

APPROCCIO METODOLOGICO E SPERIMENTALE MEDIANTE RIPASCIMENTO DI UN TRATTO DI COSTA IN EROSIONE

Filomena Canora⁽¹⁾, Achille Palma⁽²⁾, Giuseppe Spilotro⁽¹⁾, Teresa Trabace⁽²⁾

⁽¹⁾ Laboratorio di Idrogeologia Applicata, Dip. Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata,
Università degli Studi della Basilicata, via dell'Ateneo Lucano, Potenza

⁽²⁾ Laboratori Chimici, Metapontum Agrobios s.r.l., S.S. Jonica 106 Km 448.2 Metaponto

RIASSUNTO

La stabilità orizzontale e verticale della linea di costa dipende da un numero molto grande di fattori agenti in un periodo di tempo che si protrae dal presente al recente passato, sia nel retrostante bacino dell'unità fisiografica, che in un ampio tratto del mare antistante, sia per quanto riguarda alcuni aspetti delle condizioni climatiche, agenti addirittura alla dimensione globale.

Il tratto della costa jonica sud occidentale della Basilicata adiacente alla costa pugliese è affetta da gravissimi problemi di erosione, che in base agli studi in corso sembrano tendere ad una generalizzazione sull'intero tratto amministrato dalla Regione.

Gli studi particolarmente intensificati negli ultimi dieci anni convergono ad identificare come causa principale dei fenomeni di arretramento, un pronunciato deficit di massa per mancato apporto dai principali corsi d'acqua provenienti dalle aree interne, su 4 dei quali sono state costruite ben 18 tra dighe e traverse con lo scopo di captare e immagazzinare acqua per usi agricoli, industriali e civili (Spilotro et al., 1998, 2004).

La Regione Basilicata ha finanziato numerosi progetti miranti alla determinazione delle cause e delle cinetiche, oltre che della individuazione dei possibili rimedi, tra i quali lo studio dei fondali per la ricerca di materiali utilizzabili per attività di ripascimento.

Inoltre, sono stati finanziati due interventi sperimentali sul lido di Metaponto, che risulta essere uno dei tratti più vulnerati dal processo erosivo, di cui uno con tecniche di ripascimento.

Gli esiti, al momento non soddisfacenti, della ricerca di sedimenti a mare e la limitatezza dell'intervento sperimentale hanno richiesto l'approvvigionamento di sabbie da cave a terra, per le quali prima e durante l'intervento sono state condotte numerose analisi secondo dei protocolli molto rigorosi, per garantire oltre che l'idoneità granulometrica dei sedimenti di riporto, anche la loro totale compatibilità ambientale. I materiali, alla luce di tali input, sono stati prelevati nei livelli sabbiosi esistenti abbondanti nei depositi marini terrazzati pleistocenici a qualche chilometro dalla costa. Oltre ai controlli granulometrici e petrografici, miranti tra l'altro anche all'identificazione della frazione fina cedibile al mare ed alla colorazione del sedimento in opera, i controlli hanno verificato l'assenza di componenti tossici come previsto dalle normative esistenti ed il comportamento di altre componenti ambientali, quali l'andamento delle acque sotterranee e dell'interfaccia acqua dolce – acqua salata, importante ai fini della conservazione del habitat naturale.

Rilievi periodici della linea di costa permettono di apprezzare al momento quello che è stato anche il gradimento degli operatori turistici, su un consistente recupero della spiaggia, perfettamente inserito nel contesto naturale.

La sperimentazione richiede ovviamente la prosecuzione delle attività di monitoraggio della linea di costa e delle sezioni trasversali, per la valutazione della persistenza dell'intervento, che, come accennato, è stato condotto su un tratto in forte disequilibrio e con forte perturbazione anche del profilo di spiaggia normale alla linea di costa. Tali attività consentiranno l'apprezzamento del costo reale dell'intervento e l'utilità di interventi aggiuntivi di miglioramento della persistenza del sedimento.

1. INTRODUZIONE

L'approccio metodologico e sperimentale mediante ripascimento ha avuto lo scopo di ripristinare le condizioni di piena utilizzazione della spiaggia a fine turistico e balneare, di bloccare il progredire del fenomeno erosivo e di proteggere il territorio dall'ingressione marina durante le intense mareggiate.

La linea di costa, come elemento particolarmente sensibile, risente di numerosi fattori quali i fenomeni geotettonici, antropici e climatici che agiscono sui retrostanti bacini e sul tratto di mare antistante.

Le modificazioni della linea di costa del Mar Mediterraneo mostrano un'evoluzione che si è mantenuta abbastanza costante per oltre due millenni ma che negli ultimi due secoli ha assunto andamento



fortemente divergente. Le condizioni climatiche, mediamente prevalenti negli ultimi due millenni, hanno garantito condizioni stabili delle aree di foce e di quelle costiere ad esse circostanti, come documentato dalla posizione di insediamenti antichi, rispetto alle linee di costa recenti. Tali tendenze si mantengono ancora oggi in aree poco densamente popolate per le quali si registrano anche sostanziali inesistenti interventi antropici nei bacini interni.

Altrove, come ben studiato sulla costa jonica della Basilicata e sulla costa bassa intorno alla foce dell'Ofanto e del Fortore in Puglia, modificazioni antropiche a scala di bacino e della stessa linea di costa evidenziano sensibili condizioni di sconvolgimento degli equilibri (Spilotro, 2003).

In alcuni casi si tratta di modifiche della distribuzione dei sedimenti, con tratti di costa in erosione e tratti di costa in protendimento. In altri casi, come quello della costa jonica lucana, si tratta di un evidente sconvolgimento ambientale, caratterizzato da fenomeni di arretramento causati da un pronunciato deficit di massa per mancato apporto solido dai principali corsi d'acqua interessati da numerose dighe e traverse con lo scopo di immagazzinare l'acqua per usi agricoli industriali e civili (Spilotro e Monaco, 2003).

Il fenomeno erosivo può essere analizzato alla luce di cause riconducibili alle situazioni geo-eustatiche, alle variazioni dei bilanci di energia e alla variazione del bilancio di massa.

I primi due aspetti sono poco significativi nel caso della costa jonica lucana mentre l'azione antropica all'interno dei bacini risulta essere la principale causa delle modificazioni della costa.

Le variazioni morfologiche della linea di costa oggetto di studio hanno mostrato, sulla base del confronto di foto aeree relative agli anni 1955, 1987, 1997, 2003, che sono stati sottratti al litorale compreso tra il fiume Bradano ed il fiume Sinni complessivamente circa 110 ha di arenile.

L'analisi delle attività antropiche evidenzia la totalità delle modificazioni apportate ai bacini idrografici e la sensibilità dei diversi tratti di costa (Spilotro *et al.*, 1998, 2003).

Tutti i processi che pertanto incidono negativamente sulla dinamica costiera richiedono la determinazione delle cause e delle cinetiche e di conseguenza l'individuazione di specifici interventi mirati alla mitigazione del problema dell'arretramento della linea di costa.

In questo ambito insieme ad una vastità di interventi atti a questo scopo, si inserisce anche lo studio

dei fondali marini per la ricerca di materiali utilizzabili per attività di ripascimento costiero.

I ripascimenti costieri sono degli interventi volti alla ricostituzione del profilo di spiaggia modificata dagli eventi erosivi, con lo scopo di aumentare la superficie dell'arenile ed a modificarne il profilo trasversale, attraverso un versamento artificiale di materiale detritico e/o sedimentario, proveniente da uno scenario diverso rispetto al sito in cui si interviene.

Tali interventi vengono definiti di tipo "morbido" in quanto ambientalmente sostenibili e costituiscono spesso la scelta adottata da diverse regioni italiane. La loro efficacia dipende dalle modalità di esecuzione e soprattutto dal tipo di materiale utilizzato.

In particolare, in seguito all'attuale carenza di riferimenti normativi che disciplinino gli interventi di ripascimento in Italia, la Regione Liguria ha predisposto dei criteri specifici ai sensi della L.R. n. 13/1999 (Regione Liguria, 2003). L'Agenzia Regionale per l'Ambiente della Liguria (ARPAL) ha messo a punto un protocollo tecnico di supporto alle indicazioni regionali, che costituisce il riferimento per gli operatori del settore, contenente le specifiche per l'attività di campionamento e valutazione del materiale da destinare a ripascimento degli arenili in Liguria (ARPAL, 2005).

Negli ultimi anni la Regione Basilicata ha finanziato una serie di progetti in materia di difesa della costa e degli abitati costieri, relativi al monitoraggio dell'erosione costiera del tratto di costa jonica lucana, la caratterizzazione quali-quantitativa dei sedimenti a mare e l'intervento di stabilizzazione mediante tecnica di dewatering e ripascimento artificiale.

In particolare, è stato finanziato lo studio dei fondali per la ricerca di sabbie relitte da utilizzare per il ripristino di una porzione di spiaggia attraverso un intervento sperimentale di ripascimento a basso impatto (Ministero dell'Ambiente, 2006).

Gli esiti della ricerca a mare dei sedimenti non sono risultati soddisfacenti, per cui l'intervento sperimentale del ripascimento ha richiesto l'approvvigionamento di sabbie da cave a terra.

L'impianto di dewatering, (Beach Management System - Danish Geotechnical Institute) ha interessato un tratto di 200 metri del litorale metapontino, confinante con il tratto di costa oggetto di ripascimento. Il B.M.S. è costituito da un sistema di drenaggio della spiaggia costituito da tubazioni e da dreni suborizzontali, paralleli alla linea di costa nella zona di risalita delle onde, collegati ad una serie di pompe.



Il sistema crea una zona non satura abbassando la superficie freatica e l'acqua portata dall'onda percola nel terreno drenato; le sabbie mosse dall'acqua si depositano sulla spiaggia ed il processo continua fino al raggiungimento di un nuovo equilibrio. In questo modo si determina l'abbassamento della falda riducendo l'azione erosiva trasversale, determinata dal movimento delle onde.

Lo studio per l'intervento sperimentale di ripascimento ha richiesto un'azione ricognitiva della situazione attuale del litorale ionico con l'obiettivo di aggiornare le informazioni già in possesso e, in particolare, di individuare dei tratti di costa soggetti a fenomeni di erosione forti.

Il tratto individuato lungo il litorale metapontino, che evidenzia una forte propensione all'arretramento è quello compreso tra le foci del fiume Basento (sud-ovest) e del fiume Bradano (nord-est), antistante l'abitato di Metaponto Lido e la pineta, sito ecologico di importanza internazionale (area SIC). Sulla base delle informazioni così raccolte e della loro valutazione, sono state condotte indagini relative alla definizione dei parametri morfologici, quali la linea di costa e la topografia della spiaggia emersa; dei parametri tessiturali e chimico-biologici dei sedimenti che compongono la spiaggia e il materiale di riporto. La determinazione dei parametri morfologici è stata effettuata utilizzando tecnologie avanzate come ad esempio i rilievi topografici e GPS ad alta risoluzione.

L'intervento sperimentale riguarda la realizzazione di un impianto di risistemazione e protezione a basso impatto ambientale di un tratto di 200 m del litorale metapontino mediante tecnica di ripascimento al fine di limitare i fenomeni di erosione costiera e proteggere in maniera efficace le strutture turistiche dell'abitato di Metaponto Lido e l'area della pineta.

I materiali utilizzati per il ripascimento sono stati prelevati nei livelli sabbiosi esistenti nei depositi marini terrazzati pleistocenici poco distanti dalla costa jonica.

Prima e durante l'intervento, lo studio ha richiesto la caratterizzazione di tali materiali attraverso le analisi condotte secondo protocolli rigorosi per garantire sia l'idoneità granulometrica che la compatibilità ambientale dei materiali di riporto come previsto dalle normative vigenti.

I rilievi periodici condotti dall'inizio del ripascimento fino a oggi consentono di individuare in questo intervento un utile strumento di recupero della spiaggia inserito positivamente ambientale nel contesto naturale.

La sperimentazione, ovviamente, richiede una prosecuzione delle attività di monitoraggio della variazione della linea di costa per la valutazione della persistenza dell'intervento.

2. METODI E RISULTATI

Il litorale interessato dall'intervento di ripascimento è situato all'interno del tratto di costa, ad andamento rettilineo di 200 m, delimitato dalle foci dei fiumi Basento e Bradano (Fig. 1). In questa area, le registrazioni delle variazioni della linea di costa, nell'intervallo di tempo analizzato (1955 – 2003), hanno mostrato una forte propensione all'arretramento.

Nei livelli sabbiosi dei depositi marini terrazzati pleistocenici, presenti poco distanti dalla costa, sono stati prelevati i materiali utilizzati per le attività di ripascimento.

La realizzazione del campionamento e delle analisi è stata svolta in base alle indicazioni del "Protocollo relativo ai criteri di campionamento e valutazione del materiale destinato a ripascimento stagionale degli arenili" curato dall'ARPA Liguria (ARPAL, 2005).

Le indagini sono state finalizzate alla caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica del tratto di spiaggia interessato dall'intervento e delle cave di prestito mediante il prelievo e l'analisi di campioni di sabbia.

Le attività condotte in laboratorio hanno riguardato la definizione granulometrica e petrografica, mirante all'identificazione della frazione fine cedibile al mare ed alla colorazione del sedimento in opera e alla valutazione qualitativa del tratto di spiaggia da ripascere e a quella delle cave di prestito.

In particolare, i controlli nei sedimenti di riporto hanno verificato l'assenza di componenti tossici, come previsto dalle normative esistenti, ed il comportamento di altre componenti ambientali importanti ai fini della conservazione e tutela degli ecosistemi naturali.

Per ogni campione di sabbia, sia di spiaggia che di cava, sono stati determinati i parametri fisici, chimici e biologici, relativi alla granulometria, colore e odore, sostanza organica, azoto totale, fosforo totale, metalli, pesticidi organoclorurati, policlorobifenili, idrocarburi policiclici aromatici, coliformi totali, coliformi fecali, salmonella, clostridi solfito-riduttori, test di tossicità.

La scelta dei punti di campionamento è ricaduta nei siti rappresentativi della spiaggia e delle due cave individuate per l'estrazione delle sabbie da uti-



Figura 1 - Tratto del litorale metapontino interessato dagli interventi di stabilizzazione della costa

lizzare per il ripascimento.

Le analisi sono state eseguite secondo le metodiche standard e la normativa vigente. Per l'analisi dei metalli in traccia il campione è stato mineralizzato ed introdotto in ICP-MS e i risultati sono stati riferiti a quanto previsto dal D.M. 471/99.

Per l'analisi dei PCB e degli IPA sono state utilizzate le metodiche EPA (EPA, 1996, 1994). I pesticidi clorurati sono stati estratti con solvente e l'estratto è stato sottoposto a cromatografia su colonna per separare i pesticidi dai PCB ed analizzati in gas-cromatografia (GC-MS e GC-ECD).

La valutazione delle caratteristiche granulometriche delle sabbie del litorale interessato e di quelle provenienti dalle cave a terra, è stata fatta su un numero rappresentativo di campioni. L'analisi granulometrica è stata effettuata attraverso la procedura di setacciatura ad umido (ASTM D422-63, 2002) e sedimentazione (ASTM D2217-85, 1998). I campioni prelevati sono stati preventivamente pretrattati con perossido di idrogeno a 16% al fine di eliminare la S.O. e facilitare la separazione dei granuli. Le sabbie inoltre, sono stati sottoposte a saggi ecotossicologici utilizzando batteri bioluminescenti *Vibrio fischeri* (*Microtox-Azur*) (Pellegrini *et al.* 1999, 2002) e l'alga *Dunaliella tertiolecta* (Sbrilli *et al.*, 1998). L'analisi microbiologica è stata condotta utilizzando i rapporti ISTISAN 00/14 Pt.2 (ISTISAN, 2000), Metodo IRSA 7010/B, 7020/B, 7040/B, 760/B, Metodo S.E.F. (IRSA, 1996).

Diversi aspetti vanno necessariamente ed attentamente considerati nel momento in cui si decide di attuare un intervento di ripascimento per cui risul-

tano fondamentali: la caratterizzazione tessiturale dell'area di intervento, l'individuazione e la caratterizzazione dei materiali delle aree di cava, il calcolo del volume necessario e, infine, la valutazione della performance e degli interventi di manutenzione (Ministero dell'Ambiente, 2006).

Premesso che il problema fondamentale è il reperimento di quantità idonee e sufficienti di sabbia sono state considerate diverse cave di prestito a terra e tra queste due cave sono scelte ed investigate per l'estrazione del materiale di riporto, sia per la similitudine granulometrica che per la qualità chimica e biologica di queste sabbie con quelle del litorale. Le cave sono situate una nel comune di Bernalda (cava 1) e una nel comune di Pisticci (cava 2) (Fig. 2 a e b).

I materiali delle cave sono state prima sottoposte a vagliatura per l'allontanamento dei materiali grossolani (Fig. 3), in seguito la frazione fine di dimensioni ottimali è stata sottoposta ai vari test di laboratorio.

I risultati ottenuti in laboratorio permettono di trarre alcune considerazioni sull'andamento dei parametri chimico-fisici. Per quanto riguarda l'inquinamento da composti chimici, non sono stati segnalati casi di contaminazione, tutti i parametri analizzati rientrano nei limiti previsti dalla normativa in materia di siti contaminati (Tab. 1).

L'analisi dei composti organo-alogenati, rivolta alla identificazione dei pesticidi clorurati e dei policlorobifenili, ha messo in evidenza che la concentrazione di tutti questi composti è in ogni caso a livello di tracce ($< 1 \mu\text{g/L}$). Per quanto riguarda, infine, i metalli, le indagini condotte in entrambe le cam-

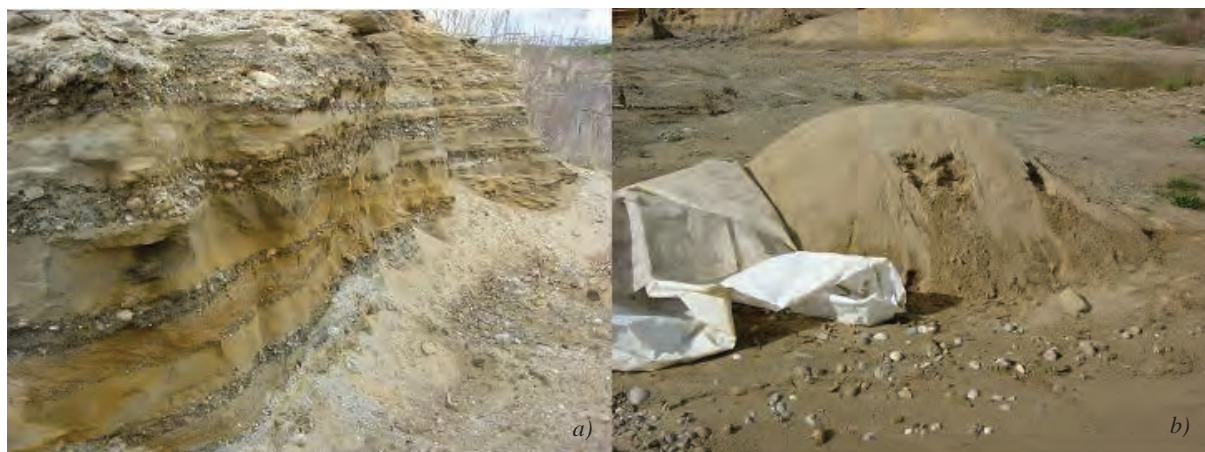


Figura 2 - Cava 1 in Contrada Campagnola, Agro di Bernalda (MT) (a); Cava 2 in Contrada San Teodoro, Agro di Pisticci (MT) (b)



Figura 3 - Sabbie della cava 2 sottoposte a vagliatura

Elementi	Sabbia Metaponto	Sabbia Cava 1	Sabbia Cava 2	Tab. 2.3 A Livello Chimico di Base pelite < 25% (APAT 2006)
	MEDIA [mg Kg ⁻¹]	MEDIA [mg Kg ⁻¹]	MEDIA [mg Kg ⁻¹]	LCB [mg Kg ⁻¹]
As	4,04	3,80	4,10	17
Cd	0,07	0,05	0,05	0,2
Cr (tot)	18,45	36,80	32,69	50
Cu	2,58	5,70	3,37	15
Hg	<0,10	<0,10	<0,10	0,2
Ni	9,68	21,63	21,69	32
Pb	3,25	6,15	4,43	25
Zn	3,44	22,59	19,77	50

Tabella 1 - Distribuzione dei metalli nei campioni di sabbia della spiaggia e delle due cave

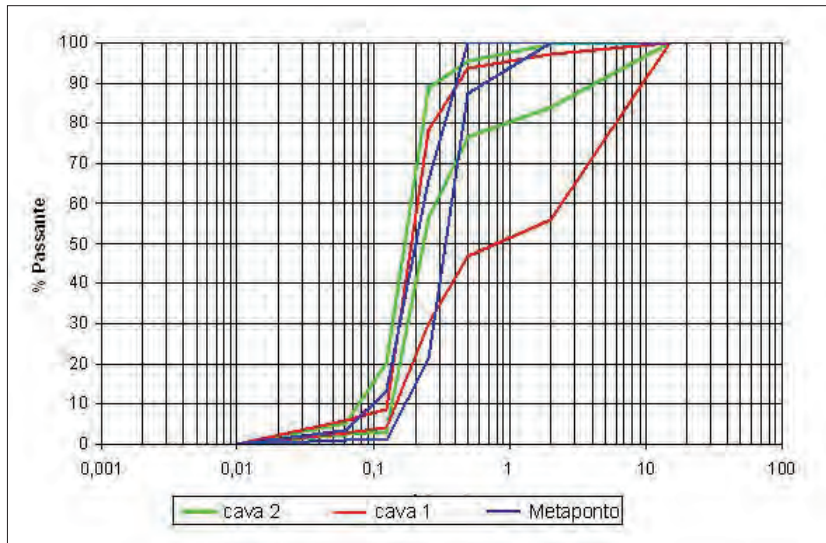


Figura 4 – Confronto dei fusi granulometrici delle sabbie della spiaggia di Metaponto e delle due cave



Figura 5 - Lavori di ripascimento a Metaponto

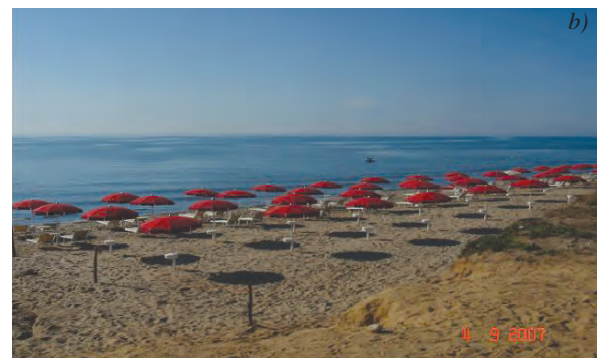


Figura 6 - Spiaggia di Metaponto a confronto prima (a) e dopo i lavori di ripascimento (b)

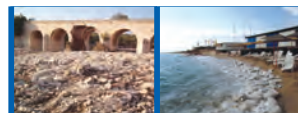


Figura 7 - Rilievi della linea di costa con GPS ad alta risoluzione

pagne, mostrano concentrazioni dell'ordine dei $\mu\text{g/L}$, per cui sono da escludere significativi fenomeni di contaminazione delle acque. I risultati ottenuti dai test di tossicità dimostrano assenza di tossicità.

La cava individuata nel comune di Pisticci (cava 2) ha fornito le sabbie utilizzate come materiale di prestito, sia per la vicinanza del sito rispetto al litorale, sia per la maggiore disponibilità di materiale, sia per le caratteristiche tessiture che meglio si confrontavano con quelle della spiaggia.

La valutazione del colore e l'analisi tessiturale delle sabbie hanno consentito la stima della compatibilità sia per la forma che per le dimensioni dei granuli. In particolare, dall'analisi granulometrica del materiale di ripascimento è stata specificata la frazione di diametro < 0.0625 mm (limo e argilla), minore del 5% per le sabbie destinate a ripascimento di aree sensibili, importante per escludere la possibilità di fenomeni di torbidità delle acque, dovuta a fenomeni di diffusione e risospensione di materiali fini (Fig. 4).

I lavori di ripascimento sono stati iniziati ad aprile 2007 e terminati a maggio 2007, su quasi 200 metri di costa sono stati riversati circa 50 mila metri cubi di sabbia proveniente dalla cava 2 (Fig. 5).

L'avanzamento medio della linea di riva così ottenuto è stato di 20 metri circa (Fig. 6).

3. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Dalle analisi di laboratorio effettuate sulle sabbie di cava i risultati mostrano che tali materiali non presentano fenomeni di contaminazione da sostanze antropogeniche e che tutti i parametri analizzati rientrano nei limiti previsti dalla normativa in materia di siti contaminati D.M. 471/99 (Suoli a destinazione residenziale o commerciale), D.Lgs. 152/99, D.Lgs. 152/06. Inoltre, la granulometria ha permesso di

valutare la quantità di pelite che verrà immessa nell'ambiente, la determinazione granulometrica ha evidenziato che tutti i campioni analizzati presentano una frazione pelitica inferiore al 5%, limite per le sabbie destinate a ripascimento di aree sensibili indicato dalle linee guida dell'ARPA Liguria.

La valutazione sugli impatti significativi dell'intervento sulle acque e sui fondali sotto diversi profili quali la compatibilità chimico-fisico-microbiologica, la salvaguardia dei valori biologico-naturalistici dell'area interessata, la compatibilità del materiale utilizzato con la finalità balneare consente di affermare l'efficacia e la sostenibilità ambientale dell'intervento.

È evidente che l'aspetto più problematico è il ripristino della spiaggia a condizioni morfologiche naturali, pertanto il ripascimento non deve essere considerato come un intervento risolutivo delle problematiche legate all'erosione costiera, ma come una soluzione a ridotto impatto ambientale, dell'esecuzione di opere a mare. La realizzazione dell'intervento non deve far dimenticare che è necessaria una riqualificazione del territorio circostante e soprattutto degli ambienti fluviali, infatti, è fondamentale ristabilire la funzione di trasporto dei sedimenti in modo da attuare l'equilibrio tra l'apporto solido a mare e quello asportato per effetto dell'erosione marina.

Dai primi risultati ottenuti è stato possibile osservare che la variazione della linea di costa, misurata al termine dell'intervento di ripascimento (rilievo di giugno 2007) e nel mese di ottobre, consente nonostante una piccola perdita di materiale dovuta alle prime mareggiate, una prima valutazione dell'efficacia dell'intervento (Fig. 7).

Tali conseguenze hanno indotto altre regioni italiane, che hanno effettuato il ripascimento per lunghi tratti di costa, ad adottare il sistema stagionale di



ripascimento degli arenili.

Al fine di verificare l'efficacia dell'intervento, quindi, mirate azioni di monitoraggio sono da porre in atto dopo l'avvenuta realizzazione dell'attività, finalizzate a verificarne l'impatto sulla dinamica costiera, attraverso i rilievi della spiaggia emersa, sulle biocenosi presenti e sulla qualità delle acque.

Tali controlli permettono un confronto tra lo stato della spiaggia ad intervento ultimato e a più anni di distanza. Le misure del comportamento fisico-meccanico del sedimento consentiranno di stimare l'influenza delle diverse forze che condizionano la dinamica costiera. Inoltre, per limitare l'impatto ambientale degli interventi è necessario che le Regioni definiscano i criteri generali, i requisiti qualitativi e le modalità operative da osservarsi nella progettazione e nella realizzazione di interventi di difesa della costa quali il ripascimento degli arenili.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS (2002) - *Standard test method for particle-size analysis of soils*, in D422-63.

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS (1998) - *Standard practice for wet preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants*, in D2217-85.

AGENZIA REGIONALE PER L'AMBIENTE DELLA LIGURIA (ARPAL) (2005) - *Criteri generali per il monitoraggio delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili*.

D.M. 471 (1999) - *Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati*. Ministero dell'Ambiente.

D.Lgs. 152 (1999) - *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*.

D.Lgs. 152 (2006) - *Norme in materia ambientale*.

PELLEGRINI D., AUSILI A., ONORATI F., CIUFFA G., GABELLINI M., BIGONGIARI N., DE RANIERI S. (1999) - *Characterisation of harbour and coastal sediments: specific destinations of dredged material*. Aquatic Ecosystem Health & Management. 2, 455-464 pp.

PELLEGRINI D., ONORATI F., VIRNO LAMBERTI C., MERICO G., GABELLINI M., AUSILI A. (2002) - *Aspetti*

tecnico-scientifici per la salvaguardia ambientale nelle attività di movimentazione dei fondali marini: Dragaggi Portuali. Quaderno ICRAM n. 1, 201 pp.

REGIONE LIGURIA (2003) - *Criteri generali per la progettazione e l'esecuzione delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili*.

SBRILLI G., LIMBERTI A., CALDINI G., CORSINI A. (1998) - *Metodologia di saggio algale per il controllo dei corpi idrici e delle acque di scarico*. ARPAT - CEDIF, Serie Ricerche e Formazione, Quaderno n. 8, Firenze, 191 pp.

SPILOTRO G. (2003) - *Variazioni relative del livello mare e variazioni della linea di costa: tendenze naturali e fattori antropici*. Atti Convegno SIGEA: Cambiamenti climatici e desertificazione in area mediterranea, SIGEA, Univ. Bari, 16 marzo 2002. In: *Geologia dell'Ambiente*, periodico SIGEA, anno XI, n. 2/2003, 27-34 pp.

SPILOTRO G., CANORA F., CAPORALE F., LEANDRO G. (2004) - *Interventi nei bacini e dinamica delle coste*. Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata, Collana Editoriale di Studi e Ricerche, n. 4 "Il Processo di interrimento degli invasi: genesi, effetti ed interventi per la tutela dell'ambiente". Molino B. & Vita M. Edts.

SPILOTRO G., MONACO L. (2003) - *Metodologia di misura delle variazioni recenti delle linee di costa basse, mediante analisi di foto aeree*. Atti DiSGG, Università degli Studi della Basilicata, pubbl. 2/2003.

SPILOTRO G., DI BRATTO M., CECILIA G., LEANDRO G. (1998) - *Evoluzione recente del litorale alto ionico compreso tra foce Sinni e foce Bradano*. Atti DiSGG, Università degli Studi della Basilicata, pubbl. 1/1998.

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE (2006) - *Manuale per la movimentazione di sedimenti marini* - APAT - ICRAM.

ISTITUTO DI RICERCA SULLE ACQUE (IRSA) (1996) - *Metodi Analitici per le Acque*. CNR.

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ (2000) - *Metodi analitici per le acque destinate al consumo umano*. Vol. II. Metodi microbiologici - Rapporti ISTISAN 00/14 Pt. 2.

U. S. ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (1996) - *Acid digestion of sediments, Sludges and Soils*. EPA Method 3050b.

U. S. ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (1994) - *Inductively coupled plasma-mass spectrometry*. EPA Method 6020.