



Provincia di Livorno

Unità di Servizio 3.1 "Pianificazione, Difesa del Suolo e delle Coste"

Unità Organizzativa "Risorse marine e Georisorse"

ATTUAZIONE INTERVENTI P.R.G.I.C. (D.G.R.T. 1214 del 5 novembre 2001)

Intervento n° 13 dell' Elenco interventi prioritari di recupero del litorale (D.C.R. 47/2003)

PROGETTO DI SISTEMAZIONE MORFOLOGICA DELLA SPIAGGIA DI BARATTI

COMUNE DI PIOMBINO



RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

DOTT. GEOL. ENRICO BARTOLETTI

PROGETTISTI

DOTT. GEOL. ENRICO BARTOLETTI

DOTT. GEOL. ALESSANDRO BINI

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Unità di Servizio 3.1 Provincia di Livorno

CONSULENTE PER LA PROGETTAZIONE

ING. GIORGIO BERRIOLO

CONSULENTI SCIENTIFICI

PROF. ING. PIERLUIGI AMINTI

PROF. GEOL. ENZO PRANZINI

CONSULENZA E SUPPORTO TECNICO

ING. GIANFRANCO BONINSEGNÌ

PROGETTO DEFINITIVO

OTTOBRE 2007

RELAZIONE DESCRITTIVA

A



RELAZIONE DESCRITTIVA

PREMESSA

Il Golfo di Baratti rientra nei settori d'intervento previsti dall'Elenco interventi prioritari di recupero e riequilibrio del litorale (Del. Consiglio Regionale Toscana n. 47/2003) relativi al "Progetto di Piano Regionale di gestione integrata della costa ai fini del riassetto idrogeologico" (delibera G.R.T. n° 1214 del 5 novembre 2001), in particolare costituisce l'intervento n° 13 del suddetto elenco. Ai sensi della L.R.T. 91/98 e succ. mod. e per effetto del Protocollo d'Intesa con i comuni approvato con D.G.P. n° 228 del 16/09/2003, la Provincia di Livorno rappresenta l'ente attuatore di tale intervento, il quale è finanziato dalla Regione Toscana, secondo quanto stabilito nel già citato elenco degli "Interventi prioritari di recupero e riequilibrio del litorale".

Nel "Progetto di Piano Regionale di gestione integrata della costa ai fini del riassetto idrogeologico" (delibera G.R.T. n° 1214 del 5 novembre 2001), per la spiaggia del Golfo di Baratti sono state individuate criticità legate alla presenza di aree di pregio naturalistico e alla perdita di funzioni turistico – ricreative.

L'intervento previsto, come meglio descritto in seguito, appartiene all'elenco dell'Allegato B1 della L.R. 79/98, ossia all'elenco dei progetti sottoposti alla fase di verifica di competenza della regione (art.11, comma 1), in quanto è individuato dal comma g, articolo 2 del suddetto allegato ("opere costiere destinate a combattere l'erosione e lavori marittimi volti a modificare la costa, mediante la costruzione di dighe, moli ed altri lavori di difesa del mare").

In seguito ad una verifica sui vincoli presenti nell'area d'intervento, è emersa la presenza del Parco Archeologico di Baratti-Populonia, individuato come Area Naturale Protetta di Interesse Locale (A.N.P.I.L., ai sensi L.R. 49/1995) ed inserito nell'Elenco ufficiale delle Aree Protette regionali con D.C.R. n° 174 del 17/06/98 2° Programma regionale 97-99 per le aree protette, 2° aggiornamento. L'area protetta è gestita dal Circondario della Val di Cornia e dalla Parchi Val di Cornia S.p.A., è stata istituita con Delibera del Consiglio Comunale n° 33 del 02/04/98 e comprende, in particolare, l'intero Golfo di Baratti.

Pertanto, ai sensi dell'art. 5 comma 3 della L.R. 79/98, l'intervento è sottoposto a Procedura di Valutazione Impatto Ambientale (art. 12 e seguenti della LR 79/98).



DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

Allo stato attuale, la spiaggia si presenta di larghezza fortemente variabile, nel tratto centrale è ampia circa 20-25 m, mentre in prossimità di San Cerbone, verso l'estremità sud del Golfo, è praticamente inesistente, tanto che il muro della strada è direttamente sottoposto all'azione del moto ondoso.

In effetti, il Golfo di Baratti è stato soggetto negli ultimi decenni ad un costante processo erosivo, per la verità di modesta entità ma reso particolarmente evidente dagli scarsissimi apporti del bacino idrografico ed esaltato localmente dalla presenza di strutture riflettenti che hanno favorito l'allontanamento dei sedimenti della spiaggia (zona di San Cerbone).

Tale erosione sta compromettendo la corretta fruibilità turistica del golfo e sta creando problemi alla sicurezza delle infrastrutture presenti, laddove la spiaggia non è di dimensioni sufficiente ad assorbire l'energia del moto ondoso incidente.



Figura 1 – Vista della porzione centrale della spiaggia del Golfo di Baratti (26 aprile 2005)



Figura 2 – Vista della zona di san Cerbone nel Golfo di Baratti (12 novembre 2006)



Figura 3 – Particolare di una duna, sono evidenti i segni dell'erosione marina (12 novembre 2006)



Lo stesso discorso vale anche per il cordone dunale, fortemente degradato a causa dello scalzamento al piede provocato dall'azione delle onde.

Il golfo è limitato ai due lati da coste rocciose con fondali molto ripidi e frastagliati. Sul lato Nord la falesia è direttamente erosa dal moto ondoso incidente che ne pone in luce la composizione petrografica, sul lato sud, nel tratto più interno, si trova un bassofondo artificiale, residuo di passati versamenti di scorie di materiali ferrosi, che si estende su una vasta area con fondali inferiori a 1 m mentre verso l'esterno la linea di costa, sempre ripida, è caratterizzata da opere di riva che consentono la percorribilità del bordo a mare.



Figura 4 – Spiaggia e falesia nei pressi del promontorio a nord (26 aprile 2005)



Figura 5 – Resti archeologici e scavi in prossimità di San Cerbone (26 aprile 2005)



Figura 6 – Muro a retta e strada litoranea all'estremità sud (26 aprile 2005)



La granulometria della spiaggia attuale è caratterizzata da sabbia grossolana, appartenente al range compreso tra 0.5 e 4 mm. I sedimenti autoctoni si presentano per lo più di colore rosato, provenienti dall'erosione della falesia, ma è anche presente sabbia di colore nero proveniente da alcuni fronti della falesia e affioramenti contenenti lenti di materiale da scorie ferrose (magnetite).

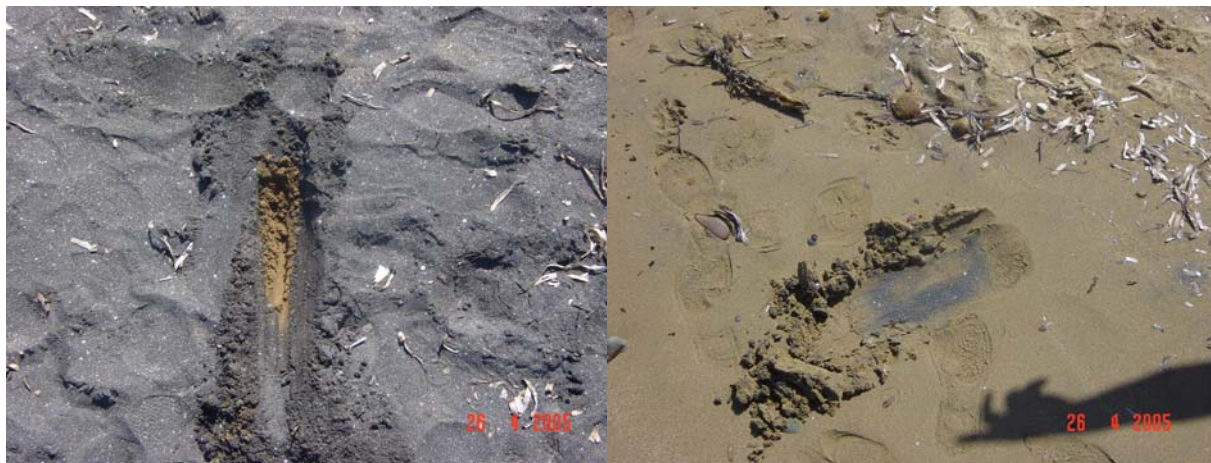


Figura 7 – Particolari dei sedimenti costituenti la spiaggia di Baratti (26 aprile 2005)

MORFODINAMICA DEL GOLFO DI BARATTI

Il Golfo di Baratti è quasi assolutamente privo d'alimentazione detritica da terra e da mare. Già dall'antichità il golfo è stato soggetto ad immissioni di materiali, derivanti, dallo scarico di cappellaccio e di scorie di lavorazione provenienti dalle miniere di materiale ferrosi presenti nella zona. Nell'ultimo secolo sono state operate altre immissioni, sia per il già citato trattamento di scorie di materiale ferroso sia per lo smaltimento di materiale di risulta da scavi archeologici. In conseguenza, la linea di riva, già dall'epoca romana, non ha avuto un modellamento naturale e ancora oggi questa situazione si ripercuote in una cronica fase d'arretramento dovuto al lento smaltimento delle ultime immissioni.

Il processo erosivo, che ancora oggi caratterizza il Golfo di Baratti, per la verità è di modesta entità. Secondo i dati forniti dal Dipartimento di Scienze della Terra, nell'ambito dello Studio della dinamica morfologica e sedimentaria del Golfo di Baratti del 2001, tralasciando l'area più a sud della spiaggia, tutta l'area restante del Golfo (da San Cerbone fino all'estremità



nord) è stata in erosione nel periodo compreso tra il 1938 e il 2001, con tassi medi sull'intero periodo compresi tra -0.52 m/anno e -0.20 m/anno. Tali valori sono diventati leggermente maggiori (fino a -0.80 m/anno) nell'ultimo periodo di monitoraggio (tra il 1996 e il 2001) in corrispondenza proprio della Chiesa di San Cerbone (dove ormai la spiaggia è praticamente assente), mentre la parte più meridionale del golfo, dove erano posizionati gli impianti per lo scaricamento delle scorie di ferro antiche, sfruttate dall'Ilva e dalla Populonia fra il 1920 e il 1959, è stata in avanzamento fino al 1976, a causa di tali versamenti per poi passare alla tendenza opposta.

In base alle conclusioni dello "Studio della dinamica morfologica e sedimentaria del Golfo di Baratti", i vettori di trasporto indicano un flusso dei sedimenti prossimi alla battigia verso le estremità del golfo, prevalentemente diretto verso nord.

Come preannunciato, il trend erosivo generale del golfo, pur avendo valori decisamente contenuti, è reso particolarmente evidente dalla scarsità degli apporti del bacino idrografico e dalle strutture riflettenti presenti. Tale fenomeno compromette la fruibilità dell'arenile e mette in pericolo le infrastrutture presenti e il cordone dunale, soggetti all'azione costante del moto ondoso. Oltre a ciò occorre tenere presente l'enorme flusso turistico che minaccia tutto il sistema territoriale.

In base al rilievo batimetrico, eseguito con tecnologia multi-beam nel dicembre 2004, è stato osservato che il golfo è limitato ai due lati da coste rocciose con fondali molto ripidi e frastagliati, caratterizzati dalla presenza, dal fondale di -2 m circa, di due stretti solchi trasversali, dei quali quello sul bordo sud appare nettamente il più consistente e giunge a segnare il fondale oltre i -25 m mentre quello a nord è assai meno marcato ma nettamente individuabile fino a $-10 - 11$ m dove si perde negli ampi affioramenti rocciosi. Sempre sul lato sud, nel tratto più interno, si trova un bassofondo artificiale, residuo dei passati versamenti di scorie di materiali ferrosi, che si estende su una vasta area con fondali inferiori a 1 m e che è circondato dal tratto iniziale del solco di cui sopra. La parte centrale presenta ampie zone sabbiose, separate da una cresta rocciosa centrale emergente dal fondale, su un fronte di oltre 500 m e caratterizzate da diffusi affioramenti minori.

L'analisi dell'idrodinamica interna del golfo ha consentito di individuare le particolari tendenze in atto. Infatti, le onde, provenienti dal settore SO-NO al quale è esposto il golfo,



tendono a frangere (completamente o parzialmente) in prossimità della cresta rocciosa di cui sopra. Il frangimento delle onde provoca l'entrata di liquido nel golfo ed un innalzamento di livello, nella parte nord del golfo, con la creazione di un carico idraulico che sollecita il liquido verso le vie d'uscita sul fondale che, in conseguenza della morfologia dello stesso, possono essere identificate nei due solchi esistenti ai lati del golfo. Certamente, tra le due, la via più agevole è costituita dall'ampio canale tra la battigia e la cresta rocciosa a sud ed il grande solco presente su questo lato del golfo, perciò la gran parte del liquido segue questa via d'uscita e solo un flusso limitato si avvia all'esterno attraverso il minore solco presente sul lato nord.

Si stabilisce pertanto una corrente principale che percorre il canale compreso tra la cresta rocciosa e la spiaggia e che quindi si riversa nell'ampio solco a sud che, evidentemente trasporta sedimento di granulometria compatibile con la velocità della corrente. Tale flusso sedimentario, prima di avviarsi nel solco, viene a trovarsi in una zona estremamente ridossata dietro al grande lobo ghiaioso (la zona dei bassi fondali di cui in precedenza), dove una parte dei sedimenti può essere depositata, quindi procede verso i maggiori fondali attraverso il solco trascinando sedimento che infine deposita formando le falcature invertite presenti dal fondale di circa 12 m. Questo meccanismo, in sostanza prevale nettamente sulle correnti prodotte direttamente dalle onde frangenti lungo la riva.

A supporto della progettazione è stato eseguito, dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Firenze, un modello numerico (vedi allegato) al fine di evidenziare l'influenza degli interventi progettuali, come opere di protezione e/o ripascimenti, sull'evoluzione della stessa. Il modello utilizzato è del tipo monodimensionale (GENESIS), il campo d'indagine è stato limitato alla parte meridionale del golfo su un fronte di circa 600 m in quanto teatro dei più sentiti processi erosivi degli ultimi anni e la calibratura è stata impostata in base all'evoluzione storica della linea di battigia nel periodo 1996-2001.

Gli esiti delle simulazioni hanno evidenziato uno spostamento bilaterale del materiale che però non giunge ad interessare l'estremo meridionale del golfo. Tali risultati sono stati considerati come indicativi delle tendenze che si avrebbero nel golfo in caso di morfologia dei fondali regolare e in assenza del lobo ghiaioso, in quanto il tipo di modello adottato non è in



grado di reagire alle particolarità del fondale e quindi, nel caso, di tenere conto della presenza della cresta rocciosa centrale, dei due solchi laterali e dei bassi fondali a sud.

In conclusione, la scarsa alimentazione del Golfo di Baratti ha reso particolarmente evidente negli ultimi anni un fenomeno erosivo, che per la verità è di modesta entità, con tassi molto contenuti; tale fenomeno, inoltre, è stato probabilmente aggravato dalle irregolarità morfologiche che caratterizzano il fondale e che determinano una fuga di sedimenti dalla spiaggia sommersa ben maggiore di ciò che accadrebbe in una situazione del fondo regolare.

LOGICHE PROGETTUALI E SVILUPPO DELLE INDAGINI

Partendo dall'analisi dei particolari fenomeni in atto, è stato redatto il progetto preliminare dell'Intervento di Sistemazione Morfologica della Spiaggia di Baratti (approvato con deliberazione G.P. n° 269 del 10/08/2005), con il proposito di porre rimedio alla situazione cronica d'erosione.

Descrizione del progetto preliminare

Nel progetto preliminare, a tale scopo, è stato studiato un sistema che, mentre da un lato limita le fughe naturali di materiale (costruzione di diaframmi in massi naturali a parziale chiusura dei due solchi individuati nel fondale), dall'altro prevede un'immissione iniziale di sedimento di adatta granulometria in quantità tale da consentire la formazione su tutto il fronte di una spiaggia di adeguata profondità. In particolare, la spiaggia creata dovrebbe essere di ampiezza tale da di assorbire completamente i moti ondosi impedendo l'erosione della falesia retrostante e impedendo la riflessione delle onde da parte delle strutture rigide esistenti (ad esempio, come il muro a retta della strada litoranea), che potrebbe mettere in sospensione i sedimenti versati, favorendone l'allontanamento verso il mare aperto. Allo stesso tempo, la nuova spiaggia creata artificialmente deve presentare granulometria e caratteristiche abbastanza simili a quelle attuali, per non compromettere la fruibilità turistica del luogo e per mantenere inalterato lo scenario, per certi versi unico, del Golfo di Baratti.

Le operazioni previste nel progetto preliminare dovevano attuarsi in due stralci distinti, intervallati da un periodo di monitoraggio. Il primo stralcio prevedeva la posa in opera dei



diaframmi in massi naturali, a parziale chiusura dei due solchi sottomarini e il versamento di 10.000 mc di materiale sabbioso, in posizione abbastanza centrale nel golfo; gli effetti degli interventi attuati con il primo stralcio dovevano essere monitorati per un periodo di almeno tre anni, i cui risultati avrebbero consentito di mettere a punto il secondo stralcio, basato essenzialmente sul versamento di una notevole quantità di materiale sabbioso, al fine di raggiungere gli obiettivi relativi all'ampiezza della spiaggia, descritti in precedenza.

Sulla base di tale impostazione progettuale, sono state avviate le ricerche sul materiale da usare per il ripascimento, elemento fondante il progetto stesso. In base agli studi condotti per il progetto preliminare, il sedimento caratterizzato dalla granulometria ottimale per l'intervento, cioè da quella granulometria in grado di garantire una buona stabilità del materiale immesso nel golfo e al tempo stesso un'elevata fruibilità turistica della spiaggia creata artificialmente, era stato individuato in un sedimento caratterizzato da $D_{50} = 0.3$ mm (diametro compreso fra quello delle sabbie medie e quello delle sabbie grossolane), in funzione del quale si rendeva necessaria una volumetria globale del ripascimento pari a 170.000 mc, tramite la quale ottenere un avanzamento della linea di riva di circa 30 m, il minimo necessario per mettere in sicurezza le strutture retrostanti.

Sedimenti con $D_{50} = 0.3$ mm non sono normalmente disponibili a terra, in quanto la pezzatura minima, offerta dalle cave di frantumazione diffuse per il territorio, è 0-4 mm, corrispondente ad un D_{50} dell'ordine di qualche mm. Granulometrie inferiori sono disponibili solo nelle cave alluvionali dei grandi bacini fluviali del nord-italia, che però, data l'elevata distanza dal sito d'intervento, presentano un costo unitario notevolissimo. Inoltre, le caratteristiche petrografiche dei sedimenti di tali bacini sono normalmente molto diverse dalla sabbia di colore rosso-arancio presente a Baratti, per cui un versamento ingente di materiale proveniente da tali aree modificherebbe totalmente lo scenario del Golfo.

Indagini ambientali per la verifica della fattibilità del progetto preliminare

Per tali motivi è stata avviata la ricerca di possibili cave sottomarine lungo tutta l'area dei fondali antistanti il golfo di Baratti. La ricerca di sedimenti a mare è stata svolta contemporaneamente all'esecuzione delle indagini ambientali su tutta l'area interna del golfo, attraverso le seguenti fasi:



- Mappatura del fondale tramite Scan Side Sonar, al fine di individuare l'estensione delle biocenosi presenti, tipo la prateria di Posidonia Oceanica;
- Indagine stratigrafica superficiale del fondale tramite Sub-Bottom Profiler, al fine di individuare lo spessore e la consistenza di eventuali giacimenti sabbiosi;
- Esecuzione di una serie di carotaggi, al fine di prelevare dei campioni delle aree individuate tramite le analisi precedenti e di caratterizzare tali sedimenti;
- Caratterizzazione dello stato di salute della prateria di Posidonia Oceanica presente all'interno del golfo;
- Caratterizzazione degli eventuali popolamenti bentonici presenti nel golfo.

Popolamenti bentonici presenti sui fondali del golfo: le indagini ambientali hanno evidenziato che l'area marina antistante Baratti ospita un popolamento riconducibile alle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC) con elementi appartenenti alla Biocenosi delle Sabbie Grossolane sotto l'influenza di correnti di fondo (SGCF) riscontrati soprattutto nella parte occidentale del golfo in corrispondenza di sedimenti con cospicua componente ghiaiosa. I valori di sostanza organica emersi dalla caratterizzazione dei sedimenti sono in generale modesti. Per una descrizione più dettagliata si rimanda direttamente alla relazione allegata allo Studio di Impatto Ambientale.

Prateria di Posidonia Oceanica: in base alla mappatura prodotta dal recente rilievo tramite Scan Side Sonar, la prateria si presenta piuttosto continua in tutta l'area esterna al golfo. A nord, nella zona prospiciente Punta del Mulino - Poggio San Leonardo, la prateria a circa 22 m di profondità presenta un limite inferiore netto per il repentino cambiamento delle caratteristiche del sedimento che ne ostacola la crescita e, in prossimità della parte centrale della falesia, è interrotta da substrato sabbioso. Procedendo verso riva la prateria si distribuisce intorno al Poggio San Leonardo fino alla profondità di circa 6 m nella parte esterna e fino ai 4-5 m nella parte interna al golfo. Ad entrambe le profondità il limite superiore si presenta frastagliato con piante che si insediano su substrato roccioso misto a sabbia. A sud la prateria risulta continua nella zona interna al golfo prospiciente Punta delle Pianacce dai 18 ai 10 m di profondità. Nella parte centrale del golfo, da 20 a 11 m di profondità, la prateria si dirada distribuendosi a macchie, alcune di circa 2 m, intervallate da sabbia.



Dall'analisi della distribuzione spaziale realizzata con la metodologia del S.S.S. emerge una forte regressione della prateria rispetto ai rilievi dell'anno 2000, soprattutto nella parte centrale del golfo. La densità subnormale registrata nel limite superiore indica una riduzione della vitalità della prateria e l'aumento del coefficiente "A", rispetto al 2000, indica che la pianta è sottoposta ad un maggiore stress idrodinamico e di grazing. I parametri lepidocronologici infine indicano una certa sofferenza nell'accrescimento verticale dei rizomi. La distribuzione della prateria e i parametri analizzati indicano una progressiva regressione della prateria per insabbiamento delle piante presenti sul limite superiore dovuto probabilmente al trasporto al centro del golfo del materiale presente sulla spiaggia. Anche in questo caso, per una descrizione più dettagliata si rimanda direttamente alla relazione allegata allo Studio di Impatto Ambientale.

Possibili giacimenti sabbiosi individuati: per quanto riguarda invece la ricerca di possibili giacimenti sabbiosi, le indagini effettuate non hanno avuto esito positivo. Innanzitutto, i fondali esterni al golfo, privi dalla presenza al fondo della prateria di *Posidonia Oceanica*, sono caratterizzati da affioramenti rocciosi e dalla presenza di limo e sedimenti molto fini per tutto lo spessore investigato, pertanto non sfruttabili.

Le uniche aree sabbiose individuate si trovano lungo la costa, nell'area di Baratti e più a nord, oltrepassato il promontorio della Torraccia, dove però sono difficilmente sfruttabili data la distanza e vista comunque la vicinanza a riva. All'interno del Golfo di Baratti, ben distante dalla prateria di *Posidonia Oceanica*, vi è un'ampia area sabbiosa che però è anch'essa abbastanza vicina a riva e caratterizzata da sedimenti molto fini, pertanto non può essere usata come fonte di sedimenti. L'ultima area sabbiosa è stata individuata immediatamente all'esterno del golfo, verso nord, ma è un'area di estensione molto limitata e totalmente circondata dalla prateria di *Posidonia Oceanica*, che rende praticamente impossibile il dragaggio, senza compromettere la prateria circostante.

Esito delle indagini ambientali e delle ricerche di cave a terra

L'esito negativo delle ricerche condotte nei pressi del Golfo di Baratti di possibili giacimenti sabbiosi e la mancanza di notizie su altre cave sottomarine sfruttabili, ha reso necessario individuare un'alternativa. Per questo motivo, è stata effettuata una ricerca da parte dello



scrivente ufficio della Provincia di Livorno sul possibile materiale sabbioso proveniente da cave a terra, in base alle disponibilità reali sul mercato locale. La ricerca condotta ha evidenziato l'esistenza di una sabbia di frantumazione (fuso 0-4 mm), con colorazione giallo-arancione, disponibile in una cava entro 100 km di distanza dal Golfo di Baratti.

Al momento, non sono state individuate sabbie di granulometria più fine e caratteristiche petrografiche più simili ai sedimenti costituenti la spiaggia di Baratti, del materiale indicato in precedenza. L'unica alternativa a tale materiale è rappresentata da sabbia proveniente dalle cave alluvionali del Nord Italia, solitamente però di colorazione grigia, pertanto sicuramente meno simile ai sedimenti presenti in posto sulla spiaggia di Baratti.

Resta comunque fattibile la fornitura di materiale da ripascimento anche da altri siti a seguito dell'aggiudicazione dei lavori, con prezzi e tipologia compatibili con il materiale richiesto, in base alle caratteristiche che verranno inserite nel Capitolato Speciale d'Appalto.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

In base alle ricerche condotte e all'esito delle indagini sui fondali antistanti, è stata rivista l'impostazione progettuale del progetto preliminare.

Innanzitutto, in base all'esito della mappatura del fondale e all'estensione della prateria di *Posidonia Oceanica*, è stata rivista la posizione dei due diaframmi del solco nord, i quali risultavano essere parzialmente sovrapposti alla prateria. In particolare, è stata modificata la posizione e l'orientazione del secondo diaframma (quello a quota -5.0 m s.l.m.m.), mentre per il primo diaframma del solco a nord (a quota -3.5 m s.l.m.m.) non è stato possibile modificarne la posizione, in quanto la prateria di *Posidonia Oceanica* interessa, anche se parzialmente, tutta la parte iniziale del solco. In base all'esito della caratterizzazione della prateria (attualmente in forte regressione per l'insabbiamento delle piante poste nei pressi del limite superiore, probabilmente a causa della fuga dei sedimenti verso il centro del Golfo che è in atto), è stato scelto di proporre lo stesso la realizzazione del primo diaframma, anche se in parte sovrapposto alla prateria, in quanto la sua realizzazione potrebbe portare dei benefici a tutta la *Posidonia Oceanica* del golfo, riducendo la fuga generale dei sedimenti ed il suo insabbiamento. La valutazione definitiva è stata rimandata comunque all'esito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, a cui il progetto è sottoposto.



Per quanto riguarda invece il ripascimento, il miglior sedimento possibile individuato fra quelli disponibili sul territorio, non è esattamente identico a quello che costituisce attualmente la spiaggia di Baratti, pertanto è stato ritenuto troppo impattante proporre un massiccio versamento di sabbie da terra, che avrebbero modificato lo scenario della spiaggia di Baratti.

Di conseguenza, è stato pensato di limitare l'intervento di sistemazione della spiaggia di Baratti ai soli interventi del primo stralcio proposti nel progetto preliminare (diaframmi in massi e versamento di 10.000 mc di sedimenti aventi caratteristiche petrografiche, il più possibile simili a quelle dei sedimenti presenti in posto), rimandando il ripascimento a carattere "strutturale" eventualmente ad un secondo momento, in funzione di sedimenti magari più idonei e in funzione dell'esito degli interventi del primo stralcio. A tal proposito va detto, comunque, che, vista l'assenza di cave a mare, difficilmente potrà essere individuato un sedimento simile a quello presente sulla spiaggia, assolutamente unico in quanto costituito da strati intervallati di sabbie rosa-arancione, provenienti dall'erosione della falesia retrostante e di sabbie scure, quali resti delle scorie ferriфере che nei tempi passati venivano smaltite nei pressi della spiaggia dalle cave soprastanti.

In conclusione, l'intervento proposto, di cui al presente Progetto Definitivo, è composto da:

- Intervento di correzione dei fondali, mediante realizzazione di due diaframmi ad elevata sommergezza, a parziale chiusura di ciascuno dei due solchi sottomarini che si sviluppano ai due lati del golfo;
- Versamento in profondità (fino a -3 m s.l.m.m.), a mezzo di apposito pennello rifornitore realizzato in posizione centrale nel golfo, di 10.000 mc di materiale sabbioso, proveniente da un impianto di frantumazione e avente diametro medio intorno ai 2 mm, con caratteristiche petrografiche precise che verranno specificate nel Capitolato Speciale d'Appalto. In sede di gara, comunque, verrà richiesto l'invio di un campione rappresentativo dei sedimenti per il versamento, che costituirà, unitamente all'offerta economica, uno degli elementi di aggiudicazione della gara.



COERENZA DEL PROGETTO CON LE VARIE NORMATIVE

Coerenza con il Piano Regionale di Gestione Integrata della Costa

L'intervento rientra nel Piano Regionale Gestione Integrata della Costa -P.R.G.I.C.- (approvato con D.G.R.T. n.1214 del 05.11.2001). In seguito a tale Piano, è stato approvato l'Elenco degli interventi prioritari di recupero e riequilibrio del litorale (Del. Consiglio Regionale Toscana n. 47/2003) che individua il Golfo di Baratti come intervento n° 13 con obiettivi e caratteristiche dell'intervento il ripascimento dell'arenile e il recupero del sistema dunale.

Il progetto proposto risulta conforme a quanto previsto, a livello generale, dal P.R.G.I.C., in quanto prevede un intervento di riequilibrio a medio-lungo termine, basato su tecniche dal contenuto impatto ambientale (sostanzialmente, vengono proposte delle opere rigide, con notevole sommergenza e con dimensioni ridotte al minimo).

Inoltre, il progetto affronta le criticità specifiche per il sito di Baratti, sottolineate nell'Elenco degli interventi di cui sopra:

- la realizzazione dei diaframmi in massi rallenterà la fuga di sedimenti verso il centro del golfo, riducendo la criticità attuale e contenendo l'erosione negli anni successivi;
- il materiale proposto per il versamento (avente diametro medio intorno ai 2 mm) presenta granulometria maggiore rispetto a quello presente in sito, dunque è caratterizzato da una maggiore stabilità nel golfo ma la granulometria non è così elevata da compromettere la fruibilità dell'arenile. Inoltre, trattandosi di un volume molto modesto, nel giro di pochi anni il versamento si mescolerà completamente ai sedimenti costituenti la spiaggia, integrandosi perfettamente nello scenario del golfo;
- verrà aumentata la protezione del cordone dunale da una dei principali agenti esterni responsabili dell'erosione: la modifica dei fondali, realizzata con i diaframmi in massi, contribuirà a rallentare l'erosione della spiaggia in atto e a questo contribuirà anche il versamento artificiale, che, seppur modesto, rappresenta comunque un'aggiunta di sedimenti nel bilancio del golfo. Di conseguenza, rallentando la riduzione di ampiezza della spiaggia si eviterà un aggravio dell'erosione del cordone dunale, evitando di favorire la risalita delle onde fino alla base della duna e determinando lo scalzamento al piede attualmente in atto.



Coerenza con la normativa ambientale (V.I.A. e L.R. 19/03 e s.m.i.)

L'intervento previsto è sottoposto a Procedura di Valutazione Impatto Ambientale (art. 12 e seguenti della LR 79/98), pertanto è stato redatto lo Studio di Impatto Ambientale e verrà avviata la procedura prevista dalla legge regionale. Rimandando al citato S.I.A. per ogni chiarimento ulteriore, si possono brevemente riportare di seguito i principali impatti individuati per l'intervento proposto:

- l'attuazione del progetto determinerà dei benefici importanti sulla dinamica del litorale del Golfo di Baratti, riducendo la fuga dei sedimenti verso l'esterno del golfo e attenuando il deficit detritico attuale, mediante un piccolo versamento da cava terrestre;
- la realizzazione delle opere proposte comporterà un miglioramento anche delle condizioni della prateria di Posidonia Oceanica, attualmente in regressione a causa dell'interramento del limite superiore, dovuto all'eccessiva migrazione dei sedimenti verso i fondali maggiori;
- la fase di cantiere e di esecuzione stretta delle opere, invece, potrà comportare degli effetti negativi su alcune componenti ambientali del golfo, in quanto la messa in opera di uno dei diaframmi in massi (il primo da realizzare nel solco a nord) comporterà lo schiacciamento di una parte della prateria di Posidonia Oceanica, mentre il versamento artificiale potrà determinare degli effetti temporanei negativi sulla stessa Posidonia e sul benthos presente, a causa del possibile interrimento e dell'aumento momentaneo di torbidità della colonna d'acqua, peraltro molto contenuto in quanto il materiale da ripascimento verrà richiesto con una percentuale di fini inferiore al 2%;
- considerata la totale sommergenza delle opere proposte, da un punto di vista paesaggistico le uniche modifiche indotte dall'intervento saranno quelle sulla spiaggia attuale che, visto il modesto volume di versamento, saranno molto contenute e tenderanno comunque a scomparire nel corso del tempo;
- l'impatto dovuto all'azione cumulativa dei vari fattori (effetti temporanei dovuti alle fasi di cantiere, effetti del progetto dovuti alla messa in esercizio delle opere, effetti di lungo periodo sull'area) è da ritenersi positivo per i benefici che verranno indotti sulla dinamica del litorale e sulla prateria di Posidonia Oceanica.



Trattandosi di un intervento che comporta l'immissione in mare di alcuni materiali, l'intervento stesso è soggetto ai disposti dell'ex art. 35 del D. Lgs. 152/99 e s.m.i. e in particolare è soggetto alle autorizzazioni relative alle seguenti attività:

- Immersione in mare di inerti (per la costruzione dei diaframmi sottomarini in massi di cava lungo i due solchi);
- Intervento di ripascimento della fascia costiera;

L'autorizzazione è di competenza della Provincia di Livorno, in seguito al recente passaggio di competenze (in particolare, secondo la Legge Regionale n° 19 del 4 aprile del 2003, di modifica della LRT 88/98). Il materiale lapideo e il materiale da ripascimento verranno prelevati da cava terrestre e saranno muniti di apposito certificato attestante la compatibilità ambientale e l'innocuità, come richiesto dalle Disposizioni Procedimentali n° 19 del 4 aprile 2003 della Provincia di Livorno, in merito all'applicazione della L.R. 19/03 e s.m.i.

Coerenza con la normativa ed i vincoli derivanti dai piani di settore

Rimandando all'allegato Studio di Impatto Ambientale per una descrizione più esaustiva, l'area d'intervento è soggetta ai vincoli derivanti dal P.T.C., dal P.S. d'area e dal P.R.G. vigenti (che, per quanto interessa il progetto, riguardano essenzialmente la tutela dell'A.N.P.I.L. nei vari aspetti che la contraddistinguono) e al vincolo paesaggistico dovuto alla ex L. 431/85.

Per quanto riguarda il vincolo paesaggistico e naturalistico è già stato detto al paragrafo precedente, per quello archeologico l'impatto dell'intervento è positivo in quanto la riduzione del trend erosivo porterà benefici al mantenimento dei resti archeologici nei pressi della battigia e non sono previsti lavori di scavo sul fondale e infine per il vincolo idrogeologico l'intervento non ha impatti.

La zona d'intervento è interamente su area demaniale e per l'accesso dei mezzi terrestri alla battigia verranno ottenute le autorizzazione del caso.



CRONOPROGRAMMA DELLE FASI SUCCESSIVE

Ai sensi del D.P.R. 554/99 e s.m.i., in base ai tempi previsti dalla normativa vigente in materia, si possono fornire le seguenti tempistiche di massima:

- Durata procedura di Valutazione Impatto Ambientale (art.14 e 18 L.R. 79/98 e s.m.i.): 120 giorni;
- Approvazione progetto definitivo: entro 20 giorni dalla notifica della pronuncia di compatibilità ambientale, in modo da recepire nel progetto le eventuali prescrizioni impartite in sede di V.I.A.;
- Redazione progetto esecutivo: entro 45 giorni dall'approvazione del progetto definitivo;
- Approvazione progetto esecutivo: entro 10 giorni dal termine della redazione del progetto.

Nell'ipotesi di avviare la procedura di V.I.A. agli inizi di novembre, il quadro temporale delle scadenze che portano all'approvazione del progetto esecutivo è il seguente:

- Notifica della pronuncia di compatibilità ambientale entro il 1 marzo 2008;
- Approvazione progetto definitivo entro il 20 marzo 2008;
- Redazione Progetto esecutivo entro il 5 maggio 2008;
- Approvazione Progetto esecutivo entro il 15 maggio 2008.

PROGRAMMA DI ATTUAZIONE (COSTRUZIONE E MANUTENZIONE)

Premessa

L'assenza di cave sottomarine potenzialmente sfruttabili nell'area d'intervento e le caratteristiche del materiale sabbioso disponibile a terra, hanno reso necessaria una modifica al quadro progettuale del preliminare, eliminando al momento la fase di completamento dell'intervento, con il versamento di una notevole quantità di materiale. Pertanto, alla luce di quanto detto, il programma dell'intervento è attualmente così composto:

1. Realizzazione dei 4 diaframmi in massi lungo i due solchi sottomarini;
2. Versamento di 10.000 mc provenienti da cave terrestri;
3. Monitoraggio dell'evoluzione del versamento (durata tre anni).



Considerazioni sui tempi di esecuzione dell'intervento

I diaframmi in massi verranno posti in opera tramite mezzi marittimi che saranno caricati presumibilmente presso il porto di Piombino e poi raggiungeranno via mare l'area del Golfo di Baratti. I massi, provenienti da cave di frantumazione di rocce calcaree, potranno essere trasportati al Porto di Piombino tramite autocarri lungo la viabilità ordinaria.

Vista la disponibilità di cave di rocce calcaree a distanze inferiori a 30 km dal Porto di Piombino, è ragionevole supporre di trasportare giornalmente al porto un volume di massi pari a 400 mc (ammettendo l'uso di autocarri ribaltabili di grosse dimensioni) con, mediamente, un autocarro in arrivo al punto di scarico ogni 15-20 minuti. Di conseguenza, tenuto conto del trasporto dei massi al porto e della successiva posa in opera, per la costruzione dei diaframmi sono necessari circa 22 giorni lavorativi, corrispondenti a 30 giorni naturali e continui.

Per quanto riguarda il materiale per il ripascimento, si può prevederne il trasporto dalla cava fino al limite della duna, nei pressi del sito d'intervento, mediante autocarri con cassone ribaltabile, una volta poi depositato il carico si può pensare all'utilizzo di pale gommate per lo spostamento del materiale nei pressi della battigia (usando particolari accorgimenti per evitare danneggiamenti alla duna stessa) e infine si può supporre che sulla battigia si muovano delle pale cingolate per la realizzazione dei pennelli rifornitori, necessari al versamento in profondità del materiale.

In linea di massima, pertanto, si può affermare che la durata di questa operazione dipenderà essenzialmente dalla durata del trasporto del materiale sabbioso alla spiaggia per il ripascimento, in quanto le restanti operazioni si adegueranno ai tempi di fornitura del materiale nei pressi della spiaggia. Tenuto conto della lontananza della cava dal punto d'intervento, si può ipotizzare di trasportare giornalmente al sito d'intervento un volume pari a 160 mc, supponendo sempre l'uso di autocarri ribaltabili di grosse dimensioni (con cassoni almeno da 16 m³) con, mediamente, un autocarro in arrivo al punto di scarico ogni 45 minuti. In un'ipotesi del genere, sono necessari non meno di 65 giorni lavorativi, pari a circa 100 giorni naturali continui, per versare sull'arenile i 10.000 mc di progetto.



Dunque, in totale, tenuto conto delle operazioni di cantiere e dell'incidenza dei probabili giorni di condizioni meteorologiche avverse, l'esecuzione completa dei lavori in oggetto richiederà circa 150 giorni naturali, pari a 5 mesi.

Considerazioni sul piano di manutenzione dell'intervento

Il piano di manutenzione sarà attivato all'interno di un programma specifico per il mantenimento dell'arenile del Golfo di Baratti. Tale programma dovrà essere adeguato alle tendenze evolutive e alle dinamiche che emergeranno dal monitoraggio futuro della spiaggia del golfo.

In linea di massima, riferendosi, per quanto riguarda la manutenzione futura dell'arenile, alle analisi fatte sul deficit detritico annuale del golfo e considerando l'intervento correttivo dei fondali analogo a delle opere di difesa in massi sommerse, poste ad una certa profondità, pertanto soggette a possibili limitati assestamenti dovuti sia a possibili imperfezioni di costruzione sia a piccoli cedimenti localizzati dovuti all'azione del moto ondoso, si possono fornire le seguenti stime:

- o manutenzione annuale della spiaggia, da effettuarsi con il riporto di materiali simili a quelli presenti in sito;
- o manutenzione dei diaframmi sottomarini con circa 700 t (pari al 5% del versamento iniziale, vista la notevole sommergenza dei diaframmi) di massi naturali a dieci anni dal termine di lavori o altro intervento analogo di modifiche delle correnti marine.

Le indicazioni sulla manutenzione sono al momento puramente indicative e dovranno essere riviste in base alle reali tendenze evolutive che verranno studiate mediante un programma di monitoraggio adeguato che integrerà il piano di manutenzione. A livello preliminare si possono fornire le seguenti indicazioni di massima:

- o rilievo della linea di riva da effettuarsi al termine dei lavori, dopo sei mesi e poi con cadenza annuale
- o rilievo completo dei profili (spiaggia emersa fino al cordone dunale e sommersa fino alla profondità di chiusura, compreso i diaframmi sottomarini) da eseguirsi



dopo un anno dal termine dei lavori, poi con cadenza annuale per i primi tre anni e successivamente una volta ogni tre anni

- o prelievo e analisi di campioni granulometrici della spiaggia dopo un anno dal termine dei lavori e poi con cadenza triennale

DURATA DELL'INTERVENTO

I diaframmi in massi realizzati sui fondali non dovrebbero presentare particolari problemi di durata, invece diverso è il discorso per il ripascimento e la spiaggia. Il golfo, infatti, è attualmente caratterizzato da un deficit detritico annuale che è stato valutato in via preliminare (vedi descrizione dell'ambiente) in circa 6.000 mc all'anno, che rende molto breve la durata di un qualsiasi ripascimento che non sia di volumetria elevata.

Tale stima è fatta sulla base del trend attuale, invece è ragionevole supporre che il deficit annuale venga ridotto per effetto dell'intervento di correzione dei fondali, con la chiusura parziale dei due solchi sottomarini che attualmente favoriscono la fuga dei sedimenti verso i fondali maggiori e inoltre la granulometria maggiore dei sedimenti di ripascimento, rispetto a quelli presenti in sito, garantisce una stabilità maggiore dei sedimenti versati. Pertanto, probabilmente, il riferimento al trend attuale per stimare le tendenze della spiaggia dopo l'intervento, è eccessivamente cautelativo. Ciò non toglie che, a causa della ridotta volumetria, è ragionevole considerare comunque una durata estremamente ridotta del versamento.

Un adeguato monitoraggio della spiaggia, che dovrà partire subito dopo la fine dell'intervento per essere proseguito negli anni successivi (per almeno tre anni), potrà permettere di tenere sotto controllo l'evoluzione della spiaggia stessa e fornire indicazioni più precise sull'effetto dei diaframmi e sulle tendenze della spiaggia, consentendo di quantificare versamenti periodici che probabilmente continueranno a rendersi necessari per il mantenimento dell'arenile.