

ESPERIENZE E RISULTATI DEGLI INTERVENTI DI RECUPERO E SALVAGUARDIA DEI SISTEMI DUNARI DI VILLASIMIUS E CHIA NELLA SARDEGNA MERIDIONALE

Maurizio Costa, Francesca Etzi, Paolo Falqui, Antonio Pitzalis

CRITERIA s.r.l. – Città_Ricerche_TERritorio_Innovazione_Ambiente

via P. Cugia, 14 - 09129 Cagliari, Tel. 070 303583, Fax. 070 301180, e-mail: criteria@criteriaweb.it

Riassunto – I territori costieri di Chia e Villasimius si collocano rispettivamente nel settore sud-occidentale e sud-orientale della Sardegna, comprendono siti di significativa rilevanza paesaggistico-ambientale e naturalistica facenti parte della Rete Natura 2000. Gli ambiti sono ormai da diversi decenni interessati da una elevata pressione turistico-balnerare che ha determinato profonde alterazioni qualitative e quantitative sullo stato di equilibrio dei sistemi sabbiosi litoranei. A partire dal 2009, grazie all'utilizzo dei fondi strutturali europei da parte delle rispettive Amministrazioni Comunali, sono stati realizzati interventi di conservazione e ripristino degli habitat dunari. La progettazione e la realizzazione delle opere naturalistiche attraverso l'utilizzo di materiali naturali come le canne, il legno e le georeti in fibra naturale, ha permesso di mitigare i fenomeni erosivi sulle dune ed innescare i processi di accrescimento delle formazioni di avanduna, ripristinando le dinamiche naturali che regolano le relazioni funzionali tra la duna e la spiaggia. Gli interventi hanno prodotto significativi effetti geomorfologici, sedimentari e vegetazionali, con modalità e tempi variabili in relazione ai vari settori di intervento, ma che nel complesso hanno avuto importanti ripercussioni positive sul consolidamento delle dune e sulla conservazione delle spiagge.

Abstract – *The coastal areas of Chia and Villasimius are respectively placed in the south-west and south-east of Sardinia. These areas include sites of significant importance, from an environmental, naturalistic and landscape points of view, which are part of the Natura 2000 network. In the last decades, these areas have been affected by a high tourist pressure, which resulted in profound qualitative and quantitative alterations of the sedimentary dynamics and coastal ecosystems balance. As a consequence European Structural Funds have been used since 2009 by the local governments for the conservation and restoration of dunal habitats. Therefore, the design and the implementation of bioengineering measures (use of natural materials such as reeds, wood and natural fibers blankets) have allowed the experts either to mitigate the erosion of the dunes and to trigger the processes of the primary frontal dunes growth, restoring as a consequence the natural dynamics that rule the functional relationships between the dunes and the beach. In a nutshell, these measures have generated some geomorphological, sedimentary and vegetation effects, which features and time vary according to the different areas of intervention, but, in general, have had significant positive impacts on the consolidation of the dunes and on the preservation of the beaches.*

Introduzione

Il litorale di Chia, appartenente al Comune di Domus de Maria, nella Sardegna sud-occidentale, e quello di Villasimius, nella costa sud-orientale, sin dal 2009, sono stati interessati da una serie di interventi di ingegneria naturalistica e di infrastrutturazioni leggere, per contenere gli impatti della fruizione turistica sulle dune e sulla spiaggia, generando positivi effetti sullo stato di equilibrio morfo-sedimentario e floristico-vegetazionale dei compendi sabbiosi. Grazie all'utilizzo dei fondi del POR Sardegna 2000-2006, i Comuni di Domus de Maria e di Villasimius hanno realizzato gli interventi nell'ambito della tutela e salvaguardia degli habitat dei Siti Natura 2000¹.

Gli interventi, realizzati in momenti successivi a partire dal 2009 fino al 2013, sono consistiti nell'inserimento in ambito dunare di manufatti semplici, modulari, comprendenti prevalentemente palificate di castagno, cannucciati e georeti in fibra di cocco, tali che la loro azione, puntuale e sinergica, potesse contribuire a contenere i fenomeni erosivi indotti dalla fruizione incontrollata e potesse innescare processi spontanei di ricostruzione dei corpi dunari. Congiuntamente alle opere naturalistiche, che in qualche caso hanno previsto anche l'impianto di specie vegetali autoctone proprie del corredo floristico psammofilo locale, sono state realizzate alcune infrastrutture leggere finalizzate a favorire una fruizione turistico-balneare compatibile con la vulnerabilità della spiaggia e delle dune, rappresentate per lo più da dissuasori lungo i perimetri dunari, passerelle lignee per l'accesso alla spiaggia e box servizi igienici di facile rimozione, alimentati da impianti fotovoltaici e caratterizzati da una qualità architettonica che permette un efficace inserimento nel contesto paesaggistico e ambientale. Queste opere sono state recentemente integrate da interventi della medesima tipologia², che stanno ulteriormente rafforzando l'azione di protezione e ricostruzione degli edifici dunari e che stanno positivamente contribuendo alla gestione attiva del litorale in ottica di equilibrio tra tutela e fruizione delle risorse costiere [1].

Contesto fisico - ambientale

Il settore di Chia si colloca nel margine costiero sud-occidentale della Sardegna, ed è caratterizzato dall'alternanza di ampi archi sabbiosi e promontori rocciosi, secondo una direttrice NE-SW. È pertanto esposto agli eventi meteomarinari provenienti dal secondo quadrante (SE). A tali direzioni eoliche sono prevalentemente imputabili genesi ed evoluzione dei corpi dunari. Il settore marino è caratterizzato dalla presenza di una spiaggia sommersa continua, in cui si riconoscono una serie di barre sabbiose ben strutturate. Il settore

¹ Questi riguardano le opere di "Risanamento delle dune di Chia e sistemazione delle zone limitrofe", nel 2009, per il Sito di Importanza Comunitaria "Porto Campana (ITB042230)", degli "Interventi di tutela e salvaguardia dei sistemi dunari nel SIC di Isola dei Cavoli, Serpentara e Punta Molentis (ITB040020)", nel 2011, e degli "Interventi di riqualificazione dei sistemi dunari degradati ed organizzazione dell'accessibilità per la fruizione della spiaggia di Porto Giunco-Notteri (Villasimius)" nel 2010, quest'ultimo attuato con i finanziamenti dell'Accordo Programma Quadro (APQ) "Sostenibilità Ambientale" dell'Assessorato Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna.

² PROVIDUNE (LIFE07NAT/IT/000519) "Conservazione e ripristino di habitat dunali nei siti delle Province di Cagliari, Matera, Caserta" (fine lavori nel 2014) con il coordinamento della Provincia di Cagliari e beneficiari associati le Province di Caserta e Matera, l'Università di Cagliari e l'Associazione TECLA.

costiero di Villasimius è ubicato invece nel margine costiero sud-orientale della Sardegna. L'ambito d'intervento, esposto a SE, è dominato dalla presenza dei sistemi dunari di Simius e Porto Giunco, in continuità con le estese falcate sabbiose e le spiagge sommerse antistanti.

I sistemi dunari di Chia e Villasimius, rivelano caratteri morfologici e vegetazionali simili, pur nelle locali specificità. La struttura del cordone dunare è quella classica, caratterizzata da un sistema di dune primarie nel settore di avanduna (*mobile e incipient foredune*) cui segue il settore delle dune secondarie (*stabilized dune*). Il piede della duna occupa una fascia di profondità e ubicazione variabili, all'interno della quale sono possibili sia fenomeni di accumulo eolico, sia processi di smantellamento degli stessi. Il passaggio dal sistema dunare primario a quello secondario, avviene attraverso una fascia di transizione, corrispondente al settore di cresta, in cui si alternano settori dunari stabilizzati a *Juniperus oxycedrus L. subsp. macrocarpa* con corpi sabbiosi mobili. Oltre il settore di cresta si sviluppa il versante retrodunare, dominato da formazioni a *Juniperus phoenicea L. subsp. turbinata* [4]. Nel complesso il settore di avanduna è costituito da nuclei isolati e residuali, a causa della frammentazione delle originarie coperture ad opera di processi erosivi indotti dalla fruizione incontrollata. All'interno del settore dunare secondario, si riconoscono morfologie di erosione, in parte legate ai naturali processi evolutivi ma condizionate nella loro forma e accrescimento dalla libera fruizione. Nel complesso l'analisi geomorfologica dei sistemi di spiaggia non ha rilevato situazioni di deficit sedimentario e di arretramento della linea di riva.

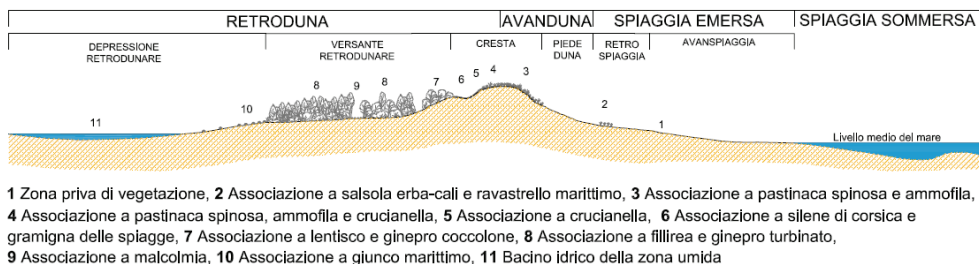


Figura 1 – Profilo schematico della seriazione (sequenza) morfo-vegetazionale tipo dei litorali di Chia e di Villasimius.

Figure 1 – Schematic profile of the morpho-vegetational sequence archetype of the coastal areas of Chia and Villasimius.

Pressioni e impatti sul litorale sabbioso e sul sistema dunare

Negli ambiti dunari analizzati, i diffusi processi di degrado e smantellamento delle dune sono imputabili prevalentemente alla fruizione diffusa e incontrollata, e nel caso specifico della spiaggia di Su Giudeu a Chia, alle pregresse attività di prelievo di sabbia risalenti agli anni '50. Le conseguenze di tali azioni hanno determinato:

- frammentazione o smantellamento del cordone dunare primario derivante dal degrado della vegetazione e dalla mobilitazione delle coperture sabbiose. Lo smantellamento delle formazioni eoliche di avanduna ha indotto, conseguentemente, la formazione di

- depressioni morfologiche soggette a ristagno idrico e a processi di deflazione. Queste superfici hanno rappresentato ambiti preferenziali di intervento;
- frammentazione del cordone dunare secondario e apertura di locali *blow out* con scalzamento dei margini dunari stabilizzati. Ciò ha indotto un diffuso processo erosivo dei corpi dunari con asportazione di materiale sabbioso e conseguente esumazione dell'apparato radicale dei ginepri.

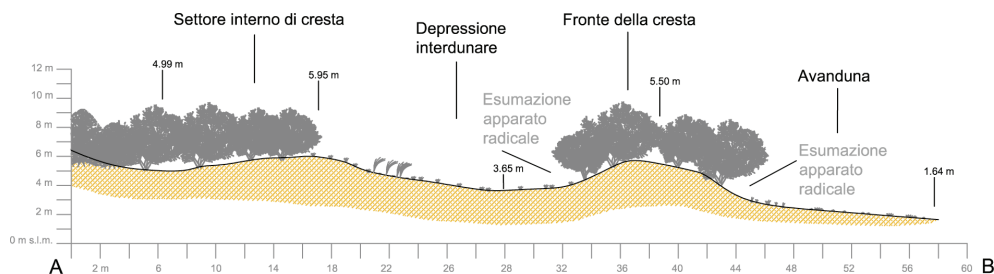


Figura 2 – Profilo rilevato trasversalmente alla spiaggia di un settore dunare caratterizzato dallo spianamento delle formazioni di avanduna e dal contatto anomalo tra le formazioni di ginepro e la spiaggia emersa.

Figure 2 – Real cross-section profile of a dune characterized either by the absence of the primary frontal part and the irregular contact between the juniper formations and the beach shore.

Approccio metodologico nella pianificazione degli interventi

L'analisi geomorfologica a scala territoriale ha consentito l'individuazione delle Unità di Spiaggia. Le unità rappresentano ambiti del settore di spiaggia emerso i cui confini, tracciati con criteri geomorfologici e geobotanici, sono funzionali a una prima valutazione circa le dinamiche e gli equilibri sedimentari del sistema di spiaggia e delle dune [3]. All'interno di ciascuna Unità di Spiaggia sono state rilevate, direttamente sul terreno, le componenti morfo-vegetazionali lungo profili georiferiti (con GPS in modalità RTK), trasversali e longitudinali al sistema spiaggia-duna. La caratterizzazione della dinamica geomorfologica e vegetazionale delle componenti ha portato all'identificazione delle aree di criticità e a quelle di sviluppo potenziale delle dune embrionali e di avanduna. Particolare attenzione è stata data alla discriminazione delle forme e dei processi naturali del sistema dunare, rispetto a quelle indotte dalle azioni di disturbo antropico, riconducibili in particolare al calpestio. L'esigenza di determinare l'ambito delle relazioni spaziali tra processi evolutivi all'interno del sistema dunare, ha condotto alla mosaicatura del compendio dunare in Celle Funzionali (Figura 3).

Tale approccio ha consentito di pianificare gli interventi di protezione e ripristino delle dune, calibrandoli sulla dinamica dominante della singola cella e valutando preventivamente l'effetto cumulato e sinergico delle opere sul sistema dunare complessivo. Infine, all'interno delle Celle Funzionali, tra i possibili siti di intervento individuati, è stata valutata una selezione delle priorità di azione in funzione del grado di criticità e di funzionalità atteso nel processo di ripristino.

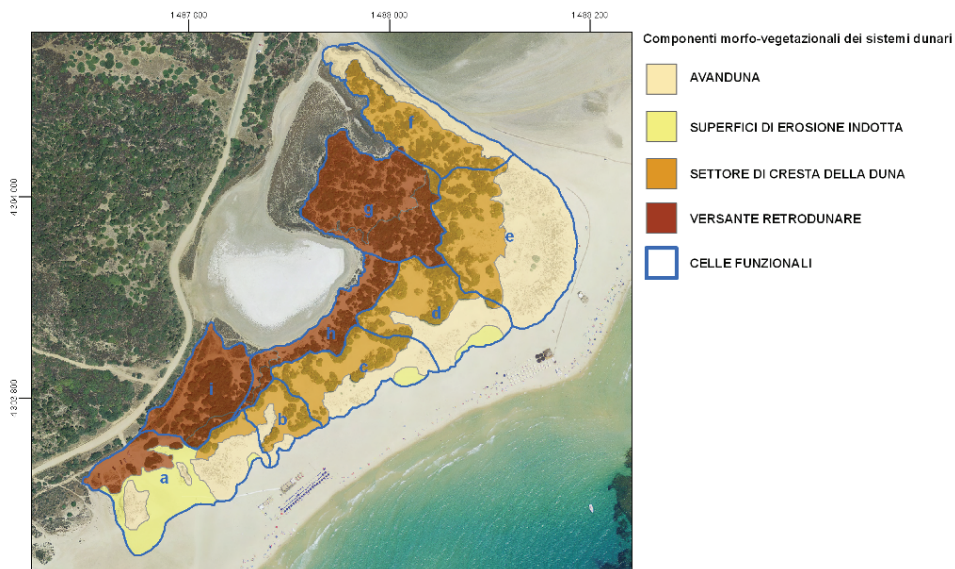


Figura 3 – Stralcio cartografico delle componenti del settore dunare e delle Celle Funzionali di un settore del litorale di Chia, spiaggia di Su Giudeu.

Figure 3 – Cartographic chart of the dune field components and some of the functional units of the coastal area of Chia.

Soluzioni progettuali adottate

In funzione delle criticità riscontrate, il progetto ha perseguito i seguenti obiettivi:

- rimozione o riduzione delle principali cause di degrado attraverso la disincentivazione dell'accesso pedonale sulle dune;
- ricostruzione delle dune primarie del fronte, con conseguente ostacolo ai fenomeni di dispersione sedimentaria verso i settori interni e induzione spontanea del processo di auto-accrecimento dei depositi eolici;
- riequilibrio dei rapporti fra le varie fasce morfo-vegetazionali del settore dunare, nel rispetto della naturalità originaria degli ecosistemi coinvolti e dei rapporti morfodinamici spontanei;
- ricostituzione e stabilizzazione delle dune secondarie soggette a fenomeni erosivi;
- ricostituzione della copertura vegetale mediante l'impianto di specie autoctone provenienti dalla raccolta e germinazione del germoplasma locale [4, 5].

Le scelte progettuali sono state indirizzate all'inserimento di manufatti semplici, modulari, facilmente replicabili e realizzati con materiali naturali biodegradabili in grado di innescare i processi di accrescimento delle formazioni eoliche di avanduna e di mitigare i processi erosivi a carico delle formazioni dunari stabilizzate a ginepro [2].

Gli interventi realizzati sono suddivisi in tre tipologie funzionali:

- manufatti per l'intrappolamento della sabbia (scacchiere frangivento e nuclei d'innesco);
- manufatti per la protezione della superficie dunare dal dilavamento e dall'erosione eolica (georeti in fibra di cocco e stuoie in canne);
- manufatti per la mitigazione degli impatti indotti dalla fruizione del litorale (dissuasori, passerelle, servizi igienici).



Figura 4 – Scacchiere frangivento e nuclei di innesco.

Figure 4 – Shelterbelts in shape of chess board and triangular shaped windbreaks.

L'utilizzo di barriere frangivento disposte a scacchiera è stato finalizzato all'arresto dei processi di accrescimento dei *blow out* e delle superfici di deflazione del retrospiaggia e dell'avanduna. Gli ambiti di intervento sono stati quelli di immediato retrospiaggia, in corrispondenza degli spianamenti del piede della duna e della area di sviluppo potenziale dell'avanduna. Talvolta le scacchiere sono state finalizzate anche all'accumulo di sedimenti trasportati dai flutti montanti nelle mareggiate estreme (Figura 4).

I nuclei d'innesco sono stati invece prevalentemente finalizzati alla ricostruzione e al recupero delle formazioni eoliche embrionali e di avanduna, sia in aree dove il cordone sabbioso appariva semplicemente frammentato e discontinuo, sia dove le originarie coperture eoliche risultavano smantellate, riconoscendo tuttavia una potenzialità di ripresa dello sviluppo dunare (Figura 4).

Le georeti sono state utilizzate per la protezione del suolo in settori del sistema dunare soggetti a fenomeni di dilavamento e deflazione. Sono state posizionate nelle aree interessate dall'esumazione degli apparati radicali dei ginepri o in zone in cui è stato necessario ostacolare i processi di erosione eolica o idrica. Nei casi in cui è emersa l'esigenza di garantire una più efficace protezione del suolo, alla georete sono state associate le stuoie in canne stese al disotto della stessa (Figura 5).



Figura 5 – Georeti in fibra di cocco (soprastanti) associate a stuoie in canne (sottostanti).

Figure 5 – Coconut fiber blankets (overlying) connected to reed mats (below).

La protezione del compendio dunare è stata completata tramite l'inserimento di dissuasori alla fruizione, posizionati lungo il piede della duna e confinando le aree di sviluppo potenziale delle dune embrionali [1]. Infine, per l'accesso alla spiaggia sono state messe in opere passerelle in legno di larice, costituite da pali infissi e piano di calpestio sopraelevato rispetto alla superficie sabbiosa, che hanno contribuito a limitare il passaggio attraverso le dune.

Risultati degli interventi sul compendio sabbioso

La realizzazione delle opere ha prodotto rapidi effetti geomorfologici, sedimentari e vegetazionali, con modalità e tempi diversi in relazione ai vari settori di intervento. Una prima generale constatazione riguarda l'importanza dei punti di inserimento dei manufatti ai fini della efficacia dell'intervento. Infatti, una inadeguata valutazione puntuale dei processi geomorfologici nel sito di intervento, può rendere inefficace l'esito o innescare effetti inattesi, specie quando si interviene in ambiti dinamici come l'avanduna e il piede della duna.

Settore delle dune primarie. L'ambito delle dune primarie costituisce un settore di intense e rapide modificazioni geomorfologiche. I nuclei d'innescio e gli schermi a scacchiera, hanno incentivato rapidamente la formazione delle dune embrionali, via via sempre più estese ed evolute, fino alla formazione di veri e propri sistemi continui di avanduna, anche dove prima erano presenti superfici di deflazione soggette a ristagno idrico. Già a partire dai primi eventi eolici efficaci, sono stati osservati fenomeni di accumulo. La crescita ed evoluzione del settore di avanduna ha determinato in molti settori la ricostituzione della naturale seriazione morfo-vegetazionale, con ripercussioni positive anche a carico del settore delle dune secondarie. Particolare è il caso della spiaggia di Su Giudeu, sul litorale di Chia, dove le attività di cava pregresse in ambito dunare, hanno portato alla formazione di una vasta superficie depressa soggetta a frequenti allagamenti, con fenomeni di marcescenza delle specie psammofile e progressivo scalzamento delle formazioni dunari residuali limitrofe. L'inserimento degli schermi a scacchiera ha favorito l'intrappolamento della sabbia ad opera delle mareggiate, determinando un sollevamento della superficie topografica. A distanza di 5 anni dalla realizzazione delle scacchiere si è avuto un incremento di quota di circa 50-60 cm con sviluppo spontaneo delle dune embrionali.

Settore delle dune secondarie. Gli interventi sono consistiti nello stendimento di stuoie in canne e georeti in fibra di cocco nelle superfici soggette a deflazione ed esumazione dell'apparato radicale dei ginepri. Il consolidamento delle dune secondarie sta avvenendo in tempi relativamente più lunghi, in particolare là dove il cordone di avanduna appare ben strutturato. Senza questo, infatti, la deflazione eolica tende a prevalere sui processi pedo-vegetazionali. Tuttavia l'inserimento delle georeti in cocco ha da subito determinato l'arresto dei processi di deflazione e del dilavamento meteorico.

Settore della spiaggia emersa. A seguito dell'accrescimento e della progradazione del fronte di avanduna, a distanza di 5 anni, è stato riconosciuto un progressivo sollevamento dell'alta spiaggia, specie nel tratto antistante le dune di neoformazione, con sollevamenti tra i 50 e 80 cm. In alcune aree le nuove formazioni eoliche hanno occupato spontaneamente porzioni di pertinenza della spiaggia emersa e delle mareggiate estreme. Nel corso del 2012 e del 2013, sono state registrate almeno due mareggiate straordinarie, con tempi di ritorno superiori ai 10 anni, che hanno determinato lo scalzamento del piede dunare e una redistribuzione sedimentaria in ambito di spiaggia. In assenza degli interventi,

il sedimento sarebbe stato disperso nel settore retrodunare e le mareggiate avrebbero scalzato il corpo delle dune stabilizzate a ginepro.

Nel seguito si riportano i casi di alcune spiagge a titolo di esempio per i risultati ottenuti nella tutela e ripristino degli habitat dunali.

Nella spiaggia di Porto Campana (Chia) nell'arco di 5 anni i nuclei d'innescio hanno determinato lo sviluppo di un ben strutturato cordone di avanduna alto circa 1,5 metri, in continuità strutturale con le dune preesistenti. Si è verificato un fenomeno di progradazione del piede della duna verso il settore di spiaggia, con conseguente sollevamento topografico dell'alta spiaggia dell'ordine di 50 cm (Figura 6).

Nel settore centrale della stessa spiaggia, le attività ludico ricreative durante la stagione balneare avevano generato un *blow out*, con dispersione sedimentaria verso le aree interne. Gli schermi a scacchiera hanno arrestato l'erosione e favorito la sedimentazione, mentre le georeti in fibra di cocco associate alle stuoie in canne, lungo il bordo interno del *blow out*, hanno ostacolato l'esumazione dell'apparato radicale dei ginepri, contribuendo a riequilibrare la serie morfo-vegetazionale del sistema spiaggia-duna (Figura 7).



Figura 6 – Spiaggia di Porto Campana (Chia): nuclei di innescio a ottobre 2009 (a sinistra) e a giugno 2014 (a destra).

Figure 6 – Porto Campana Beach (Chia): Triangular shaped windbreaks. October 2009 (left) and June 2014 (right).



Figura 7 – Spiaggia di Porto Campana (Chia): schermi a scacchiera a ottobre 2009 (a sinistra) e a giugno 2014 (a destra).

Figure 7 – Porto Campana Beach (Chia): Shelterbelts in shape of chess board. October 2009 (left) and June 2014 (right).

Infine, nella spiaggia di Porto Giunco (Villasimius), la realizzazione di schermi in canne disposte a scacchiera lungo la fascia di potenziale sviluppo dunare, ha permesso la chiusura di un ampio varco utilizzato originariamente per l'accesso pedonale alla spiaggia e la ricostituzione dell'avanduna. Tale processo ha innescato una progressiva progradazione del piede dunare verso il settore di spiaggia, favorendo un generale sollevamento dell'alta spiaggia dell'ordine di 60-70 cm (Figura 8).



Figura 8 – Spiaggia di Porto Giunco (Villasimius): schermi a scacchiera (ottobre 2009) (a sinistra) e a maggio 2014 (a destra).

Figure 8 – Porto Giunco Beach (Villasimius). October 2009 (left) and May 2014 (right).

Conclusioni

I sistemi dunari di Chia e Villasimius, prima della realizzazione delle opere, manifestavano significativi fenomeni di destabilizzazione e smantellamento che, oltre alla perdita degli habitat, determinavano anche un generale disequilibrio sedimentario nei sistemi di spiaggia. L'efficacia degli interventi è legata ad una serie di fattori chiave quali:

- programmazione degli interventi e valutazione delle priorità attraverso un'analisi puntuale delle dinamiche eoliche in atto e potenziali;
- analisi approfondita della seriazione morfo-vegetazionale del sistema spiaggia-duna;
- analisi meteomarina del paraggio finalizzata alla comprensione della tendenza evolutiva del profilo di spiaggia rispetto alla sua configurazione di equilibrio;
- elevata disponibilità sedimentaria del sistema di spiaggia e dinamiche eoliche attive;
- ampio settore di avanspiaggia in cui possono esplicarsi senza interferenza, i processi di prelievo e trasporto sedimentario della sabbia ad opera delle dinamiche meteomarine;
- assetto morfo-vegetazionale dei corpi dunari non compromesso, elevata resilienza e significativa capacità di rigenerazione spontanea nella formazione delle dune;
- regolamentazione della fruizione e delle attività economiche che si esercitano sulla spiaggia, controllando i fattori di impatto derivanti dal passaggio pedonale;
- adeguato inserimento puntuale dei manufatti all'interno del sistema dunare e nel settore di transizione spiaggia-duna, verificato anche nel corso della direzione lavori;

- utilizzo delle scacchiere frangivento anche ai fini dell'intrappolamento delle biomasse vegetali depositate dai flutti montanti durante le mareggiate estreme, capaci di innescare, in questi termini, rapidi sviluppi delle dune embrionali;
- monitoraggio continuo degli effetti generati dalle opere, al fine di calibrare eventuali interventi successivi, in un'ottica di gestione attiva e costante del litorale [1] con il supporto di figure specialistiche addette alla "manutenzione" ordinaria e straordinaria delle spiagge.

Bibliografia

- [1] M. Costa - *Gestione dei sistemi dunali – esperienze nei Comuni di Domus de Maria e Villasimius*. In *Linee guida per la gestione integrata delle spiagge*. I Quaderni della Agenzia della Conservatoria delle Coste della Regione Autonoma della Sardegna – volume n. 1 - dicembre, 2013
- [2] M. Costa, M.G. Marras, S. Gaias – *Domus de Maria. Le Dune di Chia*. Architettura del Paesaggio, Organo ufficiale Associazione Italiana di Architettura del Paesaggio AIAPP member of: IFLA, International Federation of Landscape Architects, EFLA, European Foundation for Landscape Architecture. n. 25 gennaio 2012
- [3] P. Bagliani, M. Costa, V. Lecis, A. Pitzalis. - *The geo-environmental coastal units over different scale of analysis: from the plan to the project for the sustainable management of the beach system*. Atti del 45th International SISV & FIP Congress on "Biodiversity Hotspots in the Mediterranean Area". Cagliari, 25-29 Giugno 2009
- [4] G. Bacchetta, M. Costa, G. Fenu, V. Lecis, A. Pitzalis, S. Zedde. - *Experiences of environmental restoration in a coastal area in Italy: the recovery project of Chia's dunes (Sulcis, Sardinia SW)*. Atti del VII Encontro internacional: Fitossociologia aplicada ao ordenamento e gestao do territorio. Coimbra – Portugal, 2008
- [5] G. Bacchetta, M. Costa, G. Fenu, A. Pitzalis, S. Putzolu, S. Zedde - *Esperienze di ripristino ambientale in Sardegna: il progetto di recupero delle dune di Chia (Sulcis, Sardegna SW)*. Atti del 44° Congresso Società Italiana della Vegetazione Onlus (SISV): La scienza della vegetazione per l'analisi e la gestione ambientale (2007)