

## **REGIONE LIGURIA**

DIPARTIMENTO TUTELA DELL'AMBIENTE ED EDILIZIA

DIPARTIMENTO PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, PAESISTICA E AMBIENTALE

# **CRITERI GENERALI INERENTI LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE DELLE OPERE DI DIFESA DELLA COSTA E DEGLI ABITATI COSTIERI E DI RIPASCIMENTO DEGLI ARENILI**

## **Premessa**

I presenti criteri hanno lo scopo principale di fornire una prima traccia dei contenuti tecnici di cui un progetto di interventi di difesa della costa o degli abitati costieri deve essere necessariamente corredato al fine di consentire un completo esame da parte dei soggetti addetti alla approvazione in linea tecnica.

Tali linee guida riguardano infatti sia gli aspetti più tecnici, sia gli aspetti legati all'impatto ambientale dell'intervento, rispecchiando i principi dello sviluppo sostenibile enunciati nell'ambito dell'Agenda XXI della Regione Liguria.

Esse si inquadrano nelle attività di promozione, coordinamento e sviluppo della progettazione e della realizzazione delle opere per la difesa della costa e degli abitati costieri, per il ripascimento degli arenili e per l'ampliamento e la stabilizzazione delle spiagge previste dalla L.R. 13/99 e s.m., con particolare riferimento ai contenuti dell'art. 2 e dell'art. 3 c. 1.

Le indicazioni in oggetto devono essere intese come contenuti standard dei progetti in argomento, fermo restando che, per progetti di particolare rilevanza e/o complessità, si debba ricorrere ad analisi di maggior dettaglio (es. modelli fisici, etc.). Allo stesso tempo, qualora si ritenessero trascurabili alcuni dei contenuti richiesti, il progetto potrà, motivatamente, escluderli.

Il livello progettuale a cui le presenti linee guida fanno riferimento è da intendersi il progetto definitivo stabilito dalla L. 109/94 e s.m., ed i contenuti citati nel seguito si inseriscono nell'ambito degli elaborati previsti dall'art. 25 c. 2 del DPR 554/99.

I presenti criteri costituiscono inoltre specificazione delle Norme Tecniche di cui alla l.r. 38/98 art. 16 con riferimento alle opere costiere di cui al punto 10j dell'allegato 3 alla stessa l.r. .

Essi forniscono quindi indicazioni specifiche per la predisposizione della documentazione idonea ai fini dell'attivazione delle prescritte procedure di VIA.

PARTE I – QUADRO CONOSCITIVO DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO .....	4
1. Verifiche, rilievi ed indagini preliminari alla progettazione .....	4
1.1 Strumenti di programmazione e pianificazione vigenti .....	4
1.2 Identificazione dell'unità fisiografica .....	4
1.3 Rilievo dello stato attuale e della tendenza evolutiva .....	4
1.4 Rilievi batimetrici .....	4
1.5 Indagini geognostiche .....	4
1.6 Analisi delle biocenosi marine .....	4
1.7 Qualità delle acque .....	5
1.8 Analisi meteo-marine .....	5
1.8.1 Inquadramento del paraggio e definizione del settore di traversia .....	5
1.8.2 Clima ondoso al largo .....	5
1.8.2.1 <i>Dati utilizzati</i> .....	5
1.8.2.2 <i>Procedimenti di calcolo utilizzati</i> .....	6
1.8.3 Evoluzione del moto ondoso dal largo verso riva .....	6
1.8.4 Determinazione dello stato di mare di progetto .....	6
1.9 Analisi dei processi costieri .....	6
1.9.1 Analisi delle caratteristiche sedimentologiche .....	6
1.9.2 Determinazione della spiaggia sommersa .....	6
1.9.3 Determinazione del trasporto medio longitudinale .....	6
1.9.4 Valutazione della stabilità trasversale della spiaggia .....	7
1.9.5 Determinazione degli apporti solidi .....	7
1.9.6 Bilancio dei sedimenti .....	7
PARTE II - LE OPERE .....	8
2 La scelta progettuale .....	8
3 Il dimensionamento delle opere .....	8
3.1 Difese aderenti .....	8
3.2 Pennelli .....	8
3.3 Frangiflutti distanziati (barriere emerse) .....	9
3.4 Barriere soffolte .....	9
3.5 Ripascimenti e spiagge artificiali .....	9
3.6 Caratteristiche qualitative dei materiali da mettere in opera .....	9
3.7 Impatto ambientale delle opere progettate .....	10
3.7.1 Utilizzazione di risorse naturali .....	10
3.7.2 Modalità e tempi di realizzazione .....	10
3.7.3 Interazione delle opere con i processi costieri .....	10
3.7.4 Effetto dell'opera sulle biocenosi sensibili .....	10
3.7.5 Influenza sulla qualità delle acque costiere e della spiaggia .....	11
3.7.6 Foci fluviali e torrentizie .....	11
3.7.7 Paesaggio (solo parti emergenti) .....	11
3.8 Monitoraggio .....	11

## **PARTE I – QUADRO CONOSCITIVO DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO**

### **1. Verifiche, rilievi ed indagini preliminari alla progettazione**

#### ***1.1 Strumenti di programmazione e pianificazione vigenti***

Il progetto deve valutare la coerenza dell'opera con gli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale vigenti (PTC della Costa, P.R.G./P.U.C., PTC Paesistico etc.)

#### ***1.2 Identificazione dell'unità fisiografica***

Il progetto deve contenere l'individuazione dell'unità fisiografica sulla base di considerazioni legate alla morfologia della linea di riva e della costa, della sedimentologia e petrografia, del regime delle onde e delle correnti, delle caratteristiche ecologiche dell'area. L'identificazione dell'unità fisiografica può fare riferimento alle U.F. identificate dal Piano Territoriale di Coordinamento della Costa (nel seguito definito PTC), inserendo delle eventuali considerazioni di maggior dettaglio relative alla presenza di manufatti che possono causare delle sconessioni dal punto di vista sedimentologico (es. porti, etc.)

#### ***1.3 Rilievo dello stato attuale e della tendenza evolutiva***

Il progetto deve contenere una analisi "storica" dell'evoluzione della linea di costa, e di una idonea fascia di territorio verso l'interno, valutando cartografie storiche, bibliografia, etc, e valutando altresì l'urbanizzazione, realizzazione di infrastrutture, etc. Anche questa parte può fare riferimento al PTC, eventualmente inserendo considerazioni di maggior dettaglio relative alla specifica area di intervento.

#### ***1.4 Rilievi batimetrici.***

La progettazione dovrà essere preceduta da una campagna di rilievi batimetrici finalizzati alla definizione, alla scala idonea in funzione delle opere in progetto, delle caratteristiche geometriche dei fondali nelle zone contigue alle opere stesse. Tali rilievi dovranno essere estesi ad una congrua zona esterna all'intervento, da definirsi sulla base delle schematizzazioni utilizzate per la definizione del moto ondoso e dei fenomeni legati al trasporto litoraneo. Il progetto dovrà prevedere uno specifico elaborato contenente l'indicazione dei rilievi eseguiti e dei "punti battuti", georiferiti (Gauss Boaga), individuando una serie di capisaldi a terra che dovranno essere riportati in apposite monografie.

#### ***1.5 Indagini geognostiche***

La progettazione dovrà comprendere l'esecuzione di specifiche indagini geognostiche, sempre in relazione alla consistenza dell'intervento, finalizzate alle verifiche di stabilità della fondazione (rottura suolo e cedimenti). Le indagini andranno approfondite nel settore a mare quando la configurazione del fondale fa presupporre un'indotta instabilità del complesso opera-litorale. Le indagini consentiranno di approntare le eventuali verifiche di stabilità necessarie.

#### ***1.6 Analisi delle biocenosi marine***

La progettazione dovrà essere elaborata anche tenendo in considerazione i popolamenti biologici dei fondali nell'area di influenza dell'opera progettata; indicativamente l'area di

influenza può essere individuata con le stesse modalità già espresse nelle linee guida per i ripascimenti stagionali; il quadro conoscitivo dovrà essere desunto dalla letteratura scientifica disponibile. Quali livelli conoscitivi di base dovrà essere utilizzata la seguente documentazione :

- PTC della Costa fascicoli 4.4 e 4.5 - Regione Liguria (cartografia in scala 1:50.000 e relative schede descrittive):
- Mappatura dei principali popolamenti marino-costieri della Liguria ( cartografia in scala 1:10.000 e relative schede descrittive) - Regione Liguria
- siti Bioitaly della Regione Liguria (cartografia in scala 1:25.000 e relative schede descrittive) - Regione Liguria

integrata da tutta l'ulteriore letteratura scientifica eventualmente disponibile.

Nel caso di opere di particolare rilevanza (orientativamente posizionate su fondali superiori ai 5 metri o che interessino uno sviluppo di litorale superiore ad 1 km) o nei casi in cui la documentazione di base evidenzia che l'area interessata dagli interventi coinvolga popolamenti bentonici meritevoli di tutela dovranno essere effettuate indagini mirate volte a definire l'esatta localizzazione e lo stato di conservazione degli stessi; nella relativa documentazione dovranno essere specificate le metodologie utilizzate per l'indagine, sia per quanto riguarda i rilievi biologici che la loro georeferenziazione e cartografazione.

### **1.7 Qualità delle acque**

Nel caso di opere previste o già esistenti di cui non si preveda nel progetto la rimozione, in grado di ridurre significativamente il naturale ricambio idrico delle acque antistanti il tratto di costa interessato dall'intervento dovrà essere predisposta una apposita relazione che individui tutti gli apporti di acque potenzialmente inquinanti quali corsi d'acqua e scarichi di acque bianche e nere recapitanti nel tratto di costa stesso.

Ogni apporto idrico dovrà essere cartografato e caratterizzato in termini quantitativi e qualitativi sulla base dei dati disponibili presso gli enti competenti.

Nel caso in cui nel tratto di costa considerato ricadano punti di controllo per le acque di balneazione ai sensi del DPR 470/82 , dovrà essere reperita (presso l'Arpal o presso la Regione Liguria) e discussa la serie storica riferita ai due anni più recenti disponibili.

### **1.8 Analisi meteo-marine.**

#### **1.8.1 Inquadramento del paraggio e definizione del settore di traversia**

Il progetto deve contenere l'ubicazione del paraggio nel contesto geografico-marino con indicazione del settore di traversia.

#### **1.8.2 Clima ondoso al largo**

Il progetto deve identificare i valori massimi e medi del moto ondoso al largo del paraggio in esame (prof. Infinita).

##### **1.8.2.1 Dati utilizzati.**

Il progetto deve specificare i dati utilizzati al fine delle successive elaborazioni. In particolare devono essere specificate le fonti dei dati, il metodo di classificazione, la durata temporale di registrazione.

### ***1.8.2.2 Procedimenti di calcolo utilizzati***

La progettazione deve contenere i procedimenti di calcolo e le elaborazioni statistiche svolte, finalizzate a definire sia la singola onda di progetto (per il dimensionamento delle opere), sia i valori ricorrenti nell'anno, con le corrispondenti durate, di direzione ed entità del moto ondoso (finalizzati alla determinazione dei processi costieri) su profondità infinita.

### **1.8.3 Evoluzione del moto ondoso dal largo verso riva.**

Il progetto deve contenere la descrizione delle elaborazioni svolte per la propagazione del moto ondoso dal largo verso riva, sia per quanto attiene l'onda di progetto, sia per quanto riguarda le caratteristiche medie del moto ondoso finalizzate all'individuazione dei processi costieri. Devono essere necessariamente considerati i fenomeni di rifrazione, shoaling e dissipazioni superficiali di energia per frangimenti parziali ed eventualmente per dissipazione al fondo, specificando la profondità di inizio della zona dei frangenti. I fenomeni di diffrazione e riflessione dovranno essere considerati nel caso in cui le opere progettate presentino caratteristiche geometriche tali da rendere significativo tale fenomeno anche nei confronti dell'assetto costiero.

### **1.8.4 Determinazione dello stato di mare di progetto.**

Il progetto deve specificare, sulla base dei risultati delle analisi di cui ai punti precedenti, le seguenti caratteristiche dell'onda associata allo stato di mare di progetto: periodo di ritorno, altezza significativa e spettrale, periodo corrispondente, verifica della stabilità dell'onda.

## ***1.9 Analisi dei processi costieri***

### **1.9.1 Analisi delle caratteristiche sedimentologiche**

Il progetto deve contenere delle specifiche analisi sedimentologiche eseguite su campioni rilevati in sito sia sulla spiaggia emersa che sommersa, in numero totale e a distanza l'uno dall'altro rapportata all'estensione dell'opera in progetto. Il progetto dovrà riportare i risultati delle analisi sedimentologiche svolte (in particolare curve granulometriche,). Nel caso di interventi minori è possibile non eseguire prelievi e misurazioni dirette, facendo eventualmente riferimento a dati reperibili in altri studi e/o progetti o in bibliografia.

### **1.9.2 Determinazione della spiaggia sommersa.**

Deve essere valutata l'ampiezza della spiaggia sommersa che risulta coinvolta dai processi di trasporto solido litoraneo longitudinale e trasversale. La profondità di chiusura può essere valutata sulla base di rilievi batimetrici eseguiti in fasi temporali diverse o, in assenza, mediante formulazioni di calcolo.

### **1.9.3 Determinazione del trasporto medio longitudinale**

Sulla base delle caratteristiche del moto ondoso incidente determinate ai punti precedenti, deve essere valutata la direzione e l'entità del trasporto medio longitudinale.

#### 1.9.4 Valutazione della stabilità trasversale della spiaggia.

Il progetto deve valutare, sulla base delle caratteristiche medie del moto ondoso incidente e della granulometria del sedimento, la stabilità trasversale della spiaggia nelle condizioni attuali.

#### 1.9.5 Determinazione degli apporti solidi.

Il progetto deve riportare la stima, ancorchè di massima, degli apporti solidi dovuti a corsi d'acqua, cause antropiche (discariche, etc.).

Per quanto attiene gli apporti solidi dovuti ai corsi d'acqua, la documentazione progettuale dovrà contenere una specifica descrizione ed analisi del regime di trasporto solido finalizzata alla stima dell'apporto medio annuale del corso d'acqua.

#### 1.9.6 Bilancio dei sedimenti.

Sulla base delle considerazioni svolte ai punti precedenti, viene svolto un bilancio dei sedimenti del tratto esaminato, evidenziando gli squilibri ed analizzandone le cause.

## **PARTE II - LE OPERE**

### **2 La scelta progettuale.**

Il progetto deve contenere una esaustiva descrizione della soluzione di progetto adottata, nonché specificare quali sono le altre soluzioni considerate ed i motivi che hanno indotto la scelta progettuale. In ogni caso la soluzione progettuale deve essere conforme agli indirizzi e criteri informativi da seguirsi nella progettazione e realizzazione di interventi per la difesa della costa ed il ripascimento degli arenili contenuti nel fasc. 2.2.1 del PTC.

### **3 Il dimensionamento delle opere.**

Il progetto deve contenere tutte le elaborazioni di calcolo che hanno portato al dimensionamento delle opere, sia per quanto riguarda le caratteristiche geometriche, sia per quanto attiene gli elementi costitutivi. È inoltre necessario descrivere le caratteristiche tecniche dei materiali di cui si prevede l'utilizzazione.

#### **3.1 Difese aderenti.**

Il progetto deve riportare nel dettaglio le metodologie utilizzate per determinare : set-up, run-up, dimensionamento degli elementi costitutivi.

La scelta di questa tipologia di opera dovrà essere limitato, di norma, a tratti di costa privi di arenili, in maniera da evitare fenomeni di riflessione tali da causare danni all'assetto della spiaggia.

Per quanto attiene in particolare gli aspetti paesistici il progetto dovrà prevedere quanto segue:

- Utilizzo di materiale lapideo con caratteristiche cromatiche simili a quello locale, tipico e prevalente del sito oggetto di intervento;
- Utilizzo di mezzi d'opera tali da contenere le dimensioni delle opere di cantiere e gli interventi sulla vegetazione presente ed in generale sul contesto d'ambito;

#### **3.2 Pennelli.**

Il progetto deve contenere le valutazioni di calcolo relative alla determinazione della lunghezza dei pennelli ed al dimensionamento degli elementi costitutivi.

Per quanto attiene in particolare gli aspetti paesistici il progetto dovrà prevedere quanto segue:

- Utilizzo di materiale lapideo con caratteristiche cromatiche simili a quello locale, tipico e prevalente del sito oggetto di intervento;
- Evitare la realizzazione di pavimentazioni con cemento o asfalto del piano di calpestio dei pennelli;
- Realizzazione di un corretto radicamento dei pennelli alla base per adeguarli alla configurazione naturale delle scogliere, delle spiagge e/o delle strutture esistenti;
- Utilizzo di mezzi d'opera tali da contenere le dimensioni delle opere di cantiere e gli interventi sulla vegetazione presente ed in generale sul contesto d'ambito;
- Limitazione dell'altezza fuori terra ed al di sopra del livello medio marino al fine di non pregiudicare le visuali paesaggistiche pubbliche.

### **3.3 Frangiflutti distanziati (barriere emerse).**

Il progetto deve contenere le valutazioni di calcolo relativa alla: altezza d'onda riflessa, altezza d'onda trasmessa attraverso la barriera, dimensionamento degli elementi costitutivi. La scelta di questa tipologia di opera dovrà essere limitata, di norma, a tratti di costa privi di arenili, in maniera da evitare effetti negativi sulla dinamica litoranea longitudinale e interruzioni della dinamica trasversale.

Per quanto attiene in particolare gli aspetti paesistici il progetto dovrà prevedere quanto segue:

- Utilizzo di materiale lapideo con caratteristiche cromatiche simili a quello locale, tipico e prevalente del sito oggetto di intervento;
- Limitazione della quota di coronamento al di sopra del livello medio marino al fine di salvaguardare le principali direttrici di percezione paesaggistica;

### **3.4 Barriere soffolte**

Questo punto deve contenere le valutazioni per la determinazione dei seguenti elementi: altezza d'onda residua onshore alla soffolta (smorzamento dell'onda), dimensionamento degli elementi costitutivi.

La scelta di questa tipologia di opera dovrà essere limitata, di norma, a tratti di costa privi di arenili, in maniera da evitare effetti negativi sulla dinamica litoranea longitudinale e interruzioni della dinamica trasversale.

### **3.5 Ripascimenti e spiagge artificiali.**

Si tratta non di ripascimenti stagionali, volti alla ricostituzione del profilo di spiaggia precedente gli eventi erosivi, già oggetto di una specifica linea guida (approvata con DGR 1553/2001), ma di interventi volti ad aumentare la superficie dell'arenile ed a modificarne il profilo trasversale.

Si conferma quindi quanto già riportato nella suddetta linea guida, e, in aggiunta a quanto già ivi specificato, il progetto dovrà contenere:

un'analisi granulometrica del materiale di ripascimento, dalla quale dovrà essere specificata la frazione di diametro < 0.0625 mm;

- il profilo della spiaggia nell'ipotesi di progetto;
- innalzamento medio del livello marino dovuto ai fenomeni di frangimento (set-up), nonché agli effetti di storm-surge e di marea già specificati nella parte I;
- livello di risalita massima (run-up);
- stima del quantitativo di sedimento necessario per costituire il profilo di progetto e quello necessario per mantenerlo nel tempo.
- il livello di stabilità trasversale del materiale di ripascimento

Per quanto attiene in particolare gli aspetti paesistici il progetto dovrà prevedere quanto segue:

- Utilizzo di materiale lapideo con caratteristiche cromatiche simili a quello locale, tipico e prevalente del sito oggetto di intervento;
- Dimensionamento del ripascimento in relazione alle caratteristiche paesaggistiche ed al contesto d'ambito;

### **3.6 Caratteristiche qualitative dei materiali da mettere in opera.**

Il progetto deve specificare le caratteristiche qualitative dei materiali da utilizzare per la realizzazione delle opere, indicando le metodologie necessarie per la suddetta caratterizzazione. Deve inoltre essere valutata la disponibilità in aree limitrofe di materiale idoneo all'utilizzo previsto dal progetto. Le conclusioni di tale analisi dovranno essere

necessariamente considerate nell'ambito della stima dei lavori, eseguendo delle specifiche analisi dei prezzi unitari.

### **3.7 Impatto ambientale delle opere progettate**

#### 3.7.1 Utilizzazione di risorse naturali.

Il progetto deve specificare le possibili fonti di approvvigionamento in zone limitrofe dei materiali utilizzati per la realizzazione delle opere.

#### 3.7.2 Modalità e tempi di realizzazione.

Il progetto deve specificare le modalità con le quali si prevede di realizzare le opere, se da mare o da terra, le cautele che si intende mettere in atto ai fini di contenere gli impatti derivanti dalla fase di realizzazione (impatti secondari: traffico indotto, rumore, polveri), le modalità di gestione dei cantieri stessi. Devono inoltre essere specificati i tempi di realizzazione. Il grado di approfondimento di tale analisi deve essere correlato anche alla vicinanza con biocenosi sensibili (descritte nel successivo punto 3.8.4).

#### 3.7.3 Interazione delle opere con i processi costieri

Sulla base delle analisi tecniche contenute nei punti precedenti, devono essere descritte le modalità con le quali le opere interagiscono con l'assetto idrodinamico (moto ondoso, correnti) e sedimentologico dell'unità fisiografica ed i possibili effetti sullo stesso. Deve in particolare essere verificata la possibilità di alterazione significativa di tali dinamiche (ad esempio induzione di fenomeni erosivi localizzati nell'area vasta).

#### 3.7.4 Effetto dell'opera sulle biocenosi sensibili

sono da considerare biocenosi sensibili

- praterie di Posidonia oceanica
- popolamenti di precoralligeno e coralligeno
- formazioni a beach rock
- siti di presenza di particolari emergenze floristiche o faunistiche
- aree ricadenti in pSIC

Per quanto riguarda i possibili impatti dell'opera su tali popolamenti o habitat lo studio di impatto ambientale, ove previsto, (ovvero lo studio di fattibilità ambientale previsto dall'art. 25 c. 2 lett. f) del DPR 554/99) dovrà interpretare le previsioni ed i modelli utilizzati e prendere in considerazione:

interazioni dirette: intese come

- area di fondale marino occupato e circoscritto dalle opere
- area di fondale direttamente interessata da versamenti di materiale
- area di fondale interessata da ancoraggi di pontoni od altri mezzi navali utilizzati nella fase di cantiere

modificazioni delle caratteristiche sedimentologiche dei fondali non direttamente interessati dalle opere: intese come

⇒ modificazioni delle caratteristiche granulometriche indotte da versamenti di materiale lapideo soggetto a essere disperso nell'area antistante.

⇒ fenomeni di sedimentazione o erosione indotti dalle opere

fenomeni di torbidità persistente delle acque dovute alla sospensione e risospensione di materiali limo-argillosi.

Tale valutazione dovrà essere effettuata prendendo in considerazione non solo gli interventi di progetto ma anche le previsioni di manutenzione, quali ripascimenti previsti per mantenere nel medio e lungo termine il profilo della spiaggia di progetto.

### 3.7.5 Influenza sulla qualità delle acque costiere e della spiaggia

Sulla base del quadro conoscitivo e delle opere previste dovranno essere presi in considerazione i seguenti aspetti:

- possibili fenomeni di compattazione e cementazione della spiaggia ad opera della interazione tra acqua marina e frazione fine del materiale costituente la spiaggia di progetto;
- possibile torbidità delle acque dovuto alla sospensione e risospensione di limo e argilla;
- ricambio idrico delle acque antistanti il tratto di costa protetto.

Tale valutazione dovrà essere effettuata prendendo in considerazione non solo gli interventi di progetto ma anche le previsioni di manutenzione, quali ripascimenti previsti per mantenere nel medio e lungo termine il profilo della spiaggia di progetto.

### 3.7.6 Foci fluviali e torrentizie.

Nel caso di opere che interessino da vicino (indicativamente distanza dalla foce < 5 volte la larghezza del corso d'acqua alla foce) foci fluviali o torrentizie, la documentazione progettuale dovrà contenere una specifica parte volta a valutare l'influenza delle opere stesse sul libero deflusso di piena dei corsi d'acqua. In particolare si dovrà valutare la possibilità che le nuove opere causino accumuli di sedimenti presso l'area fociva e le condizioni di deflusso di piena nel caso di contemporanea mareggiata, inserendo, se del caso, una verifica idraulica del tratto focivo terminale, acquisendo i risultati dei Piani di Bacino adottati.

### 3.7.7 Paesaggio (solo parti emergenti).

Deve essere esplicitato l'impatto delle opere sul paesaggio, mediante fotoinserimenti delle stesse o simulazioni tridimensionali. Ai fini della mitigazione degli impatti delle opere emerse, la progettazione deve tendere a realizzare il miglior compromesso tra dimensioni ed efficacia ( ad es. l'emergenza di una barriera deve essere contenuta entro i valori di altezza minimi in grado di garantire la funzione protettiva nei confronti del moto ondoso). I materiali devono inoltre essere cromaticamente coerenti con il contesto e con le eventuali preesistenze.

Devono essere confrontate le diverse alternative rispetto all'uso di materiali naturali o artificiali mettendoli a confronto ai fini dell'impatto visivo, dell'approvvigionamento e dei traffici indotti.

## **3.8 Monitoraggio**

Il progetto deve contenere anche le azioni di monitoraggio da porre in atto dopo l'avvenuta realizzazione dell'opera, finalizzate a verificarne l'impatto sulla dinamica costiera, sulle biocenosi presenti e sulla qualità delle acque, da calibrare in funzione della entità delle opere ed in funzione delle caratteristiche tipologiche dell'intervento.

In particolare:

Per il monitoraggio della dinamica costiera potranno essere svolte, in funzione della tipologia dell'opera e dei fondali interessati, le seguenti attività

- rilievi della spiaggia emersa
- rilievi batimetrici della spiaggia sommersa fino alla profondità di chiusura del profilo di spiaggia
- prelievo ed analisi granulometrica di campioni di spiaggia dalla battigia alla profondità di chiusura del profilo di spiaggia.

Tali controlli dovranno permettere un confronto tra lo stato della spiaggia ad intervento ultimato, ad un anno di distanza, a più anni di distanza.

Per il monitoraggio delle biocenosi costiere potranno essere svolte, in funzione della tipologia dell'opera e dei fondali interessati, le seguenti attività

- “balisage” (marcatura) del limite superiore e inferiore delle praterie di fanerogame
- conteggi su aree standard per la definizione dello stato delle praterie di fanerogame o di popolamenti di substrato duro
- descrizione dei fondali tramite transetti
- censimenti visuali della fauna ittica
- documentazione fotografica subacquea

Tali controlli potranno prevedere una campagna di bianco antecedente la realizzazione dell'intervento e campagne di controllo per almeno due anni dopo l'intervento.

Per il monitoraggio della qualità delle acque, nei casi in cui le opere prevedano la delimitazione di specchi acquei a ridotto ricambio idrico, potranno essere definiti punti di campionamento delle acque marine, secondo gli standard stabiliti dalla normativa sulle acque di balneazione, per la determinazione periodica di parametri quali ossigeno disciolto, trasparenza, coliformi fecali, streptococchi fecali.

## Bibliografia:

- Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici – Servizio tecnico Centrale – *“Istruzioni tecniche per la progettazione e la esecuzione di opere di protezione delle coste”* approvate dall’assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici con voto n. 151 del 28/06/1991;
- C.N.R.; Progetto finalizzato “Conservazione del Suolo” – sottoprogetto “Dinamica dei litorali”: *“Raccomandazioni tecniche per la protezione delle coste”*; 1981;
- U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center; *“Shore Protection manual”* ed. 1984;
- Ministero dei Lavori Pubblici – C.N.R.-GNDCI *“Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime”*