La ricostituzione della spiaggia di Palmasera (Dorgali, Sardegna): trent'anni dopo

Roberto Sirito [1,2], Vittorio Sirito [1,2], Salvatore Marci[3], Enzo Pranzini [2,4]

[1] Studio Sirito, Via Cardinal Mistrangelo 7, 17100 Savona
studio@studiosirito.com
[2] G.N.R.A.C. Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero
[3] Via Sos Dorroles, 08022 Cala Gonone (NU)
[4] Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze

Preprint

Riassunto

Trent'anni fa venne realizzato un progetto per la ricostituzione della spiaggia di Palmasera (Cala Gonone, Sardegna) finalizzato alla espansione gli arenili vicini al centro abitato e alla protezione di una falesia alla cui sommità vi è un villaggio turistico. Venne realizzata una spiaggia in ghiaia fine stabilizzata da secche artificiali in forma di pennelli e di piattaforme isola. Dati morfologici e sedimentologici raccolti da vari ricercatori nei primi anni successivi all'intervento consentono una valutazione della prima risposta della spiaggia agli eventi meteomarini che si sono succeduti, mentre le foro aeree della Regione Sardegna permettono di calcolare le variazione areale della spiaggia emersa e lo spostamento della linea di riva sul lungo termine. Dopo trent'anni, la spiaggia mantiene buona parte della superficie creata e risponde alle esigenze di supporto all'attività turistica e di protezione della falesia.

Parole chiave: ghiaia, ripascimento artificiale, secche artificiali

Abstract

Thirty years ago, a beach nourishment and reconstruction project was carried out at Palmasera Beach (Cala Gonone, Sardinia) with the aim of expanding the beaches adjacent to the urban area and protecting a coastal cliff topped by a tourist resort. A fine-gravel beach was constructed and stabilised by artificial submerged structures consisting of groynes and island platforms. Morphological and sedimentological data collected by several researchers during the first years following the intervention provide an assessment of the beach's initial response to the subsequent meteo-marine events, while aerial photographs from the Sardinia Regional Authority allow the long-term changes in the area of the emerged beach and shoreline position to be quantified. Thirty years after its construction, the beach has retained a substantial proportion of the area originally created and continues to fulfil its functions of supporting tourism and protecting the coastal cliff.

Key-words: gravel, beach nourishment, artificial shoales

Premessa

La ricostituzione della spiaggia di Palmasera, a Cala Gonone, realizzata tra il 1994 e il 1997, rientra in un progetto più ampio che comprendeva anche la spiaggia antistante il centro abitato. In questa sede si analizza tuttavia nel dettaglio il solo intervento di Palmasera, che presenta una peculiarità rispetto ad altri realizzati in Italia: il suo obiettivo non consisteva solo nell'ampliamento dell'arenile per fini turistico-balneari, ma anche nella protezione di una falesia instabile su cui vi è un complesso edilizio che si è sviluppato a partire dagli anni '70. L'intervento è consistito in un ripascimento in ghiaia fine, accompagnato da due secche semi-affioranti aventi lo scopo di modellare la linea di riva in coerenza con l'andamento della falesia retrostante e da altre due ortogonali a riva, di cui una molto piccola, per il contenimento del trasporto dei materiali lungo la costa.

La spiaggia di progetto comprende quella che talvolta è chiamata spiaggia di Palmasera B (considerando come Palmasera A quella antistante l'abitato) e quella denominata Sos Dorroles, teoricamente separate dall'aggetto della falesia ma che presentano continuità nella linea di riva. Qui per semplicità chiameremo il tratto considerato 'Palmasera' e verrà suddiviso in tre settori, Nord, Centro e Sud (Fig. 1).

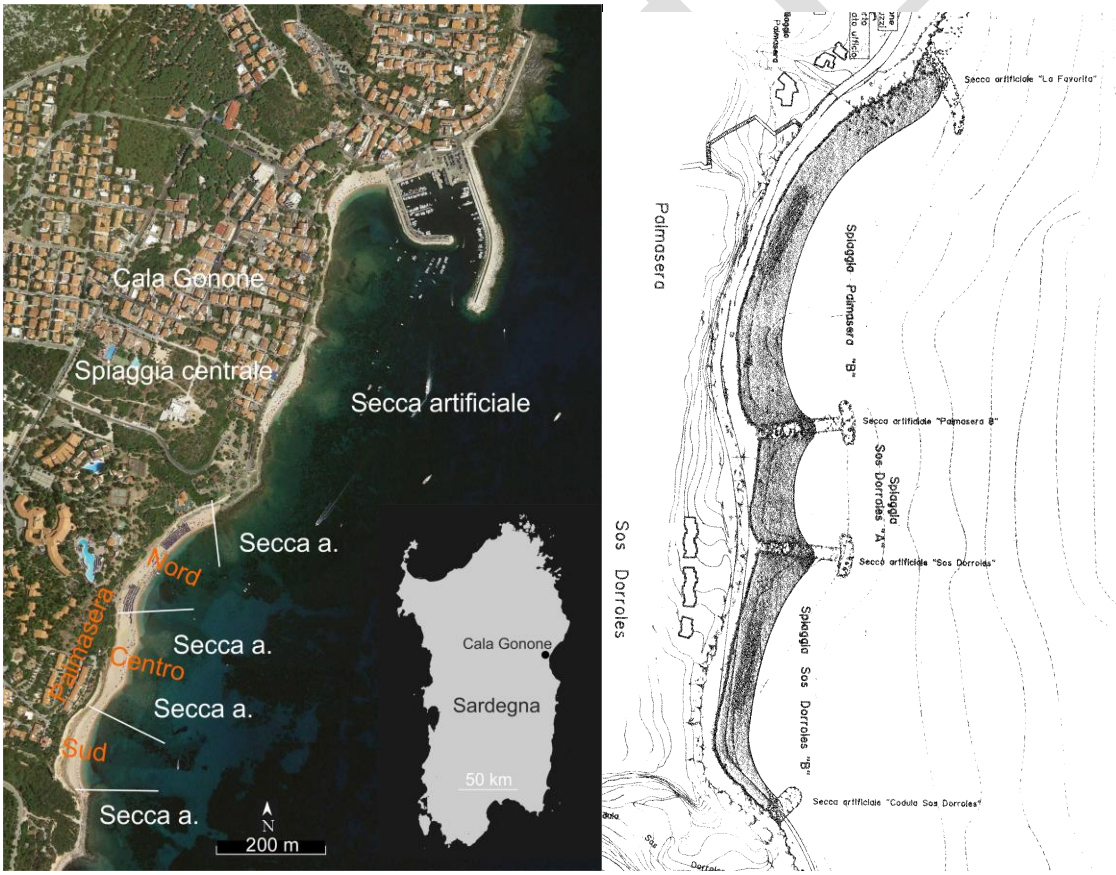


Figura1. Posizione dell'area di progetto e settori per i quali viene analizzata l'evoluzione della linea di riva (base immagine Google Earth del 07/2016) e stralcio di un disegno del progetto con i toponimi originali.

Purtroppo non era previsto un monitoraggio dell'evoluzione del litorale negli anni successivi alla conclusione dei lavori, ma alcuni rilievi e osservazioni che vennero effettuate (Mania e Pranzini,

1996; Pacini et al., 1997 e 1999; Atzeni, 1999; Arba et al., 2002; Pranzini, 2009) consentirono una prima analisi della risposta della spiaggia, anche a un importante evento meteomarino che si verificò nel 1977. Le informazioni riportate nella prima parte di questo articolo sono tratte, ove non diversamente indicato, da questi lavori.

La disponibilità di numerose riprese aeree della Regione Sardegna, consente però una valutazione dell'efficacia dell'intervento sul lungo termine, seppure basata solo sull'evoluzione della linea di riva. Il fatto che dopo trent'anni buona parte del materiale versato sia ancora in posto (Fig. 2) dimostra la bontà di un progetto che, pur sviluppato con strumenti oggi considerati superati, ha ottenuto i risultati richiesti e consentito un forte sviluppo dell'attività turistica.

Ecco perché riteniamo che la storia di questo intervento, seppur non accompagnata da una completa analisi dei volumi in gioco e della trasformazione tessiturale dei sedimenti, debba essere conosciuta da chi di occupa di gestione del territorio e, in particolare, di risposta ai processi erosivi sempre più gravi sulle spiagge italiane.

Nel ripresentare il progetto dopo così tanti anni, faremo ricorso, in molti punti, alle stesse parole usate allora per descriverlo, e anche agli stessi metodi di analisi del paraggio e di valutazione della ipotesi progettuale, metodi che oggi verrebbero forse considerati inadeguati da qualsiasi Ente dovesse esprimersi in merito.



1994: Inizio lavori.



Giugno 1997: Fine lavori.



Maggio 2004: 7 anni dopo la fine dei lavori.



Maggio 2025: 28 anni dopo la fine dei lavori (Foto Paolo Ronchi).

Figura 2. La Spiaggia di Palmasera Nord dall'inizio dei lavori ad oggi.

La zona di progetto

Il tratto del Golfo di Orosei in cui si trova Cala Gonone è caratterizzato da una falesia attiva di rocce carbonatiche e basaltiche, interrotta da poche e strette spiagge alimentate dall'erosione di depositi quaternari poco cementati (Orrù e Ulzega, 1987).

Lo studio sedimentologico di Mania e Pranzini (1996) evidenziò che l'apporto sedimentario dai fondali antistanti era trascurabile, nonostante la presenza di sabbie provenienti dal Rio Codula di Luna, che sfocia circa 6,5 km più a sud. Troppo fini per un ambiente ad alta energia, questi sedimenti non contribuiscono al mantenimento delle spiagge, che già a circa 2 m di profondità poggiano su un substrato roccioso o ciottoloso. Sull'arenile sono inoltre presenti elementi grossolani derivati dal crollo della falesia nei tratti quaternari.

La costa, orientata 20°–200° N, è esposta ai mari compresi tra nord-est e sud. Secondo i dati KNMI (1960–1980), utilizzati per il progetto, l'altezza significativa d'onda al largo (Hs_0) raggiunge 6,26 m con un tempo di ritorno di 100 anni (Cicala, 1998; Dagnino et al., 1988; Tab. 1).

Tabella 1. Altezza significativa al largo (Hs_0) per diversi tempi di ritorno secondo i dati KMNI (1960–1980).

Tempo di ritorno [anni]	1	10	20	50	100
Hs_0 [m]	2.19 m	3.24 m	4.44 m	5.45 m	6.26 m

Per la parte centrale della spiaggia era stato stimato un flusso di energia diretto verso nord di 1.146.000 W/m/anno, in accordo con i risultati sedimentologici e confermato dall'assenza di insabbiamento del lato settentrionale del porto di Cala Gonone.

E' comunque doveroso ricordare che Atzeni (1999), in uno studio sull'evoluzione tessiturale dei primi sedimenti versati a Cala Gnone, identifica un senso del trasporto opposto, ipotizzando che questa differenza sia dovuta alla diversa fonte di dati del moto ondoso. Nello stesso studio calcola in 6.8 m 'la profondità massima a cui può avvenire il trasporto dei sedimenti, se questi sono presenti'.

Il progetto

Il progetto generale perseguiva due obiettivi: creare a Cala Gonone una spiaggia in grado di sostenere la crescente pressione turistica, riducendo l'afflusso verso la più fragile Cala Luna, e stabilizzare la falesia su cui sorge l'insediamento turistico di Palmasera, affidando alla spiaggia il compito di dissipare l'energia del moto ondoso ed evitare imponenti ed impattanti opere di consolidamento del versante, ai piedi del quale corre una passeggiata che prosegue con un piccolo muretto che serve anche da camminamento.

Pur in assenza di studi sull'evoluzione recente del litorale, fotografie storiche e testimonianze locali indicavano che la spiaggia fosse in passato assai più estesa. Il progetto, redatto da Giorgio Berriolo e Giorgio Sirito (1988), fu finanziato dalla Regione Sardegna e realizzato dal Comune di Dorgali con la Direzione dei lavori di Giorgio Sirito, dopo una verifica mediante modello fisico tridimensionale presso HR Wallingford, con simulazione di onde fino a 8 m e sedimenti in polvere di antracite.

Per preservare il paesaggio naturale si evitò il ricorso a opere di difesa invasive, optando per un ripascimento con materiali più grossolani di quelli nativi. Poiché era nota l'elevata mobilità longitudinale delle ghiaie, furono realizzati brevi pennelli semi-affioranti, in realtà secche, appoggiati a salienti rocciosi naturali e modellati con forme irregolari per integrarsi con la morfologia del luogo.

Ma gli aspetti innovativi del progetto risiedono nelle due secche semi-affioranti, poste su fondali di 2–3 m, in sostituzione di due pennelli costruiti negli anni Settanta, risultati inefficaci ai fini della protezione della spiaggia e, di conseguenza, della falesia. La loro funzione è quella di adattare la forma della spiaggia all'andamento sinuoso della di costa, 'attraendo' verso l'esterno la linea di riva nei punti richiesti, evitando la traslazione di tutta la spiaggia che avrebbe richiesto un volume di sedimenti decisamente superiore (Fig. 3).

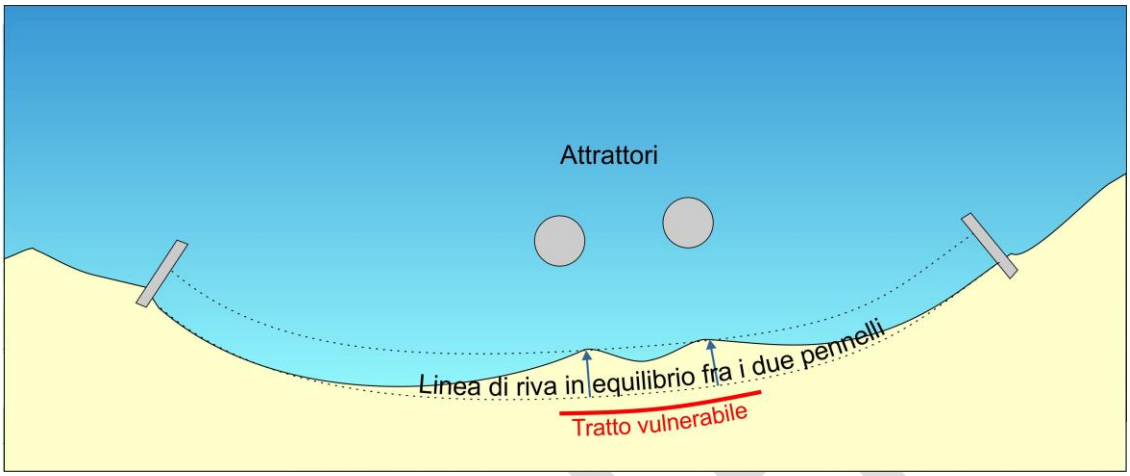


Figura 3. Funzione degli attrattori nel modellamento della linea di riva. Senza questi elementi l'ottenimento di una spiaggia larga quanto richiesto nel tratto vulnerabile avrebbe imposto la completa traslazione della linea di riva con l'impiego di un volume di sedimenti estremamente maggiore di quelli utilizzati.

Le parti emergenti delle opere furono realizzate con massi basaltici arrotondati raccolti nelle campagne limitrofe, anziché con pietrame di cava; cosa che le rende poco distinguibili dalle morfologie naturali, tanto che molti frequentatori non si accorgono di trovarsi su una spiaggia artificiale. In assenza di ghiaie alluvionali, il ripascimento utilizzò materiale proveniente dai frantoi locali, con granulometria leggermente più grossolana di quella nativa, con un volume di circa 63.000 m³, pari a circa 84 m³ per metro di spiaggia[1].
I lavori iniziarono nell'autunno 1994 e si conclusero nel giugno 1997, con un'interruzione tra la primavera 1995 e l'autunno 1996. Nella prima fase furono versati circa 18.000 m³ di materiale calcareo frantumato (Fig. 4); i restanti 45.000 m³, derivanti da una cava di granito rosa (Fig. 5), furono impiegati nella seconda fase. Dopo un lavaggio in cava, per ridurre la frazione fine (<2%), il materiale veniva distribuito presso la battigia e ripetutamente spinto in mare con una pala meccanica, favorendo l'eliminazione delle frazioni più fini e il primo arrotondamento dei granuli.



Figura 4. Cava di calcare in cui veniva estratto, frantumato, setacciato e lavato il materiale usato nelle prima fare del ripascimento.

[1] I volumi qui indicati sono stati calcolati partendo da quelli complessivi dell'intervento (23.000 + 57.000 = 80.000), che ha interessato anche la spiaggia antistante il centro abitato, ripartendoli in funzione della lunghezza dei due tratti.



Figura 5. Cava di granito fortemente alterato da cui è stato estratto il materiale per la seconda fase del ripascimento.

Parte del materiale calcareo più grossolano (20–40 mm ai vagli, ma con diametro medio effettivo di 19 mm) fu utilizzata per realizzare le piste di accesso alle secche artificiali e non tornò sulla spiaggia, Al termine dei lavori della prima fase, la spiaggia era in media larga circa 10 m.
Alla ripresa dei lavori, nell'autunno 1996, il materiale carbonatico non era più disponibile e fu sostituito con un sabbione derivante dall'alterazione di granito rosa. Anche in questa fase il materiale venne versato in prossimità della battigia e ripetutamente spinto verso mare con mezzi meccanici.
In entrambe le fasi dei lavori venne effettuato un continuo controllo dei sedimenti che ha permesso di caratterizzare la granulometria dei materiali impiegati e di mantenere la frazione fine al di sotto del 2%, limitando la torbidità e il possibile impatto sulla prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile presente sui fondali antistanti.

Evoluzione iniziale della spiaggia emersa

Per ricostruire l'evoluzione subita dalla spiaggia immediatamente dopo la prima fase dell'intervento, oltre alle linee di riva estratte dalle ortofotofoto della Regione Sardegna, sono disponibili profili di spiaggia rilevati fra Giugno 1994 e Maggio 1996 con il metodo di Emery (1962) e le analisi granulometriche di 56 campioni prelevati su sei profili di spiaggia fino a un metro di profondità e (Pacini et al., 1999). Per il periodo successivo, fino al 2002, preziosi sono i rilievi fatti da Atzeni (1999 e da Arba et al. (2002). Tutti questi dati consentono di interpretare il comportamento dei diversi materiali impiegati e la risposa della spiaggia all'inserimento delle secche artificiali.

Prima fase dell'intervento

Il confronto tra il profilo di fine progetto e quello rilevato un anno dopo l'interruzione dei lavori evidenzia il comportamento dei materiali ghiaiosi utilizzati nella prima fase (circa il 30% del volume totale). L'innalzamento della berma e la presenza di granuli arrotondati lungo tutto il profilo indicano che la spiaggia era già stata completamente rimodellata dal moto ondoso. Pur non essendo inizialmente abbastanza ampia da dissipare tutta l'energia del mare, il profilo risultava sufficientemente elevato da evitare significative perdite di sedimento per riflessione sul muro retrostante del tratto settentrionale della spiaggia, salvo durante una mareggiata eccezionale.
Le secche artificiali hanno favorito la formazione dei salienti, determinando berme di tempesta più basse nei tratti protetti (1,6 m) rispetto a quelli scoperti (2,0-2,4 m; Pacini el al, 1999). I profili mostrano inoltre un bilancio sedimentario positivo della spiaggia emersa, grazie al ritorno verso riva di

parte del materiale versato in profondità, mentre la selezione granulometrica ha lasciato sui fondali gli elementi più grossolani impiegati per le piste di accesso alle secche.
Atzeni (1999), sulla base di profili rilevati 18 mesi dopo l'interruzione dei lavori, calcola per Palmasera B (il nostro settore Nord) una perdita di volume del 72%, e per Sos Dorroles (nostri settore Centro e Sud) una perdita del 20%. Ma il confronto è stato effettuato con i profili di progetto rilevati nel 1988, e sappiamo che fra quell'anno e l'inizio dei lavori la spiaggia si era notevolmente ristretta, tanto che lo stesso Autore scrive che le perdite da lui calcolate sono comprensive dell'erosione avvenuta, non in un anno e mezzo, ma nei sette anni compresi fra il 1988 e il 1994.
Il confronto tra le distribuzioni granulometriche dei sedimenti versati e quelli presenti spiaggia emersa nel Maggio 1996 mostrò la scomparsa delle frazioni più fini e una riduzione di quelle più grossolane (impiegate in prevalenza per la costruzione delle piste di accesso alle secche), con un arricchimento relativo delle classi intermedie (8,0–1,4 mm). Il materiale, inizialmente polimodale, aveva assunto una distribuzione più uniforme per effetto della classazione indotta dal moto ondoso.
In dodici mesi l'arrotondamento medio dei granuli carbonatici era aumentato da 0,2 a 0,4: la moderata resistenza all'abrasione del materiale e l'elevata energia del moto ondoso hanno favorito un rapido miglioramento della fruibilità della spiaggia, che comunque si accompagna ad una maggiore perdita di volume.

Seconda fase dell'intervento

Alla ripresa dei lavori, nell'autunno 1996, l'indisponibilità del materiale calcareo di cava portò all'impiego di un 'sabbione' granitico rosa, naturalmente friabile, povero di frazioni fini e costituito da granuli di piccole dimensioni (l'80% comprese fra 1 e 8 mm), che garantirono subito una buona qualità dell'arenile.
Nel giugno del 1977 i granuli carbonatici versati nel 1994 avevano raggiunto un arrotondamento di 0,5–0,6.
Nel novembre 1997 una mareggiata eccezionale, causata da forti venti orientali e con tempo di ritorno stimato di 50 anni, provocò gravi danni al porto (circa due miliardi di lire), ma solo limitati effetti sulla spiaggia, interessata da una modesta erosione nel settore settentrionale, dove la secca di protezione non era ancora completata.
Rilievi effettuati nel gennaio 1998 mostrarono che, nei tratti con arenile più stretto, il moto ondoso aveva formato profili bassi ma ampi, mentre dove il materiale era abbondante si erano sviluppate berme alte oltre 3 m s.l.m., seguite da creste degradanti verso mare. La successiva ridistribuzione naturale dei sedimenti restituì alla spiaggia un'ampia estensione e una buona stabilità.
Arba et al. (2002), sulla base di rilievi morfologici e analisi granulometriche, hanno valutato come la maggior parte del materiale immesso fosse rimasta sulla spiaggia grazie alla granulometria e all'effetto delle opere di protezione. Osservavano inoltre che, cinque anni dopo il ripascimento, il calcare e il granito alterato costituivano ancora due popolazioni distinte: il primo presente come ciottoli e ghiaia ben arrotondati, il secondo come sabbie grossolane prodotte dalla disgregazione in singoli cristalli. Pur riconoscendo la stabilità dell'intervento, gli autori osservarono che il granito rosa alterato, estraneo al contesto naturale del Golfo di Orosei, conferiva alla spiaggia un aspetto artificiale.

Evoluzione trentennale della spiaggia

Metodologia utilizzata

Per lo studio della risposta di lungo termine, la spiaggia di Palmasera è stata divisa in tre settori in funzione della presenza delle due secche artificiali (Fig. 1).
L'analisi dell'evoluzione della linea di riva si è basata sulle ortofoto della Regione Sardegna, acquisite tramite il servizio WMS del Geoportale SITR e visualizzate direttamente nell'ambiente GIS di Vectorworks.
In particolare si sono utilizzate le immagini relative agli anni 1993, 1997, 1998-1999, 2003, 2004, 2006, 2010, 2013, 2016, 2019 e 2022 e, al fine di disporre di un riferimento temporale più recente, si

è fatto riferimento all'immagine satellitare Google Earth del 2025.
Digitalizzata tramite fotointerpretazione la linea di riva, è stata poi calcolata la superfice di spiaggia assumendo come limite interno il piede del muro di retta della passeggiata nel primo tratto settentrionale e quello della falesia per il tratto successivo.
Questa superficie è stata divisa per la lunghezza di ciascun settore per ottenere la larghezza media dell'arenile in ogni anno di acquisizione per i tre settori considerati (Tab. 1).

Tabella 1. Per ciascun anno è data la superficie [m²], la sua variazione rispetto al 1993 [Δm²] e l'ampiezza media dell'arenile [m] nel tre settori della spiaggia di Palmasera.

	Palmasera Nord			Palmasera Centro			Palmasera Sud		
Anno	Sup. [m²]	Var. sup. [Δm²]	Lar-ghezza [m]	Sup. [m²]	Var. sup. [Δm²]	Lar-ghezza [m]	Sup. [m²]	Var. sup. [Δm²]	Lar-ghezza [m]
1993	3.078	0	12,5	910	0	5,3	140	-100	0,8
1997	8.643	5.565	35,0	6.732	5.822	39,1	5.696	5.456	33,7
1998/99	5.995	2.917	24,3	4.827	3.917	28,1	3.100	2.860	18,3
2003	7.562	4.484	30,6	5.693	4.783	33,1	4.652	4.412	27,5
2004	7.422	4.344	30,1	6.024	5.114	35,0	3.638	3.398	21,5
2006	6.383	3.305	25,8	5.200	4.290	30,2	3.485	3.245	20,6
2010	7.033	3.955	28,5	5.486	4.576	31,9	3.569	3.329	21,1
2013	6.671	3.593	27,0	4.794	3.884	27,9	2.477	2.237	14,7
2016	7.154	4.076	29,0	5.595	4.685	32,5	3.366	3.126	19,9
2019	6.823	3.745	27,6	5.551	4.641	32,3	3.778	3.538	22,4
2022	7.236	4.158	29,3	5.121	4.211	29,8	3.101	2.861	18,3
2025	8.095	5.017	32,8	5.860	4.950	34,1	3.304	3.064	19,5

L'analisi dell'evoluzione della linea di riva fornisce importanti informazioni sulla stabilità o meno della spiaggia dopo l'intervento di ricostituzione, anche se, in mancanza dei profili di spiaggia emersa e sommersa, non è possibile una valutazione volumetrica. Bisogna inoltre tenere conto del fatto che in alcuni punti il materiale di ripascimento ha coperto bassi fondali rocciosi o la radice delle secche artificiali con un strato sottile, tanto che il suo spostamento, anche stagionale, può determinare un'apprezzabile variazione nella posizione della linea di riva.

Palmasera Nord



Figura 6. La spiaggia settentrionale di Palmasera nell'Agosto 2026.

La spiaggia definita Palmasera Nord parte dalla secca artificiale a forma di pennello sommerso realizzata alla fine del centro abitato e si spinge, con una leggera incurvatura, fino alla zona d'influenza della prima secca. Nel 1993 l'ampiezza media era di circa 12 m e dopo i lavori aveva raggiunto o 39 m. Con oscillazioni di pochi metri, è arrivata nel 2025 ad essere larga 34 m (Tab. 1; Figg. 7 e 8).

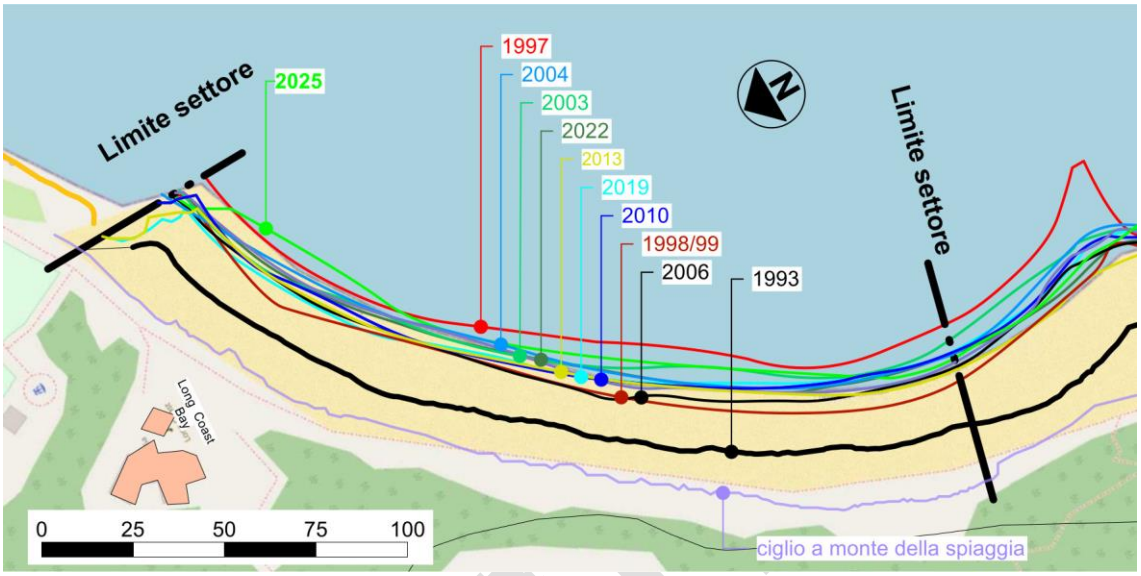


Figura 7. Evoluzione della linea di riva del settore settentrionale della spiaggia di Palmasera dal 1993 (prima dei lavori) al 2025.

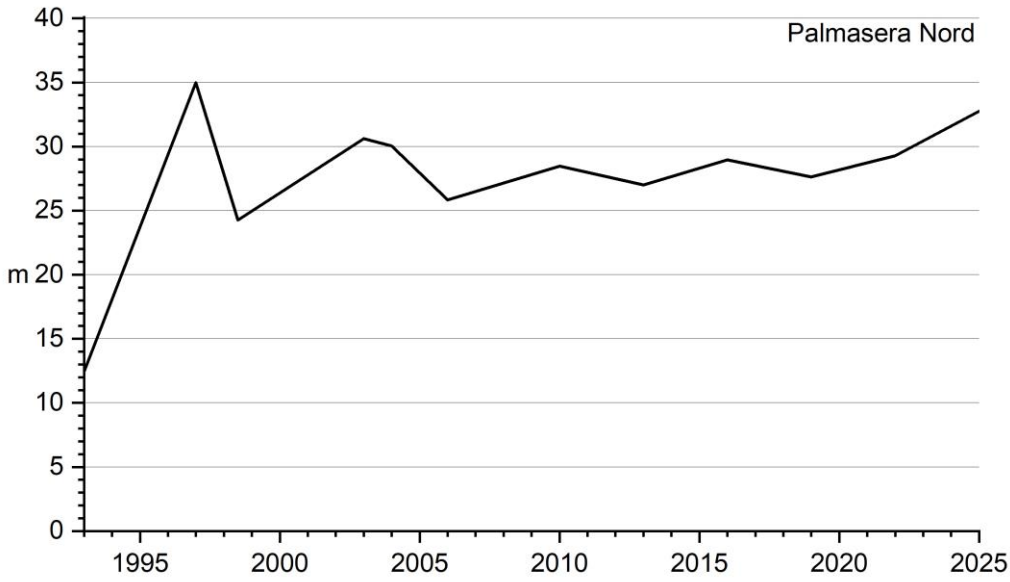


Figura 8. Larghezza media dell'arenile del settore settentrionale della spiaggia di Palmasera dal 1993 (prima dei lavori) al 2025.

Dopo una prima ridistribuzione dei materiali, in particolare di quelli che a fine lavori raggiungevano la secca, gli spostamenti della linea di riva sono stati contenuti, con anche modeste rotazioni attribuibili alla diversa provenienza del moto ondoso. Dei tre settori considerati, è quello che ha registrato la maggiore stabilità, forse anche a seguito di un leggero by-pass dei sedimenti oltre le secche, in coerenza con il trasporto sedimentario da sud verso nord che, secondo gli studi propedeutici al progetto, caratterizza il litorale di Cala Gonone.
Questa larghezza è stata sufficiente ad evitare che le mareggiate raggiungessero la passeggiata e il piede della falesia. All'estremità di questo settore in estate viene svolta attività turistico – balneare, con due concessioni che ospitano fino a sei file di ombrelloni ciascuna.



Figura 9. Utilizzazione estiva della tratto Palmasera Nord (Goole Earth, 09/2019).

Palmasera centro



Figura 9. La spiaggia centrale di Palmasera nell'agosto 2026.

Il settore centrale della spiaggia di Palmasera (Fig. 9) è quello su cui si affaccia la parte più esposta della falesia sulla quale vi è la strada e alcune delle case più esterne dell'insediamento turistico. Qui vi sono le due secche progettate proprio per 'attrarre' verso l'esterno la linea di riva e creare una spiaggia di ampiezza tale da impedire al run-up di raggiungere la base della falesia.

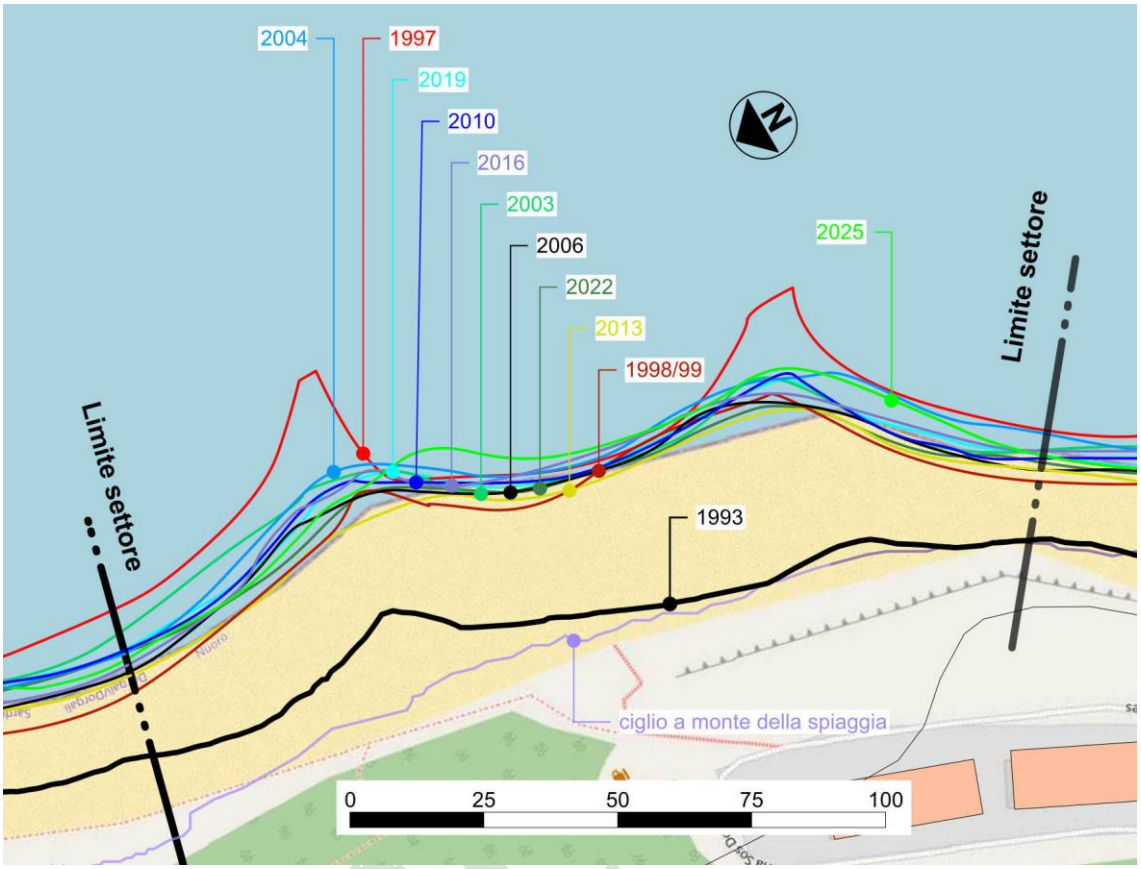


Figura 10. Evoluzione della linea di riva del settore centrale della spiaggia di Palmasera dal 1993 (prima dei lavori) al 2025.

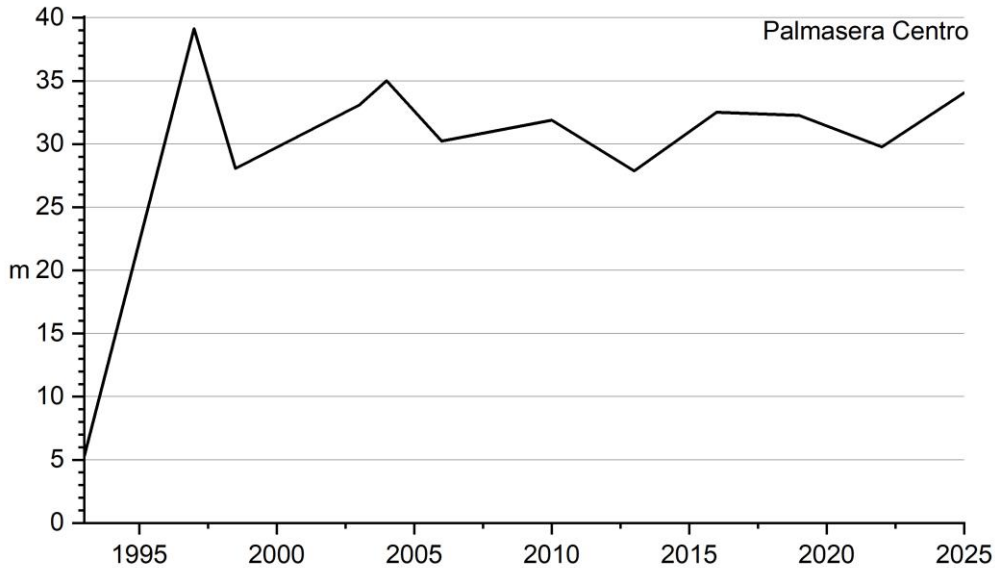


Figura 11. Larghezza media dell'arenile del settore centrale della spiaggia di Palmasera dal 1993 (prima dei lavori) al 2025.

Nel 1993 la spiaggia era larga mediamente poco più di 5 m, e con il ripascimento superò i 39 m. Da

allora la sua larghezza media è oscillata fra i 28 e i 35 m (Tab. 1; Figg. 10 e 11), con gli scostamenti maggiori dietro alle secche dove il fondale è più basso essendo state in parte conservate le piste di accesso per la loro costruzione. Questa larghezza consente una forte utilizzazione turistico-balneare ad una distanza di sicurezza dal piede della falesia.

Palmasera Sud



Figura 12. La spiaggia di Palmasera sud, che praticamente non esisteva nel 1993, in cui si vede la vegetazione nella parte più alta e ai piedi della falesia.

Questo settore di spiaggia si pone fra la seconda secca e un saliente roccioso che è stato rafforzato con una piccola secca semi-affiorante aderente alla riva.
Nel 1993 vi era solo una piccola falce di spiaggia sul tratto settentrionale, oltre la quale le onde attaccavano direttamente la falesia, tanto che volendo calcolare l'ampiezza media dell'arenile in questo tratto si ottiene un valore di neppure un metro. Con il ripascimento l'ampiezza arrivò a 33,7 m, l'espansione massima ottenuta su tutto il progetto (Tab. 1; Fig. 13 e 14).

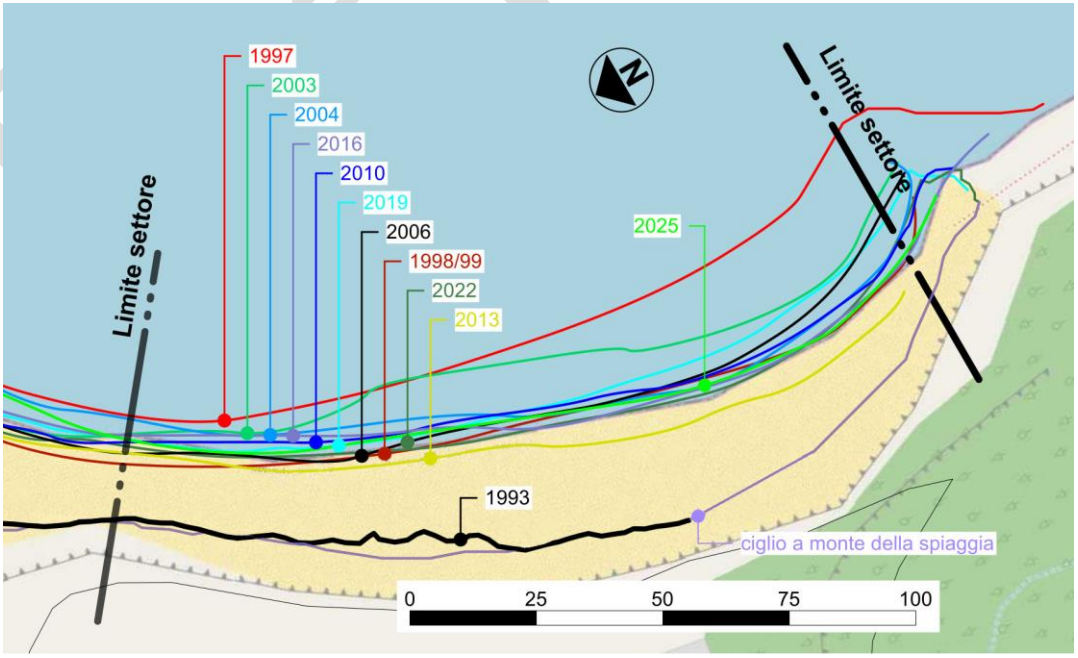


Figura 13. Evoluzione della linea di riva del settore meridionale della spiaggia di Palmasera dal 1993 (prima dei lavori) al 2025.

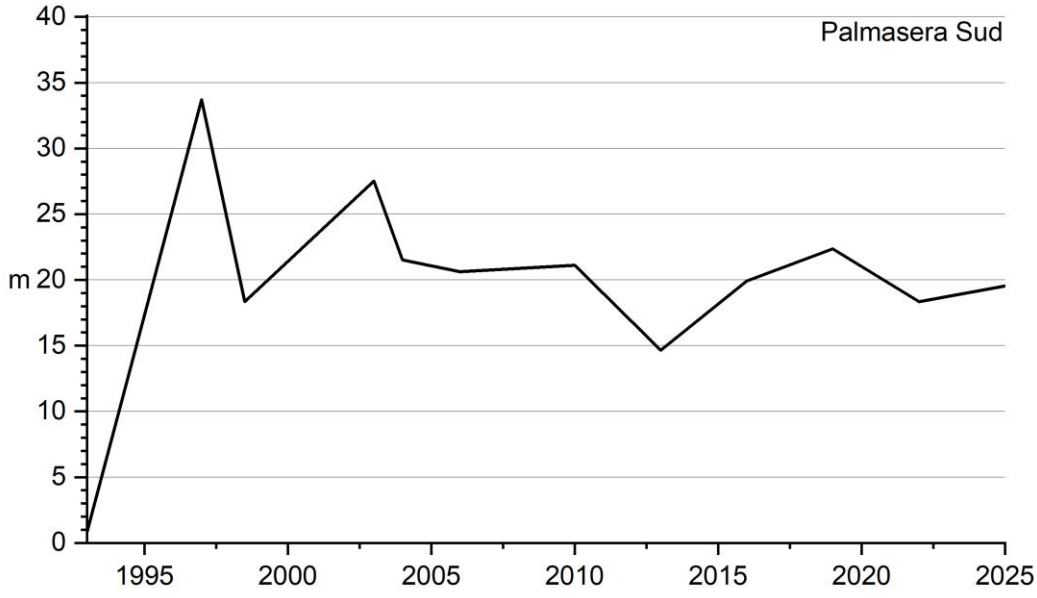


Figura 14. Larghezza media dell'arenile del settore meridionale della spiaggia di Palmasera dal 1993 (prima dei lavori) al 2025.

Dopo un arretramento a 18,3 m nel 1998-99, sincrono con quello registrato negli altri settori, l'ampiezza dell'arenile è oscillata fra i 14,7 e i 27,5 m, mantenendo un valore di circa 20 m nell'ultimo decennio.

Dei tre settori di Palmasera è quello che ha visto la perdita maggiore, cosa di cui si sono probabilmente avvantaggiati, come detto, i tratti posti sottoflutto, ma rimane significativo il fatto che dopo trent'anni, in un tratto di litorale dove non vi era praticamente spiaggia, ve ne sia una di 20 metri. Questa ampiezza sembra sufficiente a contenere il run-up delle mareggiate maggiori tanto che sui depositi alla base del versante si è sviluppata della vegetazione (Fig. 12).
Considerando globalmente la spiaggia di Palmasera, nel 1993 avevamo una superficie dell'arenile di 9.950 m², con una larghezza media di 13,3 m, nel 1997 si era ampliata a 21.071 m² per una larghezza di 28,1, mentre nel 2025 si avevano 17.259 m² con una larghezza di 23 m.

Il 20 gennaio 2026 una forte mareggiata, forse più intensa di quella del 1997, ha investito la costa orientale della Sardegna, con la boa di Siniscola che al culmine dell'evento (10:00 UTC) ha registrato un'altezza d'onda significativa (H_s) di 5,5 m, con periodo medio (T_m) di 9,0 s e periodo di picco (T_p) di 10,2 s ARPAS (2026).
Le onde si sono concentrate fra la costa e il modo del porto, portando l'acqua a invadere la parte bassa del paese. La Spiaggia centrale ha sofferto, ma molto del materiale inizialmente perso è tornato a riva. Sulla spiaggia di Palmasera, dai filmati diffusi dalle televisioni e da quelli visibili in Internet, le onde sembra abbiamo potuto dissipare la propria energia e raggiungere solo occasionalmente la base della passeggiata o il muretto ai piedi della falesia. Purtroppo non sono disponibili rilievi successivi all'evento.

Conclusioni

I risultati ottenuti a Cala Gonone mettono in evidenza la grande stabilità della ghiaia anche in litorali assai esposti; questa infatti non tende a disperdersi lungo il profilo sommerso, ma migra prevalentemente verso riva. La sua stabilità deriva in buona parte dalla elevata permeabilità e porosità che riduce notevolmente il back-wash impedendo l'asportazione dei granuli dalla spiaggia emersa. Questo comportamento pone nuovi problemi per la ricerca di base e per le future applicazioni, in quanto sembra possibile che la classazione, che influenza la porosità e la permeabilità, possa giocare un ruolo determinante nella stabilità dei depositi di spiaggia, almeno in sedimenti grossolani.

Viene dimostrata anche l'efficacia delle secche artificiali nel modellare l'andamento della linea di riva, cosa che consente di avere una spiaggia di larghezza opportuna anche laddove la costa ha uno sviluppo articolato.

Le secche sommerse, sia quelle che costituiscono i pennelli che quelle sub-circolari distaccate da riva, realizzate con massi già arrotondati, s'integrano nel paesaggio naturale, tanto che molti visitatori non realizzano di trovarsi su di una costa artificializzata. Nel 2000 il progetto ha rappresentato la Regione Sardegna al Premio Mediterraneo del Paesaggio, caso unico per un ripascimento artificiale protetto.

Bibliografia

Arba P., Arisci A., De Waele J., Di Gregorio F., Ferrara C., Follesa R., Piras G. e Pranzini E. (2002) - Environmental impact of artificial nourishment of beaches of Clala Gonone (Central-East Sardinia). Littoral 2002, 6th Int. Symp., Porto, Portogallo. Pp.465-468.

ARPAS (2026). Analisi meteorologica e idrologica post-evento 18–21 gennaio 2026. Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS), Cagliari.

Atzeni A., 1999. Sul ripascimento di spiaggia con miscele composite di sedimenti: il caso delle spiagge di Cala Gonone (Dorgali, Sardegna). Studi Costieri, 1, 57–73.

Cicala A., 1998. Studio delle condizioni meteomsarine nel Golfo di Orosei. In: Progetto di ricostruzione delle spiagge di Cala Gonone. Rel. inedita, Comune di Dorgali.

Dagnino I., Alberet A., Sirito G., 1998. Discussione sulle frequenze ventennali degli stati di mare e condizioni meteomarine estreme al largo del Golfo di Orosei. In: Progetto di ricostruzione delle spiagge di Cala Gonone. Rel. inedita, Comune di Dorgali.

HR Wallingford, 1993. Verifica su modello fisico del progetto di ricostruzione delle spiagge "Palmasera" e Sos Dorroles" di Cala Gonone, Golfo di Orosei. Rel. inedita, Comune di Dorgali.

Mania R. e Pranzini E. (1996) - Sedimentological study of the nearshore of Cala Gonone (Eastern Sardinia, Italy) oriented to the beach improvement. Boll. Soc. Geol. It., 115:95-104.

Pacini M., Pranzini E. e Sirito G. (1997) Beach nourishment with angular gravel at Cala Gonone (Eastern Sardinia, Italy). MEDCOAST '97, Qawra, Malta, 11-14 Nov. pp. 1043-1058.

Pacini M., Pranzini E. e Sirito G. (1999) - La ricostruzione delle spiagge di Cala Gonone. Studi costieri, 1: 43-55.

Pranzini E. (2009) - Protection projects at two recreational beaches: Poetto and Cala Gonone beaches, Sardinia, Italy. In: Beach Management, Allan Williams and Anton Micallef Eds., Earthscan publishers, Pp. 287-306.

Ricevuto il 10/09/2026; accettato il 30/10/2026

Preprint