un contingente di *taxa* endemici (*Limonium lausianum* Pignatti, *Polygala sinisica* Arrigoni) e di interesse fitogeografico (*Viola arborescens* L., *Coris monspeliensis* L. ssp. *monspeliensis*, *Erica multiflora* L.).

Nel territorio di Capo Mannu si ritrovano numerosi aggruppamenti vegetali, taluni dall'elevato interesse biogeografico. Tra questi sono diffusi in particolare quelli a *Rosmarinus officinalis* L. e *Pistacia lentiscus* L., a *Genista corsica* (Loisel.) DC., a *Cistus* sp.pl. e a *Erica multiflora* L.; inoltre, specialmente nei pressi del faro, sono presenti dei ginepreti con un aspetto cespuglioso e talvolta più o meno strisciante.

La vegetazione psammofila costiera, localizzata nei litorali sabbiosi si rinviene sebbene frammentata sia a Nord che a Sud del Capo, suddivisa in fasce parallele alla costa, ciascuna delle quali corrisponde ad una diversa situazione ecologica. In linea di massima ritroviamo, partendo dalla linea di deriva, sulla sabbia *Salsola kali* L., *Salsola soda* L. e *Cakile maritima* Scop..

Le associazioni psammofile che dovrebbero seguire sono continuamente rimaneggiate a causa della notevole pressione antropica a cui è sottoposta l'intera zona.

¹ La specie è inclusa negli Allegati della Convenzione di Berna, protetta dalla Direttiva Habitat (92/43/CEE) e indicato nella Lista Rossa delle Piante d'Italia come CRITICO

Segue, sebbene degradata, una zona di accumuli sabbiosi di una certa stabilità dove diverse piante tendono a fissare la sabbia. L'associazione dell'*Agropyretum mediterraneum* caratterizzata dalla specie *Agropyron junceum* L. Beauv., prepara il substrato per l'insediamento, in aree poco più distanti e su sabbie più stabilizzate, di *Ammophila littoralis* Beauv. Quando l'ammofiletto è abbastanza vicino al mare, nelle parti interdunali e postdunali si può insediare anche il *Crucianelletum maritimae* rappresentata da specie tipiche quali *Crucianella maritima* L., *Pancratium maritimum* L. e *Ononis variegata* L.

Nell'area di interesse del progetto si osserva la presenza di cenosi costiere psammofile o casmofitiche, localmente rimaneggiate dalle attività umane che ne hanno ridotto e frammentato i popolamenti. A partire dalla fascia afitoica si osserva la presenza della vegetazione terofitica dei substrati ad elevato contenuto di nutrienti organici, forniti prevalentemente dalla *Posidonia oceanica* (L.) Delile spiaggiata; in tale contesto si instaurano cenosi con ravastrello (*Cakile maritima* Scop.), ginestrino delle scogliere (*Lotus cytisoides* L.), giglio marino (*Pancratium maritimum* L.) e alcune specie del genere *Silene*. Il settore dinamicamente contiguo ad esso è rappresentato da formazioni tipiche delle dune embrionali, con presenza di gramigna delle spiagge (*Sporobolus pungens* Schreb.) e ammobila (*Ammophila arenaria* (L.) Link. ssp. *arenaria*), e delle dune stabilizzate con prevalenza di elicriso e rubia marina (*Crucianella maritima* L.); tale assetto ecologico si riscontra prevalentemente nel litorale in località Su Pallosu. Le coste rocciose sono caratterizzate da limiti sub-verticali, che localmente formano falesie a strapiombo sul mare, seppur di altezze limitate; queste sono caratterizzate dall'instaurarsi di cenosi alo-rupicole riconducibili alla classe sintassonomica del *Crithmo-Limonietea*, con prevalenza di finocchio di mare (*Crithmum maritimum* L.), elicriso (*Helichrysum microphyllum* Camb. ssp. *tyrrhenicum* Bacch., Brullo et Giusso), dell'endemico limonio a foglie strette (*Limonium acutifolium* (Rchb.) Salmon) e della canforata di Montpellier (*Camphorosma monspeliaca* L.); si riscontrano esempi di tali formazioni nella costa rocciosa in località S'Arena Scoada.

La componente arbustiva del settore, localmente frammentata e discontinua, presenta la prevalenza di lentisco (*Pistacia lentiscus* L.) e ginepro turbinato (*Juniperus phoenicea* L. ssp. *turbinata* (Guss.) Nyman).

Consistente il contingente di specie alloctone, la cui diffusione è stata favorita principalmente dall'uomo, in quanto trattasi di specie largamente utilizzate per scopi ornamentali in contesti privati, e naturalizzatesi nei terreni adiacenti. Tali specie quali fico degli ottentotti (*Carpobrotus acinaciformis* (L.) Bolus), acacia (*Acacia saligna* (Labill.) Wendl.), fico d'india (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) e agave (*Agave americana* L.), si caratterizzano per una migliore competitività biologica rispetto alle specie autoctone, alle quali sottraggono superfici destrutturando e inibendo le naturali dinamiche vegetali.



Figura 1 - Aspetto di seriazione psammofila delle dune embrionali e stabilizzate (Loc. Su Pallosu)



Figura 2 - Vegetazione casmofitica (Loc. S'Arena Scoada)



Figura 3 - Elementi di vegetazione alo-rupicola a bassa copertura con elementi endemici (*Limonium* sp.) (Loc. S'Arena Scoada)



Figura 4 - Vegetazione pioniera su roccia, caratteristica dei substrati psammofili (Loc. S'Arena Scoada)

3. ASPETTI FAUNISTICI

L'importanza dal punto di vista faunistico dell'area è principalmente legata alla presenza di numerosi stagni che, nella Penisola del Sinis, occupano un'ampia superficie. Tuttavia a Capo Mannu è possibile osservare non solo specie comuni nel territorio costiero sardo quali gabbiani reali (*Larus cachinnans*), corvi imperiali (*Corvus corax*), colombi selvatici (*Colomba livia*), rondoni (*Apus apus*) ma anche alcuni uccelli rari e minacciati di estinzione e/o protetti da Direttive europee² e convenzioni internazionali come ad esempio il falco pellegrino (*Falco peregrinus*) e il gabbiano corso (*Larus audouinii*). Il Capo inoltre è zona di passaggio per uccelli migratori (in particolare berte) e nidificanti (in particolare rapaci).

4. SETTORE MARINO IN LOCALITÀ SU PALLOSU

La spiaggia di Su Pallosu, lunga circa 730 m e larga circa 30 m, è rappresentata da un cordone sabbioso che separa lo stagno di Pauli Marigosa dal mare. Questa spiaggia va a costituire e chiudere le zone umide del complesso di Sa Salina Manna, area di grande interesse naturalistico (da PUL 2014). Questa area si trova compresa tra due Siti di Importanza Comunitaria e più precisamente tra il SIC ITB032228 "Is Arenas" a nord-est e il SIC ITB030038 – "Stagno di Putzu Idu (Salina Manna e Pauli Marigosa)" a sud.

In questa area è prevista la realizzazione di opere di difesa costiera al fine di contenere il fenomeno di scalzamento del piede dunale. Nello specifico è previsto il posizionamento di una palificata doppia il cui nucleo è costituito da geocontenitori in fibra naturale riempiti di inerti di cava formanti strutture "morbide" che servono per proteggere lo scalzamento del piede della scarpata dunale.

In generale sono state reperite informazioni, seppur parziali sulla caratterizzazione biologica dei fondali, con particolare riferimento all'infralitorale e identificazione degli habitat naturali e delle specie di cui agli allegati della direttiva Habitat 92/43/CEE, nonché ai sensi del Protocollo sulle Aree Specialmente Protette e la Diversità Biologica nel Mediterraneo (Convenzione di Barcellona, 10/06/1995), ratificato dall'Italia con legge 175 del 25/05/99 (G.U. n° 140 suppl. ord. 17/06/99).

4.1. Caratterizzazione biocenotica di Su Pallosu

Le informazioni relative al piano sopralitorale e mesolitorale della zona antistante "Su Pallosu" sono pressoché assenti, mentre per quanto riguarda il piano infralitorale sono molto carenti per quanto concerne i primi metri di profondità. Sono disponibili maggiori dettagli per le biocenosi infralitorali che si trovano a profondità superiori. In linea generale i fondali antistanti la spiaggia

² Direttiva Uccelli (2009/147/CE)

di Su Pallosu sono caratterizzati, nei primi metri di profondità, da fondi mobili e substrati rocciosi prevalenti nel settore nord-occidentale dell'area. Sul fondale roccioso è presente un affioramento superficiale di *Posidonia oceanica*, identificabile come ecomorfosi a barriera del posidonieto (habitat III.5.1.2 del protocollo SPA/BIO), apparentemente ben conservato.

La prateria di *Posidonia oceanica*, sebbene frastagliata, inizia ad una distanza dalla costa di circa 600 m soprattutto nel settore più a sud della spiaggia. A partire da una profondità di 5 metri la prateria si sviluppa con continuità via via crescente con la profondità e si estende fino a circa 30 metri, in corrispondenza dell'interruzione del ripiano costiero roccioso cui segue la piana sedimentaria; in tutta l'area la prateria di *Posidonia oceanica* è impostata prevalentemente su roccia e matte che, data la forte eterogeneità del fondale, risulta abbastanza frammentata (Guala et al 2011). Da una analisi dei dati disponibili e dalle immagini satellitari è possibile infatti evidenziare, al pari della prateria antistante Is Arenas, una discontinuità per la presenza di zone sabbiose prive di copertura vegetale e vaste aree rocciose dove *Posidonia oceanica* è presente in forma di cespugli isolati di dimensioni variabili. Non si hanno informazioni sull'eventuale situazione di disturbo/equilibrio.

Non essendo disponibili informazioni sulle comunità presenti nell'area di Su Pallosu, si riportano quelle relative all'area adiacente di Is Arenas, considerandole un *continuum* ecologico in virtù della loro contiguità spaziale. A Is Arenas sono stati censiti 144 *taxa*, di cui 48 vegetali e 96 animali, 68 invertebrati e 28 pesci (AAVV, 2011 - Fondazione IMC Onlus – Centro Marino Internazionale, 2011). Per ciascuna di queste specie è stata verificata la sensibilità ed è risultato che alcuni habitat e specie presenti sono di interesse conservazionistico e di rilevanza per diverse Convenzioni e Direttive (Tab. 1).

Per gli habitat marini meritevoli di protezione sono stati rilevati 4 habitat ai sensi della Convenzione di Barcellona e un solo habitat prioritario incluso nell'allegato I della direttiva Habitat 92/43/CEE l'habitat 1120*, Praterie di *Posidonia* (*Posidonion oceanicae*).

Resta da confermare invece l'habitat 1110 "Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina" registrato per Is Arenas, ma per il quale sono necessarie specifiche indagini di campo. Per definizione si tratta di banchi di sabbia dell'infralitorale permanentemente sommersi da acque che raramente superano i 20 m. Questo habitat è molto eterogeneo e può essere articolato in relazione alla granulometria dei sedimenti e alla presenza o meno di fanerogame marine.

Gli habitat presenti ai sensi della Convenzione di Barcellona sono i seguenti: Associazione a *Posidonia oceanica* (cod. III. 5.1), Ecomorfosi di prateria a barriera (cod. III.5.1.2.), Fondi duri e rocce infralitorali (cod. III.6). e Biocenosi delle alghe infralitorali (cod. III.6.1).

Di seguito si riporta l'elenco delle specie indicate nella lista di riferimento del RAC-SPA (UNEP, 2002).

Tabella 1 - Specie indicate nella lista di riferimento del RAC-SPA (UNEP, 2002) e indicazione delle altre Convenzioni/Direttive nelle quali sono richiamate.

	BERNA 1	BERNA 2,3	HABITAT	ASPIM 2,3
Magnoliophyta				
<i>Posidonia oceanica</i>				
Phaeophyceae				
<i>Cystoseira spp.</i>				
Mollusca				
<i>Pinna nobilis</i>				
<i>Patella ferruginea</i>				
Echinodermata				
<i>Ophidiaster ophidianus</i>				
<i>Paracentrotus lividus</i>				
<i>Centrostephanus longispinus</i>				

A parte *Posidonia oceanica*, per la quale si hanno dati certi circa la sua reale presenza sia come prateria sia come ecomorfosi a barriera, per tutte le altre specie si presume siano presenti in quanto documentate nelle aree limitrofe.

4.2. Effetti sulle comunità marino-costiere

E' noto che la realizzazione di interventi di difesa della costa, necessari per preservare e proteggere dall'erosione arenili, edifici e infrastrutture, determina cambiamenti sull'ambiente, che possono generare impatti significativi soprattutto in presenza di habitat e/o specie sensibili. In fase di pianificazione e progettazione di un'opera di difesa costiera, quindi, sarebbe necessario tenere conto, non solo dell'efficacia di un'opera nel contrastare l'erosione, ma anche degli effetti che la sua presenza può generare sull'ambiente emerso e sommerso. Gli effetti più importanti che si possono considerare per le diverse specie bentoniche, quali per esempio *Pinna nobilis*, *Posidonia oceanica*, sono:

1. interrimento/disinterimento delle comunità esistenti
2. modifica delle condizioni ambientali tipiche della comunità (idrodinamismo, torbidità, granulometria, nutrienti, materia organica, etc...)
3. comparsa di specie opportuniste che alterano la struttura e la composizione originale della comunità.

Altri effetti indotti sull'ambiente dalla realizzazione di tutte le opere di difesa costiera sono quelli causati, in fase di cantiere, dal rumore e dal calpestio. E' noto infatti che il rumore, associato sia

ai macchinari sia alla presenza dell'uomo, può indurre disturbi non trascurabili sulla fauna presente (quali pesci, rettili e mammiferi marini, uccelli), con il possibile allontanamento seppur temporaneo, delle specie coinvolte e l'abbandono delle nidiate. Per quanto concerne il calpestio questo può arrecare fenomeni di frammentazione ai danni di individui/popolamenti vegetali anche di pregio.

5. SETTORE MARINO IN LOCALITÀ S'ARENA SCOADA

Il tratto costiero oggetto degli interventi di messa in sicurezza della fascia costiera si sviluppa in maniera puntuale nel tratto costiero compreso tra P.ta S'Incodina a P.ta S'Architteddu ed è costituito da una falesia rocciosa interessata da un processo evolutivo definito di tipo regressivo. Quest'area si trova in prossimità del Sito di Importanza Comunitaria ITB030038 –“*Stagno di Putzu Idu (Salina Manna e Pauli Marigosa)*” ed è esposta all'azione dei venti del IV quadrante. Proprio al vento di maestrale e al moto ondoso conseguente è attribuibile la demolizione delle falesie e l'accumulo di grandi quantità di sedimenti nei tratti di costa bassa formandosi così due tomboli sabbiosi, la spiaggia di Putzu Idu e di Su Pallosu e la conseguente trasformazione del Capo Mannu in penisola (PdG SIC ITB030038).

In questa area è prevista la realizzazione di opere di difesa e consolidamento della falesia attraverso disgaggi delle frazioni pericolanti e protezione con scogliere aderenti. Inoltre nel caso di vuoti ipogei sono previsti interventi di riempimento con materiale inerte di opportune caratteristiche e consolidamento delle superfici de-coese.

In generale, anche per l'area di S'Arena Scoada, sono state reperite informazioni parziali sulla caratterizzazione biologica dei fondali, con particolare riferimento all'infralitorale e identificazione degli habitat naturali e delle specie di cui agli allegati della direttiva Habitat 92/43/CEE, nonché ai sensi del Protocollo sulle Aree Specialmente Protette e la Diversità Biologica nel Mediterraneo (Convenzione di Barcellona, 10/06/1995), ratificato dall'Italia con legge 175 del 25/05/99 (G.U. n° 140 suppl. ord. 17/06/99).

5.1. Caratterizzazione biocenotica di S'Arena Scoada.

Le informazioni relative a quest'area derivano principalmente dal Piano di Gestione SIC ITB030038 Stagni di “Putzu Idu - Salina Manna e Pauli Marigosa e da osservazioni personali. Il Piano di gestione, in questo contesto costituisce lo strumento più importante, in mancanza di altre fonti, per determinare un preliminare inquadramento del sito d'intervento dal punto di biocenotico.

L'area è caratterizzata da falesie in continua evoluzione, situate agli estremi nord e sud, e presentano elementi di forte instabilità, sia sulla parte alta dove le coperture terrigene sono intensamente alterate già nei livelli immediatamente sottostanti i suoli, che nella parte più bassa, dove si trovano calcari laminati che presentano un'intensa fratturazione. Per la

caratterizzazione biocenotica delle falesie non sono reperibili informazioni di natura bibliografica e cartografica.

In linea generale i fondali antistanti le aree di intervento sono caratterizzati, nei primi metri di profondità, prevalentemente da fondi duri, sabbia e depositi di foglie morte di *Posidonia oceanica* che spesso formano *banquette* di dimensione variabile lungo la costa (habitat prioritari I.2.1.5 – Facies delle fanerogame spiaggiate (parte superiore) – e II.3.1.1 – facies degli ammassi spiaggiate di foglie morte di *Posidonia oceanica* (parte inferiore) – ai sensi del protocollo SPA/BIO).

A partire da circa 5-7 metri di profondità si profila l'habitat prioritario (secondo la Direttiva Habitat) 1120* Prateria di *Posidonia* (*Posidonium oceanicae*) con morfologia discontinua dove *Posidonia oceanica* è presente in forma di cespugli isolati di dimensioni variabili prevalentemente su roccia. Non si hanno informazioni sull'eventuale situazione di disturbo/equilibrio.

L'insufficienza delle conoscenze sulla reale distribuzione dell'habitat e la mancanza di bibliografia attestante la presenza di specie associate all'habitat non consente di definirne un elenco. Tuttavia si può ipotizzare almeno la presenza di specie numericamente cospicue e facilmente riscontrabili nell'habitat, quali *Pinna nobilis* e *Paracentrotus lividus*.

Dall'analisi delle informazioni disponibili su base cartografica degli habitat marini presenti nell'area (PDG SIC ITB030038), oltre l'habitat 1120* è segnata la presenza dell'habitat 1160 "Grandi cale e baie poco profonde"; non si hanno informazioni circa lo sviluppo dell'habitat in questa zona, ma per definizione, questo habitat non ha specie animali e vegetali caratteristiche ma è costituito da un complesso eterogeneo di habitat quali:

- 1110 "Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina",
- 1140 "Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea",
- 1170 "Scogliere"

Per ciascuno dei suddetti habitat sono sottesi e correlate ulteriori biocenosi (con facies e associazioni) individuate ai sensi della Convenzione di Barcellona, e pertanto una definizione di dettaglio degli stessi risulta opportuna per la caratterizzazione delle biocenosi presenti, in particolar modo quelle che si sviluppano dal mesolitorale ai primi metri dell'infralitorale.

5.2. Effetti sulle comunità marino-costiere

Gli effetti più importanti che si possono considerare per le diverse specie bentoniche, quali per esempio la *Pinna nobilis*, *Posidonia oceanica*, sono:

1. interrimento-disinterrimento delle comunità esistenti
2. modifica delle condizioni ambientali tipiche della comunità (idrodinamismo, torbidità, granulometria, nutrienti, materia organica, etc...).

3. comparsa di specie opportuniste che alterano la struttura e la composizione originale della comunità.

Altri effetti indotti sull'ambiente dalla realizzazione di tutte le opere di difesa costiera sono quelli causati, in fase di cantiere, dal rumore e dal calpestio. E' noto infatti che il rumore, associato sia ai macchinari sia alla presenza dell'uomo, può indurre disturbi non trascurabili sulla fauna presente (quali pesci, rettili e mammiferi marini, uccelli), con il possibile temporaneo allontanamento delle specie coinvolte nei siti di intervento e l'abbandono delle nidiate. Per quanto concerne il calpestio questo può arrecare fenomeni di frammentazione ai danni di individui/popolamenti vegetali anche di pregio.

La scarsa conoscenza della distribuzione e dello status di conservazione dell'habitat 1120* e 1160 rende difficile una precisa caratterizzazione degli stessi. Ciò comporta il rischio che si verifichino variazioni non identificabili ne tanto meno quantificabili a priori. Si raccomandano, pertanto, monitoraggi specifici al fine di poter definire, se necessari, precisi interventi di conservazione.

6. INDICAZIONI PER LE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DEL SETTORE MARINO

Sulla base delle caratteristiche delle aree oggetto di indagine, e in considerazione della carenza di informazioni disponibili, della tipologia di interventi che verranno effettuati e delle criticità presunte, risulta fondamentale una caratterizzazione preventiva delle differenti componenti, in particolare quelle bentoniche, attraverso indagini dirette come di seguito sommariamente descritte.

Biocenosi di fondo duro. Osservazioni in continuo nelle aree lungo tutta la costa secondo il metodo CARLIT, (*CARTography of LITtoral and upper-sublittoral benthic communities*, Ballesteros et al., 2007; Mangialajo et al., 2008) attraverso l'utilizzo di tecniche di rilevamento e analisi ampiamente in uso in ambito Mediterraneo per la valutazione della distribuzione e dello stato ecologico delle biocenosi di fondo roccioso dei piani superficiali. Il metodo CARLIT è un metodo cartografico che sfrutta lo sviluppo lineare dei popolamenti macroalgali sulla costa rocciosa medioltorale e della frangia infralitorale e i dati raccolti vengono inseriti in un Sistema d'Informazione Geografica (GIS). Il metodo consente di identificare le specie presenti, valutare l'evoluzione spazio-temporale dei popolamenti e calcolare lo stato ecologico dei corpi idrici interessati secondo i criteri indicati dalla Direttiva Comunitaria sulle acque (Water Framework Directive, 2000/60/CEE).

Biocenosi di fondi mobili. Le indagini vengono effettuate in stazioni differenti a distanze predefinite per ciascuna area di intervento, con piano di campionamento da definire,

attraverso prelievi per la caratterizzazione bentonica dei fondi mobili (sabbioso). I campioni prelevati mediante l'uso della benna di tipo Van Veen e analizzati in laboratorio per l'identificazione specifica degli organismi. Il monitoraggio della macrofauna bentonica di fondo mobile offre il vantaggio di fornire una buona quantità di informazioni sulle caratteristiche ecologiche dell'ambiente di fondo e sulle risposte ai cambiamenti ambientali. Le specie macrozoobentoniche, inoltre, sono generalmente dotate di una vita media relativamente lunga e pertanto rappresentano una sorta di memoria biologica delle variazioni che avvengono nell'ambiente circostante.

Posidonia oceanica e specie bentoniche associate. A partire dalle informazioni cartografiche disponibili e con piano di campionamento da definire, le indagini sono effettuate per ciascuna area, attraverso le seguenti attività:

1. Identificazione del tipo di substrato dove si stabilisce la prateria (sabbia, roccia, ciottoli, etc.).
2. Stima della densità fogliare (n. fasci fogliari per m²) e classificazione secondo le principali classificazioni in uso in Mediterraneo (Pergent *et al.*, 1995; Buia *et al.*, 2004; UNEP-RAC/SPA., 2011).
3. Stima della copertura della prateria e dei principali substrati "line intersect transect" (Bianchi *et al.*, 2004) lungo i 50 metri di lunghezza.
4. Valutazione dell'Indice di Conservazione della prateria (Moreno *et al.*, 2001; Montefalcone, 2009).
5. Identificazione del limite superiore della prateria per una successiva valutazione su espansione/regressione del limite stesso (Augier, 1986).

In relazione con le praterie di *Posidonia oceanica* e in generale con le praterie di fanerogame marine, è importante registrare la presenza eventuale di esemplari di *Pinna nobilis* e tutte le altre specie di interesse conservazionistico.

Si raccomanda infine la pianificazione di un monitoraggio a breve, medio e lungo termine delle differenti componenti, e con le stesse metodiche sopra descritte, al fine di evidenziare eventuali impatti successivi agli interventi.

7. BIBLIOGRAFIA

Settore terrestre

Bocchieri E., Iiriti G. (2005) - Stato delle conoscenze floristiche dei capi e promontori della Sardegna - *Informatore Botanico Italiano*, 37 (1, PARTE A)

Bocchieri E., Mulas B., Avena G. (1988) - La flora della Penisola di Capo Mannu (Sardegna centro-occidentale). *Webbia*, 42(2): 201-225.

Fenu G., Sulis E., Cogoni D., Bacchetta G. (2012) - *Helianthemum caput-felis* Boiss.- *Informatore Botanico Italiano*, 44 (1) 195-256

Fenu & G. Bacchetta (2001) – La flora vascolare della Penisola del Sinis (Sardegna Occidentale) – *Acta Botanica Malacitana* 3. 1-34 Málaga

Rivas-martínez (1995). Classification bioclimatica de la Tierra. *Folia Bot. Madritensis* 16: 1-29

Spina F., Volponi S. (2008). Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Tipografia CSR-Roma.

Settore marino

Augier H., 1986 - L'herbier à *Posidonia oceanica*, son importance pour le littoral méditerranéen, sa valeur comme indicateur biologique de l'état de santé de la mer, son utilisation dans la surveillance du milieu, les bilans écologiques et les études d'impact. *Vie marine*, **7** (1985): 85-113.

Ballesteros E., Torras X., Pinedo S., García M., Mangialajo L., Torres De M., 2007. A new methodology based on littoral community cartography for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*. 55: 172-180.

Bianchi C.N., Pronzato R., Cattaneo-Vietti R., Benedetti Cecchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Fraschetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvati E., Benzoni F., Calcinai B., Cerrano C., Bavestrello G., 2004. Hard bottoms. *Biologia Marina Mediterranea*. 11(suppl. 1), 185-215.

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2004. Seagrass systems. *Biologia Marina Mediterranea* 11(suppl. 1), 133-183.

Mangialajo L., Sartoni G., Giovanardi F., 2008. Quaderno metodologico sull'elemento biologico macroalghe e sul calcolo dello stato ecologico secondo la metodica CARLIT. Pubblicazioni ISPRA. 105 pp. www.apat.gov.it/site/_files/icram/MACROALG.PDF.

Montefalcone M., 2009. Ecosystem health assessment using the seagrass *Posidonia oceanica*: a review. *Ecological Indicators* 9, 595-604.

Moreno D., Aguilera P.A., Castro H., 2001. Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biological Conservation* 102, 325-332.

Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée* 54, 3-27.

UNEP-RAC/SPA, 2011. Draft Guidelines for the Standardization of Mapping and Monitoring Methods of Marine Magnoliophyta in the Mediterranean. Tenth Meeting of Focal Points for SPAs Marseilles, France, 17-20 May 2011, RAC/SPA Publ., , UNEP(DEPI)/MED WG 359/9. 1-63.

Altre fonti

Piano di Gestione SIC ITB032228 "Is Arenas" approvato con Decreto dell'Assessore Regionale della Difesa dell'Ambiente n. 23 del 9 agosto 2010 e attualmente in fase di aggiornamento.

Piano di Gestione SIC ITB030038 "Stagno di Putzu Idu (Salina Manna e Pauli Marigosa)" approvato con Decreto dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna n. 26 del 28/02/2008 e attualmente in fase di aggiornamento.

AAVV., 2011 - Fondazione IMC Onlus – Centro Marino Internazionale - Caratterizzazione biologica dei fondali, chimico-fisica delle acque superficiali e stato di conservazione degli habitat e delle specie presenti nell'area marina antistante il SIC ITB032228 Is Arenas.