

INDICE

1. PREMESSA	3
2. MODELLO DI GESTIONE ADATTIVA DEL MONITORAGGIO.....	5
3. MONITORAGGIO E VERIFICA DELLO STATO DELLE OPERE.....	7
3.1. Monitoraggio nelle fasi preliminari alla costruzione dell'opera.....	8
3.2. Monitoraggio in corso d'opera	9
3.3. Monitoraggio nelle fasi di esercizio	11
4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DA ESEGUIRE NELLE DIVERSE FASI OPERATIVE	14
4.1. Analisi dei dati di monitoraggio e rapporti periodici:.....	14
4.2. Qualità delle acque	15
4.3. Topografia della spiaggia emersa e prelievo campioni	16
4.4. Caratterizzazione geomorfologica e vegetazionale della fascia dunare	17
4.5. Topografia della spiaggia sommersa e prelievo campioni.....	18
4.6. Analisi delle variazioni plano-volumetriche della spiaggia emersa e sommersa e determinazione del bilancio dei sedimenti.....	18
4.7. Analisi sedimentologiche applicative.....	19
4.8. Analisi della componente biotica.....	20
5. MANUTENZIONE.....	20
5.1. Manuale d'uso	21
5.2. Manuale di manutenzione	22
5.3. Sottoprogramma dei controlli	23
5.4. Sottoprogramma degli interventi	23
6. RACCOMANDAZIONI CONCLUSIVE	24

1. PREMESSA

In considerazione dei contenuti delle “Misure di Salvaguardia”, relativamente al territorio di competenza dell’Autorità di Bacino Regionale Destra Sele (Comuni di Pontecagnano Faiano e Battipaglia) e dell’Autorità di Bacino Interregionale del fiume Sele (comuni di Eboli e Capaccio), e delle Norme di attuazione e prescrizioni del Piano stralcio erosione costiera (PSEC) dell’ Autorità di Bacino regionale sinistra Sele (comuni di Capaccio e Agropoli), ogni intervento progettuale deve essere preceduto da una puntuale analisi dello stato esistente e seguito da un monitoraggio d’opportuna durata allo scopo di verificare l’evoluzione del progetto e di confrontare le condizioni del litorale interessato prima e dopo l’intervento, dal punto di vista geometrico, dinamico e sedimentologico.

Il Piano di monitoraggio e manutenzione qui redatto è parte integrante del sistema di difesa costiera in progetto, al pari delle opere che costituiscono detto sistema.

La necessità di tale Piano risiede nel carattere stesso del tipo di progetto effettuato, che va concepito in senso “dinamico” data la natura e la varietà dei fattori naturali che lo inficiano.

Difatti, sebbene il progetto di difesa costiera sia stato svolto approfondendo l’analisi dell’evoluzione storica del litorale ed applicando moderne conoscenze per il calcolo e le previsioni, e sebbene, inoltre, i dati di base siano stati raccolti con apposite indagini in situ, tuttavia le variabili in gioco (clima meteomarinico, sedimentologia, fenomeni di inquinamento marino che hanno degradato la Posidonia esistente ed interventi antropici sull’unità fisiografica) sono influenzate da un numero così grande di fattori naturali da rendere obbligatoria l’adozione di un piano di monitoraggio.

Il confronto dei risultati previsti per mezzo delle modellazioni svolte e dei rilievi effettuati con tale monitoraggio, porterà ad una taratura del modello matematico utilizzato.

Di seguito è descritto sia il piano per la fase realizzativa del sistema, sia quello per la fase seguente di gestione e manutenzione.

Le manutenzioni previste per il litorale andranno individuate, se necessario, proprio sulla base dei risultati del monitoraggio.

In ogni caso dovrà essere individuata la figura di un “gestore” del sistema che verificando i risultati ottenuti durante il monitoraggio, decida di apportare le opere di manutenzione del caso (sia che siano quelle previste da progetto, sia quelle adeguate in base al monitoraggio). Tale gestore potrà essere, nella fase realizzativa, il Direttore dei Lavori, ma poi dovrà essere individuato nell’Autorità di Bacino nella fase successiva.

Il piano di Monitoraggio e Manutenzione, pertanto, correla tra di loro le infrastrutture di difesa della costa progettate, le fasi operative e la vita degli elementi strutturali, allo scopo di verificare i requisiti progettuali e la loro variazione durante la vita della struttura.

Per requisiti progettuali si intendono non solo le caratteristiche tecnico-strutturali dei singoli componenti l’opera, ma l’insieme prestazionale delle azioni indotte dall’opera nel contesto areale in cui è inserita in termini economici, tecnici e di sicurezza.

In considerazione dell’ambito in cui gli interventi sono inseriti particolare attenzione sarà data alla verifica degli aspetti ambientali con la misurazione dei parametri geometrici (batimetria, profilo della linea di riva, ampiezza del litorale), fisici (granulometria della spiaggia sommersa ed emersa), chimico/biologici (caratterizzazione delle acque, caratterizzazione della biocenosi e delle specie biocenotiche) e meteomarini (caratteristiche del moto ondoso mediante misure ondometriche direzionali dirette in acqua profonda).

Il presente documento costituisce il Piano di manutenzione dell’opera e delle sue parti e contempla i seguenti documenti operativi:

- A. Attività di monitoraggio e verifica dello stato dell’opera;**
- B. Attività di manutenzione.**

Con riferimento alla citata normativa, si evidenzia che poiché le opere in oggetto non contemplano se non in minima parte impianti tecnologici, i documenti operativi previsti dalla legge sono stati adattati alla tipologia e funzionalità delle opere in questione.

Il presente documento è finalizzato a definire, per quanto possibile in fase di progettazione definitiva, le azioni necessarie per il monitoraggio e la manutenzione dell'opera e dei singoli elementi che la compongono al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, l'efficienza ed il valore economico.

Si sottolinea che, al termine della realizzazione dell'intervento, sarà cura della Direzione Lavori controllare e verificare la validità del presente documento, tenendo conto degli aggiornamenti che si dovessero rendere necessari durante l'esecuzione dell'opera. Pertanto sarà cura della Direzione Lavori, di concerto con i Collaudatori ed i responsabili dell'Ufficio Tecnico del Committente, richiedere all'Appaltatore tutta la documentazione necessaria (grafici, relazioni descrittive e d'uso) per consentire un corretto uso e manutenzione delle parti che contraddistinguono l'opera.

Il documento così costituito sarà poi oggetto di ulteriori aggiornamenti ed adeguamenti nel corso dell'esercizio dell'opera e delle sue componenti.

2. MODELLO DI GESTIONE ADATTIVA DEL MONITORAGGIO

Nell'elaborazione del Modello di Gestione delle attività di monitoraggio verranno assunti i presupposti ed i criteri posti a base della Programmazione degli interventi di Monitoraggio Costieri da parte dell'ARPAC per l'intera Campania (PMCC).

Il PMCC assume come paradigma un Modello di Gestione Adattiva del Monitoraggio Costiero e considera i seguenti Componenti di Monitoraggio:

- ❖ Parametri di Monitoraggio (*Monitoring parameters*)
- ❖ Metodi di Verifica e Validazione dei dati (*Data evaluation methods*)
- ❖ Transetti di Monitoraggio (*Baseline monitoring*),
- ❖ Ambiti e Siti di Monitoraggio (*Reference zones and sites*)
- ❖ Frequenza di Monitoraggio (*Monitoring frequency*)
- ❖ Gestione Adattiva del Monitoraggio (*Adaptive management*), e
- ❖ Durata del Monitoraggio (*Monitoring duration*).

Il PMCC , applicato in modo integrato e multiscalare, deve tenere conto dei seguenti Elementi di Monitoraggio:

- Monitoraggio a lungo termine
- Monitoraggio pre-intervento di risanamento (*pre-restoration monitoring*)
- Protocolli di Monitoraggio Standardizzati (*standard monitoring protocols*)
- Valutazione funzionale degli effetti (*functional assessment*)

Il concetto di gestione adattiva, sia dei disastri naturali, che delle attività di gestione ordinaria del territorio è stata introdotta per tenere conto dei vari livelli di “incertezza” che sono insiti nei programmi e progetti di assetto o di mitigazione dei rischi. A maggior ragione per il Rischio Costiero, i modelli adottati, anche quelli più sofisticati, non consentono una verifica deterministica di efficacia delle azioni e degli interventi di protezione e salvaguardia costiera.

E’ per questo motivo che molti piani e programmi, anche quelli di monitoraggio, sono stati impostati nella logica della Gestione Adattiva (Adaptive Management). Il concetto di Gestione Adattiva che vogliamo perseguire è stato, infatti, sviluppato al fine di fornire un quadro procedurale a supporto dei processi decisionali sul territorio che devono tenere conto della incertezza delle basi conoscitive. Tali incertezze possono derivare da incompletezza della base scientifica, dal limitato tempo a disposizione per affrontare la problematica ed, infine, la mancanza di risorse economiche per risolvere il problema.

L’aspetto rilevante è che i principi dell’ *Adaptive Management* sono dotati di una estrema flessibilità e possono essere applicati alle varie scale, utilizzando diverse strategie. L’elemento più importante è che “*si deve imparare dal progetto*”, infatti, l’ “*adaptive management*” viene anche denominato, per brevità, *imparare attraverso il fare* (“*learning by doing*.”). Solo durante il “*fare*” le incertezze vengono individuate e progressivamente superate , “*adattando*” le varie soluzioni alle risposte positive o negative del sistema.

Uno schema di riferimento significativo è fornito non a caso dal NOAA americano, di seguito mostrato (Fig. 1).



Figura 1: Schema di Adaptive Management, modificato da Diefenderfer, H.L. and R.M. Thom. 2003: "Systematic Approach to Coastal Ecosystem Restoration". Prepared for: NOAA Coastal Services Center, by Battelle Marine Sciences Laboratory. Sequim, WA.

3. MONITORAGGIO E VERIFICA DELLO STATO DELLE OPERE

Alla realizzazione delle opere del presente progetto seguirà una fase di gestione e manutenzione delle opere realizzate caratterizzata da un costante monitoraggio del moto ondoso e della morfologia della spiaggia.

Il monitoraggio delle opere dovrà essere realizzato sia con sopralluoghi, documentati da verbali, schede e fotografie, che con campagne di misure, eseguiti ambedue a cadenze regolari e comunque ogni qualvolta che in fase di esercizio si registrino eventuali assestamenti o danni delle opere a gettata e del litorale interessato dagli interventi di difesa costiera.

Il piano di monitoraggio costituisce, inoltre, un elemento indispensabile per la definizione degli interventi di manutenzione, le scadenze temporali nelle quali vengono suddivise le varie attività di monitoraggio sono così definite:

1. **Monitoraggio prima dell'inizio dei lavori** (prima cioè che venga ad essere modificato l'assetto costiero attuale);
2. **Monitoraggio in corso d'opera**, durante la costruzione dell'opera (dall'inizio dei lavori al completamento delle opere marittime e collaudo);

3. **Monitoraggio nelle fasi di esercizio**, successivamente alla costruzione dell'opera (dal collaudo in poi).

Si evidenzia che le attività di monitoraggio previste nelle suddette fasi temporali, saranno seguite con il supporto diretto, per i diversi aspetti ambientali, dagli enti competenti (ASL, ARPAC e Autorità di Bacino).

3.1. Monitoraggio nelle fasi preliminari alla costruzione dell'opera

Il piano di monitoraggio prevede una implementazione di tutte le caratteristiche già rilevate, di tipo geometrico (batimetria, profilo della linea di riva, ampiezza del litorale), fisico (granulometria della spiaggia sommersa ed emersa), biologico (caratterizzazione della biocenosi, fanerogame e macroalghe) (cfr. documento specifico), oltre ai dati chimici (qualità delle acque) che dovranno essere disponibili al "momento zero" ossia prima dell'inizio delle attività di costruzione dell'opera.

Per quanto riguarda il monitoraggio ondometrico, la Provincia di Salerno ha installato, nell'ambito del presente progetto, in una posizione centrale del Golfo di Salerno e quindi rappresentativa dell'intera area oggetto degli interventi, un'ondametro direzionale costituito da una boa accelerometrica. L'ondametro, che trasmette le misure a terra in tempo reale, è entrato in funzione nel mese di aprile 2013 e verrà gestito dalla Provincia di Salerno per circa due anni. Al termine di questo periodo l'ondametro verrà rilevato dalla Protezione Civile Regionale che ne curerà la manutenzione. I dati registrati dall'ondametro saranno di estrema importanza per la verifica della dinamica dei sedimenti costieri. Si evidenzia a tal riguardo che gli studi condotti per il presente progetto si sono basati sulle misure ondometriche eseguite dall'ondametro appartenente alla Rete Ondometrica Nazionale (RON) di Ponza che viene gestito dall'ISPRA dal 1989 a causa della mancanza di misure dirette significative dal punto di vista statistico eseguite nell'ambito dell'area in esame. Inoltre le misure ondometriche serviranno durante i lavori per dirimere eventuali controversie con le imprese appaltatrici (ad esempio eventuali danni di forza maggiore oppure la definizione dei tempi operatività/non operatività delle lavorazioni marittime).

La necessità di eseguire il monitoraggio della qualità delle acque marine deriva da una duplice necessità. La prima riguarda la verifica dell’impatto che potrebbe essere esercitato dalle opere di difesa costiera sulla qualità delle acque marino-costiere. La seconda riguarda il controllo della possibile produzione di torbida durante l’esecuzione dei lavori marittimi. Per quanto riguarda il primo aspetto si evidenzia come le opere di difesa rigide adottate presentino un modesto impatto sulla capacità di ricambio idrico costiero essendo costituite per lo più da difese sommerse. Pertanto si ritiene che un eventuale decadimento della qualità delle acque costiere potrà essere dovuto prevalentemente all’immissione a mare di acqua inquinata ad opera della rete di drenaggio esistente. Si evidenzia a questo proposito che numerosi comuni ricadenti nell’entroterra che gravita sulla costa in esame non dispongono di impianti di depurazione efficienti e che le acque di drenaggio dei terreni agricoli della piana del Sele presentano un carico elevato di concimi e pesticidi. Al fine di verificare l’impatto delle opere di difesa, si ritiene opportuno prevedere un monitoraggio della qualità delle acque da eseguirsi in corrispondenza delle foci fluviali e dei canali esistenti e in punti significativi posti lungo il litorale. Tale monitoraggio dovrà iniziare prima dell’inizio dei lavori (almeno sei mesi) al fine di poter definire il così detto “bianco” e si dovrà protrarre per almeno una stagione estiva a partire dal termine dei lavori.

3.2. Monitoraggio in corso d’opera

1. Nelle attività di monitoraggio da svolgere durante la fase realizzativa si dovrà provvedere ad aggiornare e custodire i seguenti dati:
 - Rilevamento delle caratteristiche del moto ondoso mediante dati ondametrici misurati dalla boa installata dalla Provincia di Salerno dalle più vicine boe ondametriche della rete R.O.N. durante l’esecuzione dei lavori. In questo modo si avranno informazioni sul clima e sugli eventi estremi del moto ondoso fin dal momento della realizzazione delle opere di difesa, permettendo utili correlazioni con le concomitanti modificazioni della spiaggia anche durante tale breve periodo. Inoltre si

avranno i primi dati utili per aggiornare la definizione del clima del moto ondoso posto a base del modello matematico di evoluzione costiera che verrà applicato subito dopo la fine della realizzazione delle opere.

- Aggiornamento del rilievo topografico-batimetrico della spiaggia emersa e sommersa. Tali rilievi permetteranno di stimare sia la nuova posizione della linea di riva sia i profili trasversali di spiaggia, che confrontati con i precedenti consentiranno di valutare le variazioni volumetriche dei sedimenti e quindi valutare il trasporto degli stessi. Il rilievo verrà effettuato all'inizio dei lavori di realizzazione delle opere;
- Aggiornamento del rilievo topografico delle opere a mare in avanzamento, riportato sul rilievo di base;
- Predisposizione della planimetria ad opere finite, che servirà da supporto per il piano di manutenzione;
- Aggiornamento delle schede descrittive delle opere già predisposte indicando eventuali modifiche che dovessero essere apportate durante l'esecuzione dei lavori.
- campionamenti di sedimento per analisi granulometriche, che saranno raccolti sia lungo la linea di battigia sia nelle zone che saranno interessate direttamente dalla posa in opera dei pennelli, al fine di porre in essere utili correlazioni con le caratteristiche morfologiche evidenziate dai rilievi. Verrà eseguito un campionamento subito prima dell'inizio della realizzazione dei pennelli.
- monitoraggio delle praterie di fanerogame marine, sulla comunità macrozoobentoniche di fondi mobili e sulla posizione del limite superiore della prateria di Posidonia Oceanica anche col supporto di riprese e foto subacquee. Le analisi sulla Posidonia oceanica interesseranno la densità fogliare, lepidocronologia, fenologia. Il monitoraggio sulla comunità bentoniche di fondi mobili consisterà in: lista delle specie guida della biocenosi, numero di individui per specie e

parametri strutturali della biocenosi. Il rilievo verrà effettuato all'inizio dei lavori di realizzazione delle opere.

- Monitoraggio parametri di qualità delle acque: temperatura, pH, salinità, ossigeno disciolto, clorofilla "a", azoto totale, azoto ammoniacale, azoto nitroso, fosforo totale, ortofosfato, silicati, trasparenza. Il rilievo verrà effettuato all'inizio dei lavori di realizzazione delle opere.
- diario di monitoraggio nel quale verranno annotati, quotidianamente, tutti gli eventi significativi per il litorale in esame (mareggiate, variazioni morfologiche litoranee, interventi antropici, interventi sui fossi retrostanti)

2. Successivi aggiornamenti della consistenza delle opere e della morfologia dei fondali interessati dalle stesse con eventuali e successive attività di monitoraggio.

3.3. Monitoraggio nelle fasi di esercizio

Le attività di monitoraggio da svolgere durante tale fase di gestione e manutenzione che dovrà durare due anni consistono in:

- Rilevamento delle caratteristiche del moto ondoso mediante la gestione dei dati provenienti dalla boa ondometrica installata dalla Provincia nel Golfo di Salerno ed appartenenti alla Rete Ondometrica Nazionale (RON). In questo modo si avranno informazioni sul clima e sugli eventi estremi del moto ondoso, permettendo utili correlazioni con le concomitanti modificazioni della spiaggia e consentendo di aggiornare la definizione del clima del moto ondoso posto a base del modello matematico di evoluzione costiera. I dati verranno archiviati, a cura dell'Appaltatore, le registrazioni degli ondometri direzionali (boe accelerometriche) gestiti dall'APAT ed appartenenti alla Rete Ondometrica Nazionale (RON). Tale archiviazione e successiva elaborazione grafica delle registrazioni dei principali parametri del moto

ondoso consentirà di avere una conferma sulla caratterizzazione del clima ondometrico utilizzato per la progettazione degli interventi. Il soggetto attuatore di questa attività di monitoraggio è la Provincia di Salerno insieme all'Autorità di Bacino competente e col supporto della Capitaneria di Porto.

- Rilievo topografico-batimetrico della spiaggia emersa e sommersa e dei pennelli. Tali rilievi permetteranno di stimare sia la nuova posizione della linea della battigia sia i profili trasversali di spiaggia, che confrontati con i precedenti consentiranno di valutare le variazioni volumetriche dei sedimenti e quindi valutare il trasporto degli stessi. Tali rilievi andranno eseguiti con cadenza temporale bimestrale fino a quattro mesi dopo il termine di realizzazione delle opere. A partire dalla data di ultimazione degli interventi si dovranno pianificare le attività di rilievo topografici e batimetrici conformi a quelli condotti nella fase di realizzazione delle opere. Tali attività di rilievo andranno eseguite preferibilmente con cadenza annuale nel periodo primaverile (aprile - giugno). Il soggetto attuatore di questa attività di monitoraggio è l'impresa esecutrice dei lavori col supporto dell'Autorità di Bacino competente.
- Ordinariamente dovranno essere realizzati dei sopralluoghi almeno con cadenza semestrale. Nel corso dei sopralluoghi dovrà essere redatto un verbale sullo stato di conservazione delle scogliere più esposte all'azione del moto ondoso, della eventuale variazione della linea di riva e della spiaggia emersa. Occorrerà eseguire, sempre dalla stessa postazione e con lo stesso angolo visuale, un rilievo fotografico, sempre con cadenza semestrale, delle opere per poter confrontare e documentare visivamente l'evoluzione dello stato di conservazione delle stesse. Qualora si dovessero verificare mareggiate con altezza significativa al colmo superiori a 5 m si procederà ad un sopralluogo specifico entro 5 giorni dall'accadimento dell'evento al fine di verificare l'insorgere di

eventuali danni o necessità di interventi manutentivi straordinari delle opere. Il soggetto attuatore di questa attività di monitoraggio è la Direzione Lavori.

- Campionamenti di sedimento per analisi granulometriche, che saranno raccolti sia lungo la linea di battigia sia nelle zone che saranno interessate direttamente dalla posa in opera dei pennelli, al fine di porre in essere utili correlazioni con le caratteristiche morfologiche evidenziate dai rilievi. La cadenza di realizzazione di tali analisi sarà annuale. Il soggetto attuatore di questa attività di monitoraggio è l'impresa esecutrice dei lavori.
- Monitoraggio delle praterie di fanerogame marine, sulla comunità macrozoobentoniche di fondi mobili e sulla posizione del limite superiore della prateria di Posidonia Oceanica anche col supporto di riprese e foto subacquee. Le analisi sulla Posidonia oceanica interesseranno la densità fogliare, lepidocronologia, fenologia. Il monitoraggio sulla comunità bentoniche di fondi mobili consisterà in: lista delle specie guida della biocenosi, numero di individui per specie e parametri strutturali della biocenosi. Il rilievo verrà effettuato con la fine dei lavori e a cadenza semestrale. Il soggetto attuatore di questa attività di monitoraggio è l'impresa esecutrice dei lavori.
- Monitoraggio parametri di qualità delle acque: temperatura, pH, salinità, ossigeno disciolto, clorofilla "a", azoto totale, azoto ammoniacale, azoto nitroso, fosforo totale, ortofosfato, silicati, trasparenza. Il rilievo verrà effettuato con la fine dei lavori e a cadenza semestrale. Il soggetto attuatore di questa attività di monitoraggio sarà la Regione e l'ARPA Campania.
- Diario di monitoraggio nel quale verranno annotati, quotidianamente, tutti gli eventi significativi per il litorale in esame (mareggiate, variazioni morfologiche litoranee, interventi antropici, interventi sui fossi retrostanti, ecc..)

- Applicazione di un modello matematico di evoluzione della spiaggia per la taratura sulla base dei risultati ottenuti (modello fisico a scala naturale) e per la verifica delle previsioni effettuate nel presente progetto. Il modello verrà applicato subito dopo la realizzazione dei pennelli e poi con cadenza annuale.

4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DA ESEGUIRE NELLE DIVERSE FASI OPERATIVE

4.1. Analisi dei dati di monitoraggio e rapporti periodici:

Sulla base dei rilievi eseguiti, con cadenza annuale andrà eseguita una analisi dei dati che consentirà di raggiungere i seguenti obiettivi:

- documentare lo stato di conservazione delle opere a gettata;
- individuare eventuali fenomeni localizzati di accrescimento / erosione;
- documentare l'esposizione ondometrica verificatasi durante l'anno;
- individuare gli eventuali interventi di manutenzione.

Tali rapporti andranno ad aggiornare il Piano di Manutenzione delle Opere come previsto dalla normativa.

Sulla base delle indicazioni fornite da tale monitoraggio e dal modello matematico applicato annualmente si potrà intervenire per eseguire la manutenzione e il ripascimento, dei pennelli e delle scogliere ed, eventualmente laddove venisse richiesto, per modificare e correggere la loro disposizione o le loro dimensioni. In tal senso nel quadro economico del presente progetto esecutivo sono state previste delle somme a disposizione dell'Ente Appaltante per permettere tali correzioni.

I suddetti aggiornamenti saranno realizzati a cadenza annuale per i primi cinque anni, poi cadenza triennale sino alla scadenza della concessione.

Di seguito si forniscono indicazioni specifiche da osservare per le attività di monitoraggio da eseguire nelle diverse fasi operative sopra descritte.

4.2. Qualità delle acque

Si è ritenuto indispensabile eseguire una campagna di monitoraggio volta proprio alla definizione della qualità delle acque in assenza delle stesse opere ed in seguito alla messa in opera delle celle, dei pennelli e del ripascimento. Lo studio qualitativo dovrà essere accoppiato alla conoscenza dell'idrodinamica costiera, si baserà, quindi, su una rilevante attività di misura con rilievi correntometrici, qualitativi e di deflusso delle stesse acque verso largo.

I due livelli di monitoraggio richiesto sono:

a) Monitoraggio qualitativo secondo i parametri qualitativi di seguito indicati.

La qualità delle acque dovrà essere analizzata durante la fase di cantierizzazione e post operam, rilevando i parametri relativi al ricambio delle stesse acque ed alla loro trasparenza. Dovranno essere rilevati i parametri di conducibilità, temperatura, pressione e trasparenza, con l'ausilio di apposite sonde (CTD) e altri sistemi idonei (disco di Secchi etc). Il piano di monitoraggio, nel caso in cui gli interventi comportino la delimitazione di specchi acquei a ridotto scambio idrico, come nell'area di Pontecagnano Faiano nella quale sono previsti pennelli e barriere soffolte con appositi varchi, dovrà prevedere in aggiunta a quanto sopra descritto, la definizione di punti di prelievo secondo gli standard stabiliti dalla normativa vigente sulle acque di balneazione, per la determinazione periodica di parametri quali: Ossigeno disciolto, Trasparenza, Coliformi fecali, Streptococchi fecali, Solidi sospesi.

b) Monitoraggio correntometrico.

Nel dettaglio, si specifica che dovrà essere effettuato il rilievo correntometrico con appositi ormeggi fissi in catena (mooring) con metodo euleriano o/e attraverso misure lagrangiane con boe lasciate alla deriva.

I risultati ottenuti da tali campagne risulteranno utili per comprendere l'effetto dell'attuazione degli interventi.

Aspetti connessi al monitoraggio qualitativo

Tutti i punti di prelievo dovranno essere restituiti georeferenziati.

4.3. Topografia della spiaggia emersa e prelievo campioni

Per quanto riguarda il monitoraggio morfologico, l'attenzione deve essere posta al rilievo planimetrico della linea di riva. Si prevede di condurre tale rilievo con cadenza annuale per una durata di almeno cinque anni a partire dalla data di fine lavori. Il periodo ottimale per eseguire il rilievo della linea di riva è quello primaverile-estivo. I risultati forniti dai rilievi consentiranno di valutare in modo oggettivo la dinamica del litorale e quindi l'efficienza del sistema di difesa adottato. Tali informazioni saranno di fondamentale importanza per analizzare in futuro eventuali azioni correttive o integrative da intraprendere, quali ad esempio ripascimenti di tipo manutentivi. I rilievi dovranno definire la linea di riva come l'intersezione tra il livello medio marino e la costa e pertanto dovranno tenere conto delle variazioni del livello marino indotte dalla marea. I livelli andranno riferiti alla stazione mareografica di Salerno gestita dall'ISPRA. Il rilievo della linea di riva dovrà essere il più possibile "sinottico", ovvero dovrà avvenire in un arco di tempo sufficientemente breve da poter essere assunto dal punto di vista morfologico come se fosse stato eseguito contemporaneamente lungo tutto il litorale. Nell'ambito del rilievo della linea di riva dovrà essere effettuato anche il rilievo delle opere realizzate al fine di verificare eventuali interventi di ricarica del materiale lapideo. Il soggetto gestore è l'Autorità di Bacino competente.

Il rilievo della spiaggia emersa sarà effettuato a mezzo di profili trasversali alla costa, intestati su capisaldi collegati alla rete IGM, in relazione all'estensione della Unità (Sub-unità) Fisiografica. Il rilievo sarà estesa fino al primo cordone dunale o fino alle prime strutture antropiche presenti sulla costa.

La linea di riva sarà rilevata con battute topografiche ogni 10 m o in continuo attraverso GPS differenziale di tipo cinematico. Il sistema topografico di riferimento deve essere rappresentato da UTM WGS 84.

Il prelievo dei campioni sarà effettuato, in allineamento con i profili topografici, sulla cresta e sul piede della duna a fronte mare, sulla spiaggia interna (Berme di tempesta) e sulla battigia. Ciascun campione sarà chiaramente identificato e georeferenziato.

Elaborati:

- a. carta con indicazione delle tracce dei profili topografici e dei capisaldi in scala 1:1.000/1:2.000;
- b. monografie dei capisaldi;
- c. profili topografici in scala orizzontale 1/1000, scala verticale 1/100 o altra scala 1:1.000/1:2.000;
- d. rilievo della linea di riva in scala 1:1.000/1:2.000.

4.4. Caratterizzazione geomorfologica e vegetazionale della fascia dunale

Ove presente, deve essere effettuata dalla Provincia una caratterizzazione geomorfologica e vegetazionale della fascia dunale, fino ad una profondità di circa 50 m nella terraferma. Vanno rilevati i seguenti tematismi:

- duna naturale, antropizzata, artificiale;
- tipologia di antropizzazione;
- evidenze di fenomeni erosivi sulla duna a fronte mare;
- evidenze di fenomeni erosivi sulla duna stabilizzata;
- sbancamenti per realizzazione di lidi e parcheggi;
- varchi e percorsi viari abusivi;
- scarico di macerie e di immondizie;
- presenza, tipologia e stato di conservazione della vegetazione;

Elaborati:

- a) carta geomorfologica e vegetazionale della fascia dunare in scala 1:1.000/1:2.000.

4.5. Topografia della spiaggia sommersa e prelievo campioni

Il rilievo della spiaggia sommersa deve essere effettuato tra la battigia e la profondità di -15 m, secondo sezioni trasversali alla costa possibilmente in continuazione di quelle emerse così da utilizzare i capisaldi di origine o comunque ad interasse inferiore a 100 m. Il rilievo va effettuato su rotte ortogonali alla linea di riva e parallele tra loro e documentato dagli originali di campagna (ecogrammi). L'acquisizione e l'elaborazione dei dati può essere effettuata mediante sistema integrato basato su PC gestito da apposito software. E' richiesta l'istallazione di un registratore del livello marino e la determinazione della sua quota rispetto ad un caposaldo di livellazione (e quindi rispetto al livello medio del mare).

Il prelievo dei campioni va effettuato, in allineamento con i transetti batimetrici, sul gradino di battigia e ad ogni m di profondità fino a -8 m, quindi a -10 e -15 m. Ove presenti vanno campionati il truogolo, la cresta ed il piede della barra sommersa. Ciascun campione va chiaramente identificato e georeferenziato.

Elaborati:

- a) carta con indicazione delle tracce dei profili batimetrici e dei capisaldi in scala 1:1.000/1:2.000;
- b) profili batimetrici in scala orizzontale 1/1000, scala verticale 1/100 o altra scala 1:1.000/1:2.000;
- c) carta delle isobate in scala 1:1.000/1:2.000;
- d) carta geomorfologica della spiaggia sommersa in scala 1:1.000/1:2.000;
- e) carta dell'ubicazione dei campioni in scala 1:1000/1:2000.

4.6. Analisi delle variazioni plano-volumetriche della spiaggia emersa e sommersa e determinazione del bilancio dei sedimenti

Saranno calcolate le variazioni planimetriche della linea di riva negli ultimi 30 anni attraverso il confronto

tra le cartografie e aerofotogrammetrie relative a date diverse usando come base di riferimento il rilievo topografico di cui sopra.

Sarà eseguito il calcolo delle variazioni volumetriche (“tasso di erosione”) attraverso il confronto tra le sezioni topobatimetriche rilevate ed analoghe sezioni ricostruite su rilievi cartografici e batimetrici ufficiali a disposizione.

Elaborati:

- a) carte tematiche (delle variazioni della linea di riva, delle aree in erosione) in scala 1:1.000/1:2.000.

4.7. Analisi sedimentologiche applicative

Su tutti i campioni prelevati sulla spiaggia emersa e sommersa verranno eseguite analisi sedimentologiche applicative (analisi granulometriche e dinamico-modali) per la determinazione delle caratteristiche tessiturali e dei vettori di transito dei materiali. La rappresentazione dei dati granulometrici verrà effettuata in forma consueta (tabelle, istogrammi e curve cumulate; calcolo dei parametri statistici, diagrammi di Riviere, di Visher) e mediante carte tematiche georeferenziate (carta della ubicazione dei campioni, della distribuzione areale dei sedimenti, della deviazione standard, della densità modale) in scala appropriata.

L'analisi modale seguirà le metodologie ricorrenti nella letteratura scientifica: verranno determinate le formule modali di ciascun campione, quindi la formula modale media al fine di individuare le sub-popolazioni granulometriche che partecipano alla dinamica litorale.

L'elaborazione delle curve di isodensità modale, riferite ad ogni sub-popolazione riscontrata, dovrà consentire di individuare gli assi di transito lungo i quali è mobilizzato il sedimento di fondo.

Elaborati:

- a. carte tematiche in scala 1:1.000/1:2.000 (carta della ubicazione dei campioni, della distribuzione areale dei sedimenti, della deviazione standard, etc.);
- b) schede granulometriche (tabelle e diagrammi);

- c) carte di isodensità modale con indicazione degli assi di transito sedimentario, relative alle varie sub-popolazioni granulometriche, in scala 1:1.000/1:2.000.

4.8. Analisi della componente biotica

Come richiesto in fase di consultazione del Gruppo di Coordinamento Regionale *Ostreopsis ovata*, si prevede:

- il monitoraggio delle fasi di colonizzazione dei substrati artificiali con specifica attenzione alle macroalghe invasive come *Caulerpa racemosa* o *Asparagopsis taxiformis* – da sviluppare mediante apposita convenzione da sottoscrivere con il Gruppo di Coordinamento Regionale *O. ovata*;
- il monitoraggio di *Ostreopsis ovata* nei campioni d'acqua all'interno delle aree sottoposte a ripascimento ed in punti di prelievo lungo le strutture rigide – soggetto attuatore ARPA Campania.

Inoltre, risulta opportuno prevedere analisi specifiche sullo sviluppo delle associazioni viventi in ambiente sabbioso:

- monitoraggio delle biocenosi di ambiente sabbioso quali SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate), Sabbie Infangate di Moda Calma (SVMC) Ghiaie fini e sabbie grossolane rimosse dalle onde (SGBV) etc, attraverso campionamenti diretti con subacquei e relative analisi ecologiche di laboratorio – soggetto attuatore ARPA Campania.

5. MANUTENZIONE

I criteri di dimensionamento idraulico – strutturale ed i relativi danni ammissibili assunti in fase di progettazione definitiva saranno oggetto di specifici documenti contemplati dal progetto esecutivo (art. 38 del Regolamento) e pertanto saranno posti a corredo della documentazione progettuale e dei relativi aggiornamenti che deve accompagnare l'opera per tutta la vita utile.

Le attività effettive necessarie per la manutenzione delle opere scaturiranno dalle attività di monitoraggio come già evidenziato nel paragrafo precedente. Tuttavia in questa sede sono state avanzate delle previsioni utili alla redazione del documento specifico inerente gli aspetti manutentivi da redigere nella fase progettuale esecutiva.

Per quanto riguarda le opere a gettata (scogliere, pennelli, ecc.) sono generalmente da prevedere interventi di ricarica e risagomatura mediamente ogni cinque anni ove si dovessero manifestare assestamenti inattesi delle opere o scoscendimenti delle mantellate.

Nell'ambito del progetto definitivo si è previsto che il litorale venga sottoposto ad un versamento periodico di sabbia che è stato stimato in circa 200.00 m³ di materiale ogni cinque anni. La necessità o meno di effettuare tale versamento verrà verificata sulla base dei risultati forniti dalle attività di monitoraggio della linea di riva e ondometriche descritte in precedenza e delle strategie di gestione degli arenili delle Amministrazioni competenti (Regione, Provincia, Comuni e Autorità di Bacino).

Le attività di manutenzione riguarderanno anche le opere a gettata realizzate nell'ambito del presente progetto e si avvarranno dei risultati dei rilievi oggetto del monitoraggio. In linea di massima trattandosi di opere di difesa a gettata realizzate con materiali lapidei di comune applicazione, gli oneri di manutenzione sono stimabili nell'ordine massimo del **1%** ogni dieci anni.

5.1. Manuale d'uso

Scogliere di protezione

Le scogliere hanno la funzione di attenuare l'azione del moto ondoso incidente la costa e di ridurre il trasporto solido longitudinale principale responsabile dell'erosione costiera.

Modalità di uso corretto

I problemi che generalmente possono essere riscontrati per questi sistemi riguardano la buona realizzazione delle sagome di progetto (pendenze delle scarpate, peso dei massi).

Quando si verifica una variazione delle pendenze e pezzature dei massi si può avere una funzionalità inaccettabile che può comportare danneggiamenti parziali fino anche al danneggiamento totale della struttura. Per eliminare tali inconvenienti è indispensabile la realizzazione delle scogliere attenendosi scrupolosamente ai dettagli progettuali.

Anomalie riscontrabili

- Spostamento massi dovuto al moto ondoso
- Cattiva posa in opera

5.2. Manuale di manutenzione

Scogliere di protezione

REQUISITI E PRESTAZIONI

Classe di Requisiti: Facilità d'intervento

Classe di Esigenza: Funzionalità

La scogliera è necessaria per la protezione della costa e per la riduzione dell'erosione costiera.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo profilo

Cadenza: ogni 12 mesi e dopo eventi meteomarinari estremi è necessario rilevare il profilo emerso e sommerso della scogliera, anche visivamente, per verificare eventuali dislocazioni di materiale e procedere nel caso a rifiorimenti con pietrame di pezzatura non inferiore a quella esistente.

5.3. Sottoprogramma dei controlli

OPERE A MARE

	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
Controllo:			
Scogliere	<i>Controllo delle sagome di progetto delle scogliere per la valutazione di eventuali spostamento di massi o cedimenti del terreno</i> Ditte specializzate: <i>Specializzati vari</i>	Controllo	Ogni 6 mesi

5.4. Sottoprogramma degli interventi

OPERE A MARE

	Elementi Manutenibili / Interventi	Frequenza
Intervento:		
Scogliere	<i>Ripristino delle sagome di progetto delle scogliere per mezzo di rifiorimento con pietrame e/o scogli di opportuna pezzatura</i> Ditte specializzate: <i>Specializzati vari.</i>	Ogni 6 mesi

6. RACCOMANDAZIONI CONCLUSIVE

Le raccomandazioni conclusive d'obbligo sono le seguenti:

- I. Considerare il piano di monitoraggio come una parte integrante del progetto definitivo del sistema di difesa costiera.
- II. Attuare il medesimo piano con tutte le attenzioni e cure possibili.
- III. Nominare il "gestore" del sistema di difesa investendolo dei poteri e delle risorse necessari alle sue importanti funzioni e responsabilità.
- IV. Accertarsi della disponibilità finanziaria necessaria per il completamento dell'intervento prima dell'inizio della sua realizzazione.

L'esperienza riscontrata in lavori simili, suffraga quanto riportato in questa relazione e nelle altre costituenti il presente progetto.