

AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE CAMPANIA SUD ED INTERREGIONALE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SELE - Delibera del Comitato Istituzionale n. 75 / 2013 - Oggetto: Misure di salvaguardia per la costa relative al bacino idrografico interregionale del fiume Sele : rinnovo adozione. Con allegati.

N. 75/2013

1^a Convocazione □
2^a Convocazione ■

Proponente: Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed interregionale per il Bacino Idrografico del fiume Sele

Oggetto: Misure di salvaguardia per la costa relative al bacino idrografico interregionale del fiume Sele: rinnovo adozione.

L'anno **2013** il giorno **26** del mese di **novembre** alle ore **12,45** in applicazione analogica dei Regolamenti che disciplinano il funzionamento delle Autorità di bacino regionali della Regione Campania si è riunita presso la sede dell'Assessorato alla Difesa del Suolo della Regione Campania, sito in Via De Gasperi 28 - Napoli - il Comitato Istituzionale presieduto ai sensi dell'art.4 comma 1 del D.P.G.R.C. n.142/2012 dall'Assessore con Delega alla Difesa del Suolo Prof. Edoardo Cosenza.

Svolge le funzioni di Segretario la d.ssa Valeria de Gennaro

Componenti per la Regione Campania ai sensi dell'art.4 comma 1 del D.P.G.R.C. n.142/2012

	<i>Pres.</i>	<i>Ass</i>
Presidente Regione Campania Delegato: Ass. Edoardo Cosenza	x	
Assessore Regione Campania con delega ai Beni Ambientali Ermanno Russo Delegato: Romeo Gentile	x	
Assessore Regione Campania all'Ecologia Giovanni Romano Delegato: Giuseppina Del Vecchio	x	
Assessore Regione Campania all'Agricoltura Daniela Nugnes Delegato: Antonio Carotenuto	x	
Assessore Regione Campania ai Beni Culturali Pasquale Sommese Delegato: Mario Grassia	x	
Presidente Amministrazione Provinciale di Avellino Commissario Raffaele Coppola Delegato: Armando Amabile	x	
Presidente Amministrazione Provinciale di Napoli F.F. Antonio Pentangelo Delegato: Giovanna Napolitano	x	
Presidente Amministrazione Provinciale di Salerno Antonio Iannone Delegato: Ass. Attilio Pierro	x	
Commissario Straordinario Campania Sud ed Interregionale del bacino Sele Stefano Sorvino	x	

Componenti per la Regione Basilicata ai sensi dell'art.4 comma 1 del D.P.G.R.C. n.142/2012

Presidente Regione Basilicata On. Vito De Filippo Delegato: Marco Arcieri	x	
Delega all'Ambiente Territorio e Politiche della Sostenibilità della Regione Basilicata Presidente Vito De Filippo Delegato: Antonio Anatrone	x	
Assessore Regione Basilicata alle Infrastrutture Opere Pubbliche e Mobilità Luca Braia Delegato:		x
Presidente Amministrazione Provinciale di Potenza Piero Lacorazza Delegato:		x

Segretario del Comitato Istituzionale Valeria De Gennaro

Il Presidente, constatato il numero legale degli intervenuti, dichiara aperta la seduta ed introduce l'argomento di cui all'oggetto iscritto al primo punto all'ordine del giorno.

Relatore: avv. Stefano Sorvino;

Il Comitato Istituzionale

PREMESSO:

- che il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Interregionale del fiume Sele, con Deliberazione n. 2 del 12 giugno 2012, ha adottato le "Misure di salvaguardia per la costa" relative al tratto di litorale ricompreso nel bacino idrografico del fiume Sele e gli uniti allegati tecnici A e B;
- che le citate "Misure di Salvaguardia per la costa" in uno agli allegati tecnici A e B sono stati pubblicate in versione integrale sul sito istituzionale dell'ex Autorità di Bacino Interregionale del fiume Sele;
- che per mero errore materiale – dovuto al sistema informatico di trasmissione al BURC – le richiamate "Misure di salvaguardia per la costa" non risultano essere state pubblicate sullo stesso BURC;

PRECISATO che resta fermo il parere favorevole già espresso dal Comitato Tecnico dell'ex Autorità di Bacino Interregionale del Sele nella seduta del 31 gennaio 2012;

RILEVATO, pertanto, di dover confermare l'adozione delle "Misure di Salvaguardia per la costa" relative al tratto di litorale ricompreso nel bacino idrografico del fiume Sele e degli uniti allegati tecnici A e B, al fine di provvedere alla formale pubblicazione delle stesse sul BURC;

RILEVATO ALTRESI' di dover pubblicare anche sulla GURI l'avviso di avvenuta conferma di adozione delle "Misure di Salvaguardia per la costa";

PRECISATO, ALTRESI', che pur manchevole della formale pubblicazione sul BURC, è comunque fatta salvo l'efficacia di dette misure nel periodo compreso dal 12.06.2012 e fino alla data di pubblicazione dell'avviso di rinnovata adozione di cui al presente atto;

VISTA la delibera di Giunta Regionale della Basilicata n. 299 del 14.03.2012 – "Intesa interregionale tra la Regione Campania e la Regione Basilicata per l'accorpamento dell'Autorità di Bacino Interregionale del fiume Sele all'Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed interregionale per il Bacino idrografico del fiume Sele";

VISTO il D.P.G.R.C. n. 142 del 15.05.2012 con il quale è stata formalmente istituita l'Autorità di bacino Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele;

All'unanimità dei voti

DELIBERA

Darsi atto della narrativa che precede e per l'effetto:

1. Rinnovare l'adozione delle Misure di salvaguardia per la costa relative al tratto di litorale ricompreso nel bacino idrografico del fiume Sele unitamente agli allegati tecnici A e B, che formano parte integrante del presente dispositivo;
2. Pubblicare sul BURC il testo integrale delle "Misure di salvaguardia per la costa" unitamente agli allegati tecnici A e B;
3. Precisare che pur manchevole della formale pubblicazione sul BURC, è comunque fatta salvo l'efficacia di dette misure nel periodo compreso dal 12.06.2012 e fino alla data di pubblicazione dell'avviso di rinnovata adozione di cui al presente atto;
4. Stabilire che la rinnovata adozione entra in vigore il giorno successivo alla data di pubblicazione del relativo avviso nella G.U.R.I.;
5. Delegare il Commissario Straordinario per i successivi adempimenti.

Il Segretario
De Gennaro

Il Presidente
Cosenza

QUADRO NORMATIVO NAZIONALE E REGIONALE DI RIFERIMENTO

- la **legge 14 luglio 1907, n. 542 “Provvedimenti per l'esecuzione di nuove opere marittime”**, all'art. 1 sancisce la pubblica utilità delle opere eseguite nei porti e nelle spiagge;
- la stessa legge, all'art. 14 stabilisce che le opere di difesa delle spiagge sono eseguite soltanto su domanda del Comune interessato e a cura dello Stato, quando si tratti di difendere gli abitati dalle corrosioni prodotte dal mare; la spesa è per 3/4 a carico dello Stato ed 1/4 a carico del Comune in cui trovasi la spiaggia in corrosione;
- il **regio decreto 28 maggio 1908 n. 245** approva il regolamento attuativo della legge n. 542/1907 e ribadisce (art. 15) che le opere di difesa delle spiagge, dopo il collaudo vengono consegnate (con apposito verbale) al Comune interessato per la relativa manutenzione: questa comprenderà tutti i lavori necessari per conservare le opere nello stato in cui saranno consegnate ed atte allo scopo per cui sono state costruite;
- il medesimo regio decreto all'art. 17 prevede che qualora, per la esecuzione delle opere, si debba ricorrere a cave per l'estrazione di materiali per le scogliere e per le murature, le cave stesse dovranno essere esplorate ed esattamente determinate per ubicazione, estensione e potenzialità, avendo cura di ben stabilire la qualità e la quantità del materiale da estrarre, mediante saggi e rilievi;
- il **decreto del Presidente della Repubblica del 24 luglio 1977, n. 616, “Attuazione della delega di cui all'art. 1 della legge 22 luglio 1975, n. 382”**, all'art. 69, 6° comma, stabilisce che le Regioni possono altresì provvedere alle opere destinate alla difesa delle coste interessanti il rispettivo territorio previa autorizzazione dello Stato; pertanto attraverso tale decreto le Regioni possono pianificare impegni di spesa per la difesa delle proprie coste e coordinare le attività di progettazione ed esecuzione delle opere, previo parere vincolante degli organi dello Stato (Capitanerie di Porto, Uffici del Genio Civile delle Opere Marittime, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici) per l'esecuzione di lavori su proprietà demaniale marittima;
- con riferimento specifico al pericolo di inquinamento, la **legge 31 dicembre 1982, n.979 “Disposizioni per la tutela del mare”**, nell'ottica di prevenire effetti dannosi alle risorse del mare, all'art. 1 dispone che il Ministero competente alla marina mercantile debba provvedere alla formulazione di un piano generale nazionale di difesa del mare e delle coste marine dall'inquinamento e di tutela dell'ambiente marino, che tenga conto dei programmi statali e regionali nelle materie connesse, degli indirizzi comunitari e degli impegni internazionali; tale piano, di durata non inferiore a 5 anni, deve essere redatto e approvato dal CIPE, così come prevede la legge; una volta entrato in vigore dovrà essere aggiornato in relazione all'evoluzione orografica, urbanistica, economica ed ecologica delle coste; tale piano dovrà indirizzare, promuovere e coordinare, in particolare, gli interventi e le attività di prevenzione degli eventi potenzialmente pericolosi, di delimitazione degli effetti di tali eventi e di contrasto, una volta che si siano determinati;
- la **legge 18 maggio 1989, n. 183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”**, poi abrogata dal d.l.vo 152/2006, ha delegato alle regioni, nel rispetto degli indirizzi generali e dei criteri definiti dallo Stato, le funzioni amministrative statali relative alla difesa delle coste, con esclusione delle zone comprese nei bacini di rilievo nazionale, nonché delle aree

di preminente interesse nazionale per la sicurezza dello Stato e della navigazione marittima (art. 10);

- la **legge 28 gennaio 1994, n. 84 “Riordino della legislazione in materia portuale”** prevede la seguente classificazione dei porti marittimi nazionali:
 - Categoria I: porti, o specifiche aree portuali, finalizzati alla difesa militare e alla sicurezza dello Stato;
 - Categoria II:
 - Classe I: porti, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica internazionale;
 - Classe II: porti, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica nazionale;
 - Classe III: porti, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica regionale e interregionale
- Tale legge apporta cambiamenti nelle competenze in materia di programmazione, finanziamento, realizzazione e gestione delle opere portuali e marittime, disciplinando il Piano regolatore portuale (PRP) ed il Piano operativo triennale (POT), nei quali si devono collocare tutte le opere infrastrutturali di settore; per rendere efficace l’attuazione dei due piani, la citata legge ha istituito la figura dell’Autorità portuale;
- la legge 84/1994 assegna allo Stato l’onere per la realizzazione delle opere nei porti finalizzati alla difesa militare e alla sicurezza interna, nonché per la realizzazione delle opere di grande infrastrutturazione nei porti di rilevanza economica internazionale e nazionale (art. 5, comma 8);
- la stessa legge dispone, all’art. 5, che le previsioni del piano regolatore portuale non possono contrastare con gli strumenti urbanistici vigenti; dispone, inoltre, che il piano regolatore è adottato, previo intesa con il comune o i comuni interessati, dall’Autorità portuale, laddove presente, o dall’autorità marittima; a seguito dell’adozione il piano regolatore è inviato per il parere al Consiglio superiore dei lavori pubblici; è inoltre sottoposto alla procedura di valutazione di impatto ambientale e all’approvazione della regione; la costruzione di canali marittimi, di dighe foranee di difesa, di darsene, di bacini e di banchine attrezzate, l’escavazione e l’approfondimento dei fondali sono considerati opere di grande infrastrutturazione e i relativi progetti sono approvati dal Consiglio superiore dei lavori pubblici;
- ai sensi dell’art. 6 della legge 84/94 sono, invece, di competenza dell’Autorità portuale le funzioni di:
 - indirizzo, programmazione, coordinamento, promozione e controllo delle operazioni portuali e delle altre attività commerciali ed industriali esercitate nei porti, anche in riferimento alla sicurezza rispetto ai rischi di incidenti;
 - manutenzione ordinaria e straordinaria delle parti comuni nell’ambito portuale, ivi compresa quella per il mantenimento dei fondali;
 - affidamento e controllo delle attività dirette alla fornitura a titolo oneroso agli utenti portuali di servizi di interesse generale;
- con il **decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 21 dicembre 1995** vengono identificate le aree demaniali marittime escluse dalla delega alle Regioni, ai sensi dell’art. 59 del d.P.R. 24 luglio 1977 n. 616 e diventa operante la delega alle Regioni a statuto ordinario delle

funzioni amministrative sul litorale marittimo e sulle aree demaniali immediatamente prospicienti, quando la utilizzazione prevista abbia finalità turistiche e ricreative;

- il **decreto del Presidente della Repubblica 2 dicembre 1997, n. 509 “Regolamento recante disciplina del procedimento di concessione di beni del demanio marittimo per la realizzazione di strutture dedicate alla nautica di diporto”**, a norma dell’art. 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59, prevede che l’istanza di concessione di beni del demanio marittimo per la realizzazione di porti e approdi turistici debba essere corredata di un Progetto preliminare e di uno studio con la descrizione del progetto e dei dati necessari per individuare e valutare i principali effetti che il progetto può avere sull’ambiente; sia il progetto preliminare che quello definitivo devono essere approvati in conferenze di servizi, promosse dal Sindaco e a cui sono invitati a partecipare: la Regione, il Comune, la Circonscrizione doganale, l’autorità competente al rilascio della concessione demaniale marittima, l’ufficio del genio civile opere marittime, altre amministrazioni previste dalla norma; la regione si esprime per il profilo di propria competenza previa acquisizione del parere dei propri organi tecnici consultivi;
- il **decreto legislativo del 31 marzo 1998, n.112, “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”**, rimarcando all’art. 88 il rilievo nazionale del compito di definire gli indirizzi generali e i criteri per la difesa delle coste, conferisce definitivamente alle regioni e agli enti locali compiti e funzioni amministrative riguardanti la difesa del suolo; in particolare:
 - la programmazione, pianificazione e gestione integrata degli interventi di difesa delle coste e degli abitati costieri (Art. 89);
 - il rilascio delle concessioni di beni del demanio della navigazione interna, del demanio marittimo e di zone di mare territoriale per finalità diverse da quelle di approvvigionamento di fonti di energia, ad esclusione dei porti finalizzati alla difesa militare e alla sicurezza dello Stato, nei porti di rilevanza economica internazionale e nazionale, nonché nelle aree di preminente interesse nazionale individuate con d.P.C.M. 21 dicembre 1995 (Art. 105 lett. I);
 - la protezione e osservazione delle zone costiere (Art. 70 comma 1 lett. a);
- al d.l.vo 112/1998 è seguito il **decreto legislativo 30 marzo 1999, n. 96 “Intervento sostitutivo del Governo per la ripartizione di funzioni amministrative tra regioni ed enti locali a norma dell’articolo 4, comma 5, della legge 15 marzo 1997, n. 59, e successive modificazioni”**, tale decreto individua quali delle funzioni amministrative conferite alle regioni dal decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 sono mantenute in capo alle regioni Piemonte, Lombardia, Veneto, Marche, Lazio, Molise, Campania, Puglia e Calabria e quali sono trasferite o delegate agli enti locali in tali regioni, fino alla data di entrata in vigore di ciascuna legge regionale di regolamentazione del decentramento amministrativo; con tale decreto le funzioni amministrative di programmazione, pianificazione e gestione integrata degli interventi di difesa delle coste e degli abitati costieri sono assegnate alle province ubicate nelle citate regioni (art. 34);
- la **legge 31 luglio 2002, n. 179, “Disposizioni in materia ambientale”** all’art. 21 prevede che per gli interventi di ripascimento della fascia costiera, nonché di immersione di materiali di escavo di fondali marini, o salmastri o di terreni litoranei emersi all’interno di casse di colmata, di vasche di raccolta o comunque di strutture di contenimento poste in ambito costiero, l’autorità competente per l’istruttoria e il rilascio dell’autorizzazione è la Regione, che nel caso di impiego

di materiali provenienti da fondali marini, acquisisce il parere della commissione consultiva della pesca, istituita presso la capitaneria di porto interessata;

- il **decreto legislativo 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale”**, riprendendo l’articolato della legge 183/1989 abrogata, all’art. 65, comma 7, prevede che, in attesa dell’approvazione del Piano di bacino, le Autorità di bacino adottano misure di salvaguardia immediatamente vincolanti, che restano in vigore sino all’approvazione del Piano di bacino e comunque per un periodo non superiore a tre anni;
- lo stesso decreto, all’art. 56, ferme restando le competenze e le attività istituzionali proprie del Servizio nazionale di protezione civile, stabilisce la necessità di svolgere attività di programmazione, di pianificazione e di attuazione degli interventi per la protezione delle coste e degli abitati dall’invasione e dall’erosione delle acque marine e per il ripascimento degli arenili, anche mediante opere di ricostituzione dei cordoni dunosi;
- la **deliberazione della Giunta regionale della Campania del 30 gennaio 2004, n. 67, “Attuazione art. 21 della legge 31 luglio 2002 n. 179 - Procedure tecnico - Amministrative per il rilascio delle autorizzazioni di competenza regionale in materia di tutela della fascia costiera”** prevede l’acquisizione del parere preventivo dell’Autorità di bacino competente per territorio sugli interventi di rinascimento dei litorali;
- la **deliberazione di Giunta regionale della Campania del 30 novembre 2006, n. 1956 “L.R. 22 Dicembre 2004, n. 16 - Art 15: Piano Territoriale Regionale – Adozione”**, nel “Documento di piano”, in relazione al “terzo Quadro Territoriale di Riferimento: Sistemi Territoriali di Sviluppo” e in particolare agli “Indirizzi strategici”, alle pagg. 199, 200 e 201, per la “Riqualificazione della costa” prevede:
 - che l’unico modo corretto di guidare le trasformazioni delle zone costiere sia l’approccio integrato alla loro gestione, tale da migliorarne la fruibilità, salvaguardando ed elevando la qualità dell’ambiente;
 - che la Regione, in quanto titolare di attribuzioni specifiche riguardo l’utilizzazione di tipo turistico-ricreativo del demanio marittimo (in particolar modo dei porti turistici) e la protezione-difesa delle coste, è chiamata principalmente a riorganizzare una programmazione frammentata e a promuovere lo sviluppo di forme collaborative tra i vari enti e soggetti competenti, al fine di giungere ad un’unica visione strategica, sostenibile e condivisa, che ottimizzi l’adozione e l’attuazione di programmi e politiche settoriali;
- la **deliberazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici N. 151 (Assemblea Generale, 28 giugno 1991) “Istruzioni tecniche per la progettazione e la esecuzione di opere di protezione delle coste”** contiene le istruzioni riguardanti le opere di ingegneria delle coste (compresi gli interventi di ripascimento) destinate alla risoluzione di problemi, quali la stabilizzazione della linea di riva, la protezione dell’area retrostante, la stabilizzazione di passi marittimi (canali di accesso ai porti) e, più in generale, le opere che interagiscono con il litorale anche senza finalità protettive;
- la suddetta deliberazione individua le indagini che vanno intraprese al fine di comprendere la dinamica del litorale oggetto del problema e le principali soluzioni strutturali;
- con voto del 27 febbraio 2002, n.212 la terza Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha espresso parere favorevole sulle **“Raccomandazioni tecniche per la progettazione dei porti**

turistici” redatte dalla Sezione italiana dell’Associazione internazionale di navigazione, nel rispetto del decreto interministeriale del 14 aprile 1998 “Approvazione di requisiti per la redazione di progetti da allegare ad istanze di concessione demaniale marittima per la realizzazione di strutture dedicate alla nautica da diporto”.

MISURE DI SALVAGUARDIA A TUTELA DELLA FASCIA COSTIERA

ART. 1 (FINALITÀ E CONTENUTI)

1. Le presenti misure di salvaguardia sono finalizzate a prevenire azioni antropiche in contrasto con le dinamiche naturali del sistema geomorfologico e meteomarinico della fascia costiera, così come definita all'art. 3, nonché per salvaguardare l'incolumità delle persone, la sicurezza delle strutture e infrastrutture, la funzionalità delle attività economiche, la sicurezza e la fruibilità dei beni di interesse storico, architettonico, paesaggistico, naturalistico e ambientale, che ricadono nella zona emersa della fascia costiera.
2. Le presenti misure di salvaguardia, nelle more di un'adeguata conoscenza delle criticità geomorfologiche e meteomarine della fascia costiera, contengono:
 - a. gli indirizzi tesi ad assicurare la tutela dal rischio di mareggiate, nonché la conservazione, il recupero e la sistemazione dei tratti di costa emersa e sommersa;
 - b. gli indirizzi tecnici per la redazione degli studi di compatibilità geologica e meteomarina;
 - c. i criteri generali da porre a base delle progettazioni di opere portuali e di interventi marittimi.

ART. 2 (EFFICACIA ED EFFETTI)

1. Le presenti misure di salvaguardia sono vincolanti a partire dal giorno successivo alla data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana dell'avviso di adozione delle medesime, ai sensi dell'art. 65, comma 8 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e restano vigenti fino all'entrata in vigore del Piano di tutela della costa, e comunque per un periodo non superiore a tre anni.
2. A decorrere dalla data di entrata in vigore delle presenti misure di salvaguardia, non possono essere rilasciate concessioni e autorizzazioni in contrasto con esse. Sono fatti salvi gli interventi muniti di regolare autorizzazione o concessione, i cui lavori siano iniziati prima dell'entrata in vigore delle presenti misure di salvaguardia.

ART. 3 (AMBITO D'APPLICAZIONE)

1. Le presenti misure di salvaguardia si applicano nella fascia costiera di competenza dell'Autorità di bacino interregionale del fiume Sele, definita come porzione di territorio compresa tra la linea batimetrica -10 m fino alla linea di terra parallela alla linea di riva e posta a una distanza di 300 metri da quest'ultima, per una lunghezza complessiva di 15'500 metri, tra lo sbocco del Canale Acque Alte Lignara, nel comune di Eboli, e la foce del torrente Fiumarello, nel comune di Capaccio.

ART. 4 (DISPOSIZIONI GENERALI)

1. Fermo restando le previsioni del Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico vigente, nella fascia costiera di cui all'art. 3, le opere edilizie non amovibili e le opere pubbliche e di interesse pubblico sono progettate con l'ausilio di uno studio specialistico di compatibilità dell'intervento con la dinamica geomorfologica dell'area e di uno studio specialistico di compatibilità dell'intervento con l'azione diretta delle mareggiate caratterizzate da un tempo di ritorno pari alla vita utile dell'opera e in ogni caso non inferiore a 50 anni.
2. Le strutture stagionali, amovibili e temporanee ad uso turistico e/o balneare possono essere autorizzate, qualora compatibili con le previsioni del Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico vigente, subordinatamente all'attivazione di adeguate misure strutturali e non strutturali di messa in sicurezza delle persone e di riduzione dei danni ai beni.
3. Nella fascia costiera continuano a svolgersi le attività antropiche esistenti alla data di adozione delle presenti Misure di salvaguardia, che siano anche compatibili con le previsioni del Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico vigente, fermo restando l'obbligo dell'Amministrazione comunale di adottare adeguate misure strutturali e non strutturali di messa in sicurezza delle persone e di riduzione dei danni ai beni, anche nell'ambito del proprio Piano di protezione civile.

ART. 5 (ATTIVITÀ DI CONTROLLO DELL'AUTORITÀ DI BACINO)

1. L'Autorità di bacino interregionale del fiume Sele esprime, in via preventiva, parere di competenza obbligatorio sulla compatibilità di azioni e interventi con le dinamiche naturali del sistema geomorfologico e le dinamiche meteomarine, sui seguenti atti e interventi che riguardano la fascia costiera:
 - a) piani regionali di utilizzazione delle risorse idriche, agrarie, forestali ed estrattive;
 - b) piano territoriale di coordinamento provinciale per gli aspetti legati alla difesa delle coste;
 - c) strumenti urbanistici comunali, loro varianti e piani attuativi, ancorché finalizzati all'intesa con l'Autorità portuale, laddove presente, o con l'autorità marittima, ai fini dell'adozione del piano regolatore portuale;
 - d) piani attuativi;
 - e) progetti di realizzazione, ristrutturazione, restauro risanamento conservativo di opere pubbliche o di interesse pubblico;
 - f) concessioni di beni del demanio marittimo per la realizzazione di porti e approdi turistici;
 - g) programmi e interventi in materia di difesa della fascia costiera;
 - h) progetti di monitoraggio delle dinamiche geomorfologiche nella fascia costiera.
2. I piani e i progetti di cui al comma 1 sono redatti secondo la normativa vigente e sono valutati dall'Autorità di bacino in base alle "Istruzioni tecniche per la progettazione e

l'esecuzione di opere di protezione delle coste", adottate con deliberazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici N. 151 (Assemblea Generale, 28 giugno 1991), di cui all'Allegato A, e alle "Raccomandazioni tecniche per la progettazione dei porti turistici" redatte dalla Sezione italiana dell'Associazione internazionale di navigazione, nel rispetto del decreto interministeriale del 14 aprile 1998 "Approvazione di requisiti per la redazione di progetti da allegare ad istanze di concessione demaniale marittima per la realizzazione di strutture dedicate alla nautica da diporto", di cui all'Allegato B.

3. Gli interventi di cui alle lettere f) e g) del comma 1 sono realizzati contestualmente all'attuazione di un monitoraggio degli effetti sulla dinamica geomorfologica dell'area causati dalla realizzazione degli interventi stessi.

ALLEGATO A

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI

ISTRUZIONI TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE E LA ESECUZIONE DI OPERE DI PROTEZIONE DELLE COSTE

Le presenti istruzioni sono state proposte in una prima formulazione dalla commissione di studio nominata con provvedimento della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in data 23/03/1990 e confermata con decreto del Ministero dei LL.PP. n. 652 del 05/02/1991. Qui si riportano i nomi dei partecipanti:

U. Tomasicchio: presidente, F. Adamo, E. Benassai, A. Brambati, R. Dal Cin, M. Cipriani, A. Lamberti, G. Liberatore, G. Matteotti, A. Ragone, S. Stura, G. Scarsi, L. Natale: membri, F. S. Campanale: membro segretario.

La suddetta proposta è stata successivamente modificata in base ai suggerimenti scaturiti dalla discussione nelle riunioni della Commissione relatrice e in aula. La discussione in Assemblea Generale è iniziata il 19 aprile 1991 per concludersi il 28 giugno dello stesso anno.

INDICE

1.INTRODUZIONE

- 1.1.Problematiche e obiettivi
- 1.2.Oggetto delle istruzioni
- 1.3.Requisiti generali per la progettazione e l'esecuzione
- 1.4.Problemi di inserimento ambientale
 - 1.4.1Vincoli territoriali

2.RILIEVI ED INDAGINI PRELIMINARI ALLA PROGETTAZIONE

- 2.1Unità fisiografica
 - 2.1.1Definizione di unità fisiografica
 - 2.1.2Identificazione in base alla morfologia della linea di riva
 - 2.1.3Identificazione in base ad analisi petrografiche e sedimentologiche
 - 2.1.4Identificazione in base al regime delle onde e delle correnti
- 2.2.Rilievo dell'assetto attuale e della tendenza evolutiva
 - 2.2.1Inquadramento del paraggio e definizione del settore di traversia
 - 2.2.2Linea di riva
 - 2.2.3Topografia della spiaggia emersa
 - 2.2.4Topografia della spiaggia sommersa
 - 2.2.5Sedimenti
 - 2.2.6Subsidenza ed eustatismo
 - 2.2.7Maree astronomiche e meteorologiche
 - 2.2.8Regime dei venti
 - 2.2.9Regime del moto ondoso
 - 2.2.10Regime delle correnti
 - 2.2.11Variazioni stagionali ed eventi eccezionali
 - 2.2.12Caratteri socio economici dell'area costiera e valutazioni delle infrastrutture

2.3. Analisi dei processi costieri

2.3.1. Trasporto litoraneo

2.3.2. Apporti fluviali

2.3.3. Azione eolica

2.3.4. Altri apporti ed asporti

2.3.5. Bilancio dei sedimenti

2.4. Monitoraggio delle coste

3. LE OPERE DI DIFESA

3.1. Difesa aderenti

3.1.1. Funzioni e limiti

3.1.2. Indicazioni per il progetto

3.2. Pennelli

3.2.1. Funzioni e limiti

3.2.2. Indicazioni per il progetto

3.3. Frangiflutti distanziati

3.3.1. Funzioni e limiti

3.3.2. Indicazioni per il progetto

3.4. Ripascimenti e spiagge artificiali

3.4.1. Funzioni e limiti

3.4.2. Indicazioni per il progetto

3.5. Opere per la protezione di porti e canali di accesso

3.5.1. Funzioni e limiti

3.5.2. Indicazioni per il progetto

3.6. Dune, argini a mare e foci fluviali

3.7. Indicazioni per la scelta del tipo di opere

3.8. Il monitoraggio di controllo delle opere

4. ELABORATI DI PROGETTO

4.1. Elaborati descrittivi

4.2. Elaborati di verifica

4.3. Prove su modello

4.3.1. Modelli fisici

4.3.1.1. Modelli di propagazione ondosa

4.3.1.2. Modelli di integrazione con strutture composte di gradi elementi

4.3.1.3. Modelli di spiaggia

4.3.2. Modelli matematici o numerici

4.3.2.1. Modelli della propagazione ondosa

4.3.2.2. Modelli di trasporto dei sedimenti ed evoluzione morfologica della spiaggia

1.INTRODUZIONE

L'erosione costiera è il risultato del complesso dei processi per cui è rimosso più materiale di spiaggia di quanto ne è depositato. L'erosione è prodotta dall'acqua, dal vento, dalla gravità o da agenti biologici e, in particolare, da interferenze antropiche. Le onde e le maree sono gli agenti più frequenti dell'erosione.

Larga parte del litorale italiano è soggetta a erosione. Il problema è critico lungo alcuni tratti. I costi sociali ed economici dell'erosione sono maggiori nelle zone più densamente popolate, su cui insistono infrastrutture urbanistiche, residenziali, industriali e turistiche di alto valore economico. Spesso le erosioni minacciano città o aree abitate.

Dune sovrautilizzate e non sufficientemente fissate da copertura vegetale sono soggette a migrazione e erosione da vento; falesie possono franare dopo essere state scalzate dalle onde.

Le tempeste coincidenti con l'alta marea producono gli effetti più immediati e pericolosi.

1.1.PROBLEMATICHE E OBIETTIVI

L'erosione naturale è più pronunciata su litorali esposti, caratterizzati da depositi non consolidati, scarsi apporti di sedimenti, da acque profonde vicino a riva, da forti correnti e da intense e frequenti perturbazioni. L'attività dell'uomo può accentuare questi problemi in molti modi. Probabilmente il modo principale è la sottrazione di materiale dagli alvei dei fiumi e dagli arenili e la costruzione di strutture che impediscono l'apporto di sabbia alle spiagge.

Queste comprendono opere di ritenuta sui fiumi, pennelli e moli sulla costa, difese di promontori, che un tempo fornivano sedimenti, e sistemazioni a difesa dei suoli in collina e montagna.

Lo smantellamento della costa da parte del mare è un fatto naturale, a cui naturalmente si oppongono gli apporti fluviali ridistribuiti dall'onda lungo costa. L'erosione è segno di una rottura di questo equilibrio e rende necessario un intervento quando minaccia strutture o beni od opere di difesa degli stessi.

L'intervento di difesa deve rispondere alla richiesta di stabilità e di sicurezza al costo ottimale derivante dalla frequenza ed intensità dell'evento che si vuole affrontare e degli effetti sulle aree adiacenti e in generale dell'impatto ambientale. Quest'ultimo dovrà tener conto sia degli aspetti estetici, sia di quelli ecologici e socioeconomici.

Al fine di non alternare gli equilibri preesistenti, dovranno preferirsi le opere che producono il minimo disturbo alla dinamica costiera, all'utilizzazione futura del territorio e all'aspetto estetico del litorale.

1.2. OGGETTO DELLE ISTRUZIONI

Le presenti istruzioni attengono alle opere di ingegneria delle coste destinate alla risoluzione di problemi, quali la stabilizzazione della linea di riva, la protezione dell'area retrostante, la stabilizzazione di passi marittimi (canali di accesso ai porti) e, più in generale, alle opere che interagiscono con il litorale anche senza finalità protettive. Si fa astrazione dai problemi portuali veri e propri.

Ogni problema reale deve essere compreso nella sua dinamica e deve trovare soluzione, eventualmente articolata, scegliendo fra le tecniche di intervento sul litorale al momento disponibili.

Vengono discusse pertanto le indagini che vanno intraprese al fine di comprendere la dinamica del litorale oggetto del problema e le principali soluzioni strutturali.

1.3. REQUISITI GENERALI PER LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE.

Il progetto deve comprendere tutti i disegni ed elaborati necessari ad individuare l'opera di cui si prevede l'esecuzione e la sua collocazione nel paraggio circostante, il computo metrico ed estimativo, ed una o più relazioni dalle quali risultino:

- le fonti da cui sono stati desunti i dati impiegati;
- le indagini e i rilievi effettuati nel corso della progettazione;
- le motivazioni che hanno portato alla scelta dell'opera rispetto ad altre alternative;
- la valutazione della risposta dell'opera alle finalità proposte;
- lo studio dell'impatto dell'opera sulla morfologia costiera;
- la valutazione preventiva dei benefici ritraibili dall'opera stessa;
- i calcoli per la verifica della stabilità dell'opera e delle sue parti, con motivata scelta dei parametri di sollecitazione;

- il calcolo dell'energia ondosa trasmessa al di là dell'opera, nonché di quella dissipata sull'opera stessa.

Dovranno essere esposti nella relazione i risultati dei calcoli, delle indagini e degli studi intrapresi ed indicazioni sufficienti a ricostruire la metodica impiegata; i dati e gli elaborati intermedi dovranno essere esibiti ove richiesto.

Le sollecitazioni considerate nei calcoli di stabilità probabile della loro applicazione nel corso della vita presunta per l'opera stessa.

Dovrà essere valutata la possibilità del manifestarsi di erosioni della fondazione della struttura, naturali o indotte dall'opera stessa.

La valutazione del comportamento dell'opera dovrà essere effettuata sia in condizione di sollecitazioni estreme che nelle condizioni più frequenti o prevalenti.

La valutazione dei benefici e dei danni prodotti dall'opera dovrà essere effettuata tenendo conto della utilizzazione attuale del litorale interessato e di quella futura.

I progetti di opere, per le quali sussista dubbio nei riguardi della risposta funzionale, dovranno essere articolati per stralci esecutivi, e la risposta valutazione nel tempo a seguito di ogni stralcio; in sede di esecuzione di queste opere, dovranno essere previsti rilievi, che accertino la rispondenza dell'opera alle previsioni progettuali.

L'idoneità della soluzione progettuale deve comunque essere motivata nella relazione; similmente l'analisi costi-benefici andrà in ogni caso impostata attraverso la valutazione di: costo vivo di realizzazione e manutenzione dell'opera, costi indiretti per prevedibili danni ai litorali adiacenti, benefici diretti ai beni difesi e alle aree limitrofe.

La somma dei costi evidenziati dalla suddetta analisi definisce l'importanza (o rilievo) dell'opera, in proporzione alla quale dovranno risultare sufficientemente approfondite le indagini alla base del progetto.

Nella valutazione dell'importanza dell'opera, al fine di ottenere una voce confrontabile con la "stima dei lavori", si dovrà aggiornare ogni voce di costo al momento della esecuzione (o del suo inizio per opere di lunga realizzazione), utilizzando le valutazioni in atto tale momento ed un congruo interesse annuo.

1.4. PROBLEMI DI INSERIMENTO AMBIENTALE

Il raggiungimento di un razionale assetto urbanistico del territorio litoraneo risulta quanto mai problematico in Italia per gli enormi vincoli che l'urbanizzazione esistente impone.

Tuttavia se ne ravvisa la necessità, e il solo strumento che consente una utilizzazione ragionevole delle risorse è la formulazione di piani a diversi livelli, al fine di evitare lo spreco di interventi contraddittori.

Possono distinguersi, nell'ambito della pianificazione, i seguenti momenti: pianificazione dell'assetto fisico del territorio, pianificazione dell'assetto urbanistico, pianificazione degli interventi.

I tre momenti possono di fatto non susseguirsi, ma compenetrarsi nel tempo e negli elaborati.

La pianificazione dell'assetto fisico del litorale si proietta su un intervallo di tempo piuttosto lungo (50 100 anni). Essa dovrà individuare le linee generali di evoluzione del litorale, gli obiettivi che sono perseguibili a questa scala dei tempi, le condizioni fisiche essenziali al raggiungimento dei suddetti obiettivi.

Con riguardo al solo aspetto idrogeomarino essa dovrà, ad esempio, prevedere la quantità e la granulometria degli apporti fluviali che si ritengono essenziali alla sopravvivenza del litorale, individuare a grandi linee le cave di prestito degli inerti necessari, definire l'ampiezza della fascia costiera, a cui si applica una normativa urbanistica particolare tenuto conto degli specifici fenomeni che in essa si attuano (erosione, subsidenza, frane a seguito dell'erosione, ingressione marina per alta marea).

Dovranno essere previste valli da pesca, stagni e zone umide in genere, in misura tale da garantire, attraverso una normale riproduzione della fauna ittica, l'equilibrio ecologico del mare antistante. Dovranno essere rispettati limiti ai carichi inquinanti e nutrienti versati in mare, previsti dalle legislazioni vigenti, in modo da assicurare un'adeguata qualità delle acque.

Nella fascia costiera dovranno essere individuate le zone a cui possono esternarsi gli effetti dei fenomeni di erosione, subsidenza, ecc. e l'intensità, che in esse possono raggiungere nell'arco di tempo a cui si applica la pianificazione.

A titolo di esempio, dovranno essere previste le ampiezze di oscillazione, a seguito delle alterne vicende climatiche, di spiagge in media stabili e l'evoluzione della linea di riva prevista per il periodo di piano.

La pianificazione urbanistica si applicherà ad un intervallo di tempo assai più breve (20 30 anni).

Sulla scorta delle esperienze attuali, possono darsi alcune generiche indicazioni.

La pianificazione dovrà privilegiare, in genere, lo sviluppo di infrastrutture urbanistiche estese in profondità (perpendicolarmente alla riva) rispetto alla costituzione di un insediamento a schiera (lungo riva), che vincolerebbe estesissimi tratti del litorale.

Le vie principali di comunicazione dovranno essere previste ad alcuni chilometri dalla costa.

Lungo riva dovrà comunque essere prevista una fascia non edificabile di rispetto, in cui potranno essere realizzati, in regime di concessione o simile, solo servizi per la pesca, la

navigazione minore, il turismo balneare ecc. aventi tipologia costruttiva conforme alla precarietà del sito.

La sua ampiezza andrà determinata in relazione alla situazione dinamica del paraggio.

Dovranno essere individuate le aree in cui, in condizioni di eccezionale alta marea, saranno possibili invasioni marine oltre la suddetta fascia di rispetto.

Infine, i piani di intervento dovranno prevedere il complesso organico delle difese da attuare, valutando gli apporti fluviali e i trasporti litoranei dei sedimenti, individuando i tratti in cui le difese potranno sottrarre sedimenti al trasporto lungo riva, quelli in cui le difese non dovranno alternare i trasporti, i tratti in cui si evidenziano tendenze erosive generalizzate.

Dovranno essere identificanti orientativamente i quantitativi dei materiali richiesti e le cave di prestito a terra o a mare o lungo costa e più in generale le risorse, che possono rendersi necessarie a seguito degli interventi proposti.

Dovrà risultare anche un costo di massima della difesa ed un costo specifico (rapportato all'unità del bene difeso) per ogni tipo di difesa. Ciò al fine, tra gli altri, di identificare il costo o gli oneri che si debbono attribuire al superamento di vincoli (non essenziali) di gestione della costa come l'introduzione di una singolarità (ad es. un porto) nell'equilibrio fisiologico della costa o la coltivazione di cave.

L'amministrazione competente fissa i criteri generali di piano, li propone agli enti locali, affinché essi si dotino di un piano riflettente le condizioni locali, e valuta le conformità dei suddetti piani.

1.4.1 VINCOLI TERRITORIALI

La fascia di rispetto, il divieto di nuove costruzioni costituiscono vincoli all'uso arbitrario del territorio.

Questi vincoli sono strumenti del piano idro-geo-marino e debbono essere da questo motivati.

In via transitoria, nel periodo di formulazione ed approvazione del piano, potranno essere imposti vincoli di salvaguardia preventiva al fine di evitare la corsa all'accaparramento del bene che si vede compromesso, o la costruzione di situazioni di fatto che possono rendere più onerosa o impossibile la attuazione del piano.

I vincoli possono essere di carattere specificatamente idro-geo-marino, quando hanno per fine la conservazione o difesa del territorio nei suoi aspetti fisici; fra questi vincoli:

- la fascia di rispetto avente per fine la conservazione della spiaggia naturale;

- la limitazione delle estrazioni di acqua o di altri fluidi dal sottosuolo, per limitare la subsidenza;
- le limitazioni alle estrazioni di inerti dagli alvei, al fine di evitare la erosione degli alvei stessi e la riduzione degli apporti al mare;
- le limitazioni ai carichi inquinanti o nutrienti delle acque di scarico e degli scarichi in genere.

Altri vincoli, che il piano potrà recepire dagli strumenti urbanistici o promuovere, sono quelli che si propongono di correggere tendenze ad un disorganico sviluppo degli insediamenti abitativi o produttivi; ad esempio:

- il vincolo a non realizzare nuove costruzioni in aree congestionate (a concentrazione superiore alla ottima o prevista);
- le limitazioni all'edificabilità (rapporto volumi/superfici, altezza);
- le limitazioni all'uso agricolo del suolo.

Ancora ulteriori vincoli potranno derivare dalle leggi di tutela i carattere ambientale, culturale e panoramico paesaggistico, che si propongono di conservare un bene dall'elevato valore intrinseco:

- parchi e riserve;
- edifici o aree di valore storico e architettonico; o dettate dalle esigenze della difesa militare;
- la fascia dei 300 metri dalla battigia, anche per le coste alte, e dei 150 metri dalle foci dei corsi d'acqua pubblici.

Si vuole qui ricordare l'utile contributo che le praterie di Posidonia forniscono alla stabilizzazione e all'innalzamento del fondale, opponendosi così ai processi erosivi.

Le praterie a Posidonia sono molto diffuse sui fondali italiani.

Tuttavia gli squilibri ambientali provocati dall'inquinamento, dalle discariche e dalle opere a mare tendono a far scomparire irreversibilmente le praterie, privando le spiagge di una protezione naturale in genere assai efficace.

Nei programmi di protezione delle coste si dovrà tener conto di quanto sopra, eliminando o attenuando tutti quei fattori che possano portare alla distribuzione irreparabile di questo importante elemento di stabilità e salvaguardia del litorale.

Tutti questi, ed altri probabilmente, sono strumenti che possono e debbono essere impiegati, purché ne risulti chiara la motivazione e la necessità.

2. RILIEVI ED INDAGINI

In questo capitolo si fornisce un quadro delle analisi da considerare prima di dare corso alla progettazione esecutiva di interventi sul litorale. Il livello di approfondimento delle indagini dovrà essere commisurato all'importanza dell'intervento stesso.

Fra di esse dovranno essere di volta in volta effettuate quelle che hanno effettiva rilevanza nel quadro generale del problema in esame.

2.1 UNITÀ FISIOGRAFICA

Le zone costiere, anche quando rappresentano unità geologiche uniformi in quanto conseguente ad un unico insieme di fenomeni morfostrutturali legati alla genesi dello zoccolo continentale (piattaforma e scarpata) a cui appartengono, sono caratterizzate, da un punto di vista della dinamica del litorale, da un'associazione di tratti distinti più o meno ampi chiamati unità fisiografiche.

2.1.1 DEFINIZIONE DI UNITÀ FISIOGRAFICA

Una unità fisiografica è caratterizzata dal fatto che i materiali che formano o contribuiscono a fornire la costa presentano movimenti confinati all'interno dell'unità stessa o scambi con l'esterno in misura non influenzata da quanto accade al litorale.

Il significato ingegneristico deriva dal corollario che gli effetti di un'opera costruita sul litorale non si estendono, a breve termine, al di fuori della unità fisiografica di cui essa viene a far parte.

Se ci si limita a considerare la più piccola area che, comprendendo l'opera, abbia la proprietà di cui sopra, l'unità fisiografica viene a coincidere con l'area di influenza degli interventi in essa attuati.

I limiti dell'area possono non risultare fissi nel tempo a seguito di eventi, naturali o artificiali, che modificando la costa, ne alterino la dinamica; ad esempio, forti erosioni o la costruzione di moli.

L'unità fisiografica rappresenta anche l'area alla quale ha significato estendere i rilievi inerenti al movimento delle sabbie. Dovranno inoltre essere indagati gli scambi fra essa e l'ambiente esterno.

L'identificazione dell'area può essere fatta sulla base delle cause dei movimenti: vento, onde, correnti, azione dell'uomo; oppure sulla base degli effetti dei movimenti: erosioni e depositi.

L'identificazione richiede un'individuazione seppure sommaria degli agenti dinamici (prevalenti), a cui sono connessi i movimenti, e una indicazione se questi sono influenzanti dall'evoluzione del litorale. Può ritenersi, in genere, che gli apporti fluviali e la sottrazione di materiali fini verso il largo non siano influenzati dalla suddetta evoluzione.

Se per litorale si intendere la spiaggia emersa e sommersa per un'estensione tale da contenere i movimenti trasversali, l'unità fisiografica è costituita in genere dal tratto di litorale compreso fra due sezioni, entro cui il trasporto longitudinale netto è nullo.

Foci di fiumi o torrenti non interrompono l'unità fisiografica, anche se il verso del trasporto litoraneo è discorde sui due lati, in quanto modifiche anche piccole su un lato della foce inducono una diversa ripartizione degli apporti fluviali e pertanto esercitano influenza anche sul lato opposto.

Ai fini dello studio del comportamento idraulico di un litorale, possono considerarsi unità fisiografiche anche quelle individuabili su brevi intervalli di tempo, ad esempio una mareggiata o una stagione; ma l'uso corrente del termine in ambito progettuale si riferisce ad intervalli di tempo comparabili con la vita delle opere, mentre in ambito geomorfologico si riferisce ad intervalli molto più lunghi.

Al crescere dell'intervallo temporale di osservazione, unità fisiografiche distinte possono fondersi, perché ad esempio si realizza una mareggiata di particolare violenza, che comporta per i sedimenti movimenti prima non realizzati.

I limiti di unità fisiografiche di vasta scala sono determinati dai moti di deriva o trasporti netti quando questi sono significanti, avendo i moti alterni effetto solo a scala inferiore.

2.1.2 IDENTIFICAZIONE DELL'UNITÀ FISIOGRAFICA IN BASE ALLA MORFOLOGIA DELLA LINEA DI RIVA

Essa si effettua in genere su base cartografica o su rilievi aerofotogrammetrici, in quanto la linea di riva è in essi facilmente identificabile.

Tale identificazione si fonda sulla osservazione di alcune forme indicanti il verso del trasporto litoraneo, di cui le principali sono:

- accumuli-erosioni a seguito della costruzione di opere intercettanti il trasporto litoraneo;
- dissimmetrie nelle spiagge concorrenti ad un capo roccioso;
- deviazione delle foci fluviali nel verso della deriva litoranea;
- forme caratteristiche delle due estremità dell'asse del trasporto;
- cuspidi focali o falesie nelle zone di divergenza dei trasporti litoranei;
- cordoni uncinati (flèches) o spiagge concave, in cui ha termine o converge il trasporto litoraneo;
- erosioni o protendimenti indicativi rispettivamente di divergenza o convergenza dei trasporti litoranei, ove si intenda per divergenza il crescere del trasporto nel verso del trasporto stesso.

2.1.3 IDENTIFICAZIONE IN BASE AD ANALISI PETROGRAFICHE E SEDIMENTOLOGICHE

Essa viene eseguita attraverso il prelievo di campioni del fondo mobile sui quali si effettuano analisi composizionali e tessiturali.

I campioni dovranno essere prelevati fra il materiale mobile o residente in punti diversi e ben identificati. È opportuno che il punto di prelievo venga ubicato con sufficiente precisione, particolarmente in rapporto alle forme caratteristiche della spiaggia (berma, battigia, truogoli, barre,), fornendo una planimetria con indicazioni dei suddetti punti e forme. I prelievi di materiale mobile dovranno essere eseguiti nei primi (35) cm dalla superficie del fondale o della spiaggia.

Il prelievo di campioni potrà permettere di indagare sulla evoluzione temporale della sedimentazione e di caratterizzare i sedimenti che verranno rilasciati in caso di erosione.

La composizione petrografia dei sedimenti, comparata con quella delle possibili fonti, potrà individuare fra queste quella da cui effettivamente il sedimento deriva ed evidenziare pertanto gli spostamenti subiti.

Al trasporto è associata una usura e selezione dei grani e dei ciottoli, che ne altera lungo l'asse di trasporto dimensioni e forma.

L'usura agisce frantumando meccanicamente o disaggregando le rocce e particolarmente la parte più esposta di queste, mentre la selezione è associata al variare della capacità di trasporto al variare delle dimensioni dei sedimenti.

La selezione è trasversale e longitudinale; quella trasversale, che in genere avviene con spostamenti di massa reversibili e piccoli o nulli, tende a portare ogni particella ad una

profondità in cui essa si trova in equilibrio statistico; quella longitudinale è invece associata sempre ad un consistente trasporto di massa, ed, essendo la capacità di trasporto in proporzione inversa alla dimensione dei sedimenti, la selezione avviene nel senso che i sedimenti più fini sono soggetti ad un maggiore spostamento rispetto ai più grossolani, venendo erosi più facilmente e depositati più lentamente.

La selezione trasversale avviene concentrando in genere verso riva i sedimenti più grossolani e portando al largo i più fini, ma, per il variare dell'agitazione ondosa e per i cicli deposizionali associati alle barre, non sono infrequenti inversioni locali rispetto alla suddetta tendenza.

Per i grandi spostamenti longitudinali in assenza di apporti distribuiti lungo l'asse, la direzione del trasporto è caratterizzata dal diminuire delle dimensioni dei componenti dei sedimenti e dal crescere della loro rotondità.

Le zone in erosione manifestano una più accentuata variazione trasversale nelle dimensioni dei sedimenti.

I materiali pesanti si comportano come la frazione più grossolana dei sedimenti, forse accentuando per il maggior peso specifico la selezione per trasporto.

2.1.4 IDENTIFICAZIONE IN BASE AL REGIME DELLE ONDE E DELLE CORRENTI

Questa linea di ricerca tende a caratterizzare i regimi delle onde e delle correnti efficaci per il trasporto costiero. Vanno in particolare esaminate le correnti lungo riva, secondariamente le correnti di ritorno e il getto di risalita.

Tale regime può essere valutato:

1. sulla base di rilevamenti dello stato del mare, fornendo ove possibile, unitamente ai dati rilevati, anche le descrizioni della strumentazione utilizzata, con relativa calibrazione, e della tecnica di elaborazione; quando si utilizzano dati rilevati da ondometri non direzionali, andrà descritto il metodo seguito per attribuire la direzione di provenienza alle onde rilevate;
2. sulla base di dati meteorologici elaborati secondo valide metodologie (il progetto dovrebbe contenere, unitamente alle conclusioni raggiunte, i dati utilizzati per l'elaborazione e le quote caratteristiche delle stazioni di misura);
3. sulla base di sistematici rilevamenti delle velocità delle correnti, utilizzando appositi indicatori o traccianti, di cui è opportuno venga data precisa indicazione metodologica e di levata dei dati;

4. sulla base di individuazioni e rilevamenti sul fondale di morfotipi e di strutture connesse con il regime correntizio.

Il regime ondoso e correntizio dovrà essere convertito in trasporti litoranei associati secondo metodologie valide, di cui si ritiene vadano fornite note esplicative.

Dal regime dei trasporti potrà calcolarsi il trasporto netto. Valendosi limitare al solo verso del trasporto netto, si potrà valutare un valore medio dell'agente del trasporto esaminato, opportunamente pesato per tener conto della sensibilità del trasporto all'agente stesso.

2.2. RILIEVO DELL'ASSETTO ATTUALE E DELLA TENDENZA EVOLUTIVA

Le indagini di cui al paragrafo 2.1 permettono di evidenziare su di un litorale i limiti di un'unità fisiografica e di stabilirne le linee essenziali di tendenza evolutiva.

Sulla base dell'evoluzione del litorale dedotta a partire da una indagine storica associata all'interpretazione degli effetti provocati da eventi o interventi operati sul litorale stesso, dovrà formularsi una previsione sull'evoluzione futura della spiaggia. A tal fine andranno svolte specifiche indagini sulla linea di riva, sulla topografia della spiaggia emersa e sommersa, nonché sui sedimenti di cui è costituita, così come di seguito descritte.

2.2.1 INQUADRAMENTO DEL PARAGGIO E DEFINIZIONE DEL SETTORE DI TRAVERSIA

Rappresenta il primo passo dell'indagine volta ad individuare la presenza di tendenze evolutive di un tratto di litorale ed è mirata alla raccolta delle informazioni di base necessarie all'analisi.

A tale scopo, sembra indispensabile la raccolta di una grande e diversificata mole di dati, estesa ad un numero di anni sufficientemente lungo, riguardanti i parametri ambientali e fisici (regime dei venti, regime del moto ondoso, apporti solidi fluviali, evoluzione storica della linea di costa), e le eventuali interferenze con il regime litoraneo (opere fluviali, opere di difesa costiera, porti).

Al fine di individuare il clima ondoso del paraggio è necessaria, preliminarmente, la determinazione del "settore di traversia" e delle "aree di formazione delle onde" (fetches) ricadenti nel suddetto settore.

2.2.2 LINEA DI RIVA

Lo studio per l'individuazione delle linee di riva dovrà prendere in considerazione i rilievi cartografici ed aerofotografici esistenti ed eventualmente completarli con un'indagine di campagna.

L'indagine inizierà con la sistemazione od individuazione di opportuni caposaldi (quotati) lungo il litorale, di cui andranno fornite le monografie, in modo che essi possano essere utilizzati nel tempo per effettuare rilevamenti periodici della linea di riva.

Le relative rappresentazioni cartografiche, per poter essere paragonate tra loro, vanno riferite al medio mare.

2.2.3 TOPOGRAFIA DELLA SPIAGGIA EMERSA

La topografia della spiaggia emersa rappresenta un altro dato fondamentale per lo studio della tendenza evolutiva in atto e può essere individuato o con il metodo della levata topografica o fotografica (con tracciamento di isoipse ad equidistanza non superiore a 50 cm) o con il metodo del rilevamento dei profili trasversali alla linea di riva ad interasse idoneo a fornire una corretta rappresentazione del profilo.

Per studi di vasta scala l'interasse potrà scegliersi dell'ordine del chilometro, mentre per studi più localizzati esso andrà congruamente ridotto.

Il tracciamento dei profili è opportuno che parta da un caposaldo quotato, di cui va fornita la relativa monografia per consentire la possibilità di ripetizione e di raffronto.

Si raccomanda che sul profilo, realizzato trasversalmente alla linea di riva a partire dal caposaldo, venga riportata anche la sua direzione azimutale, e siano evidenziate tutte le irregolarità o rotture di pendenza significative.

Al rilievo topografico, eseguito col metodo delle isoipse o con quello delle sezioni trasversali alla linea di riva, è spesso opportuno correlare le caratteristiche tessiturali dei sedimenti secondo le indicazioni riportate al paragrafo 2.2.5.

Il limite superiore della spiaggia emersa è fissato ordinariamente dalla massima estensione dell'azione dell'onda.

2.2.4 TOPOGRAFIA DELLA SPIAGGIA SOMMERSA

Fra gli obiettivi dell'indagine topobatimetrica è essenziale quello di reperire informazioni sulla evoluzione della morfologia costiera, sia nello spazio che nel tempo, di evidenziare le eventuali modificazioni indotte dalle opere e di fornire i dati necessari all'impiego dei modelli matematici.

L'indagine, come è noto, consiste nel rilievo topografico della spiaggia emersa e sommersa (spiaggia attiva) mediante l'esecuzione di una serie di rilevamenti a maglia, con allineamenti trasversali e paralleli alla linea di riva.

Il passo della maglia verrà scelto di dimensioni piuttosto ampie, lì dove le integrazioni delle onde con i fondali sono minori, mentre verrà infittito nella zona in cui i fondali sono più bassi e dove sono presenti particolari situazioni evolutive.

La topografia della spiaggia sommersa andrà rilevata per sezioni trasversali alla linea di riva possibilmente con uno scandaglio di accertata attendibilità.

Le sezioni andranno opportunamente raccordate da alcuni profili di controllo condotti parallelamente alla riva.

Dovrà essere sempre ed esplicitamente indicato il riferimento altimetrico assunto per la valutazione delle profondità.

Quando le profondità siano misurate rispetto al livello medio mare, dovrà essere indicata la procedura seguita per la correzione di marea.

Per consentire la ripetibilità delle rilevazioni, le coordinate dei punti di scandaglio devono essere riferite a caposaldi fissi; andrà descritto anche il tracciamento dei dati batimetrici, di cui vanno fornite dietro richiesta le strisciate originali.

I profili della spiaggia sommersa andranno correlati con le caratteristiche tessiturali dei sedimenti secondo le indicazioni svolte ai paragrafi 2.2.5 e 2.3.4.

2.2.5 SEDIMENTI

I sedimenti che costituiscono la spiaggia emersa e sommersa vanno studiati nelle loro caratteristiche tessiturali cioè dipendenti dalla dinamica litoranea.

I campioni dei sedimenti, posizionati come indicato al paragrafo 2.1.3, andranno prelevati preferibilmente in corrispondenza di variazioni morfologiche o tessiturali così da risultare rappresentativi della zona campionata.

È consigliabile che le analisi granulometriche portino ad individuare i limiti dimensionali stabiliti da Wentworth.

Le dimensioni potranno essere espresse in mm, oppure, più opportunamente in phi (dove $\phi = -\log$ in base 2 del diametro espresso in mm.).

Gli intervalli delle classi dimensionali non dovranno superare 1 phi se il sedimento è ghiaioso o sabbioso, 1/2 phi se fangoso.

Le analisi granulometriche potranno essere fatte con strumentazioni diverse, purché di accertata attendibilità, in relazione al tipo di sedimento:

- ghiaie (setacci, calibro, sistemi fotografici, ecc.);
- sabbie (setacci, bilancia di sedimentazione, sedimentometri laser);
- fanghi (sedimentometri a raggi laser o pipetta, coulter counter, ecc.).

Si dovrà naturalmente tener presente che i dati ottenuti con strumenti diversi non sono sempre direttamente confrontabili tra loro.

È opportuno che le analisi vengano condotte in modo da ricavare tutti quegli indici e parametri granulometrici, in primo luogo il diametro medio, che forniscono elementi per determinare la dinamica ed il bilancio dei sedimenti.

Si consiglia di fornire, almeno per le sabbie, oltre alla curva granulometria, i diametri corrispondenti alle seguenti percentuali: 5, 16, 25, 50, 75, 84, 95.

Insieme ai dati granulometri, vanno determinati anche il peso specifico medio e la velocità di sedimentazione.

Altre indagini tessiturali, come la morfometria dei ciottoli, possono dare interessanti indicazioni sulla dinamica costiera.

Assai utili per il bilancio dei sedimenti sono anche le indagini sul consumo per abrasione dei grani sabbiosi e dei ciottoli. I risultati di tali analisi possono essere correlati con la granulometria, la composizione del sedimento, le onde e la morfologia della battigia e della spiaggia sommersa.

Sulla base dei risultati ottenuti è opportuno vengano forniti gli elaborati cartografici atti a rappresentare le caratteristiche tessiturali dei sedimenti del fondo mobile, ed in modo particolare la loro granulometria, l'andamento dei parametri e degli indici sedimentologici, la distribuzione delle frazioni bioclastiche, limosa e argillosa.

Dovranno essere accuratamente descritte in allegato o rinviate ad una bibliografia descrittiva le tecniche analitiche e i metodi di elaborazione impiegati.

2.2.6 SUBSIDENZA ED EUSTATISMO

Significativa, ai fini della programmazione delle opere di difesa costiera, è la valutazione della tendenza evolutiva del territorio da proteggere entro i limiti delle possibili modificazioni positive o negative delle quote del livello del mare o del terreno.

Le modificazioni delle quote del mare sono legate al fenomeno dell'eustatismo (fenomeno generalmente a lunga scala temporale) e a fenomeni consegnati a maree astronomiche e meteorologiche (fenomeni generalmente a breve scala temporale).

Le modificazioni delle quote del terreno sono legate ai fenomeni di subsidenza naturale, di subsidenza antropica e di bradisismo (fenomeni sia a lunga che a breve scala temporale).

Per acquisire dati e notizie, si può procedere nel modo seguente:

1. Valutare la possibilità che esista una sensibile subsidenza in base ai seguenti elementi:
 - a) natura spiccatamente alluvionale della costa in esame;
 - b) presenza di forme cuspidate o lobate di origine deltizia;
 - c) esistenza di opere di bonifica idraulica lungo la costa o nell'immediato entroterra;
 - d) esistenza di sensibili ed estesi emungimenti idrici dalle falde sotterranee, anche per estrazioni di idrocarburi a terra o nella piattaforma
 - e) marina antistante;
 - f) area ad alto rischio sismico.

Gli elementi elencati possono essere appurati mediante informazioni assunte sul luogo o desumibili da documentazione cartografia.

2. Verificare l'ipotesi di subsidenza, acquisendo dati quantitativi:
 - a) di stazioni mareografiche ubicate nell'area o molto vicine ad essa;
 - b) di livellazioni altimetriche e batimetriche di precisione ripetute sui medesimi caposaldi, eseguite con metodi per quanto possibili omogenei e "appoggiate" a caposaldi di riferimento, per i quali esiste un buon grado di certezza che siano stabili;
 - c) dalla letteratura specialistica sull'area.

In aree subsidenti, le strutture di progetto devono avere caratteristiche tali da consentire la sopra-elevazione o l'innalzamento o la "ricarica" dopo un certo numero di anni.

2.2.7 MAREE ASTRONOMICHE E METEOROLOGICHE

Le maree rappresentano oscillazioni del livello marino con periodi approssimativamente compresi tra un'ora e un anno.

Esse si distinguono in maree astronomiche, dovute all'attrazione gravitazionale degli astri (luna e sole) e maree meteorologiche, dovute a disuniformità della pressione atmosferica e all'azione del vento.

Il sollevamento del pelo libero medio, che si ha nella zona dei frangenti, di cui si tratta al paragrafo 2.3 (innalzamento da onda), costituisce un fenomeno localizzato alla stretta fascia litoranea e non si fa qui riferimento ad esso parlando di maree.

Nei mari italiani le maree non costituiscono in genere un fenomeno dinamico rilevante, se si eccettua l'Adriatico settentrionale, dove le maree sono esaltate dalla geometria del particolare bacino marino.

La prevalente importanza ingegneristica delle maree consiste, comunque, nelle variazioni indotte sulla elevazione del pelo libero medio rispetto ai fondali e alle opere civili.

La marea è rilevata mediante mareografi; il tracciato è analizzato in modo da separare le maree astronomiche, aventi periodicità ben definite e note a priori attraverso le analisi astronomiche, dalle maree meteorologiche che non hanno questa proprietà. La marea astronomica, una volta che l'ampiezza e il ritardo rispetto alla causa perturbatrice delle diverse componenti di essa siano determinati mediante analisi armonica, può essere prevista per il futuro con grande esattezza.

Si potrà fare riferimento alla ricca bibliografia sull'argomento e alle previsioni di marea per le principali località costiere edite annualmente dal Servizio Idrografico della Marina.

La marea meteorologica si ottiene sperimentalmente per differenza fra la marea reale e la marea astronomica, dedotta la tendenza eventuale a lunghissimo termine che è dovuta a subsidenza e/o eustatismo.

Essa si compone di variazioni stagionali ed eventi di più breve durata, che si manifestano in stretta relazione con le perturbazioni meteorologiche.

La previsione o ricostruzione della marea meteorologica può essere fatta in base alla dinamica di generazione e costituisce un problema di rilevante complessità.

Quando nel paragrafo in esame non sia presente un mareografo, si dovrà a seconda della precisione richiesta nella determinazione dei livelli, o:

- i. installare un'asta mareografica e collegarla al livello medio mare tramite una livellazione (di precisione) fino al più vicino punto geodetico, o collegarla tramite il confronto dei livelli medi osservati per un medesimo intervallo di tempo

- sufficientemente lungo (30 gg. o più al crescere della distanza) sull'asta in oggetto e ai mareografi più vicini, oppure
- ii. interpolare fra le misure dei mareografi più vicini (tendono conto che la marea è un'onda che trasla lungo costa); questa seconda procedura non pare consigliabile se il ritardo fra i mareografi supera 2-3 ore.

L'analisi della marea nel paraggio dovrà comunque arrivare a determinare il livello medio mare e il livello medio delle alte maree e basse maree. Per strutture più importanti e per opere che non debbano essere tracimate, si dovrà determinare il livello massimo raggiunto con un tempo di ritorno comparabile con la vita presunta della struttura, sulla base di una serie storica di lunghezza non molto inferiore.

Per opere in Alto Adriatico, il fenomeno della "acqua alta", che può superare ivi i due metri, dovrà essere esaminato con particolare attenzione.

2.2.8 REGIME DEI VENTI

L'importanza del vento per quanto riguarda il regime dei litorali è dovuta sia ai suoi effetti diretti che a quelli indiretti.

Gli effetti diretti consistono principalmente nella deflazione, cioè nel sollevamento ed asportazione delle sabbie che costituiscono le spiagge emerse, mentre gli effetti indiretti sono quelli della generazione del moto ondoso, di correnti di deriva e dell'innalzamento del livello marino per effetto di venti che spirano da mare aperto.

Il regime dei venti in una data località costiera può essere definito mediante distribuzioni di frequenza per settori direzionali e campi di velocità, con riferimento a periodi di osservazione possibilmente pluriennali (20 anni).

Possono essere utili anche rappresentazioni mediante diagrammi polari di distribuzione della frequenza, del vento filato (velocità per frequenza) o della prevalenza (velocità elevata al quadrato per frequenza).

Come dati di base per la definizione del regime del vento vanno assunti quelli forniti da stazioni anemografiche presenti nella zona in esame o in zone limitrofe, previo l'accertamento della significatività delle misure in base all'ubicazione degli anemometri.

Per la ricostruzione del moto ondoso mediante metodi indiretti è necessaria invece una caratterizzazione mediante successioni temporali di velocità e direzione del vento.

Per quanto riguarda i dati di vento necessari per la valutazione indiretta delle caratteristiche del moto ondoso, è da tener presente che i valori richiesti sono quelli del vento sul mare e non

quelli rilevati a terra; quando non si disponga di dati di vento registrati direttamente sul mare (anemografi installati in piattaforme artificiali, isole, navi) sarà opportuno procedere alla correzione dei valori misurati a terra mediante opportuni fattori correttivi.

Nell'utilizzazione degli stessi dati, va tenuta presente sia la quota di rilevamento della velocità orizzontale del vento, (in quanto tali dati devono essere ragguagliati alla quota anemometrica standard), sia la differenza di temperatura tra acqua di mare e vento (in quanto tale differenza può condizionare il trasferimento di energia tra vento e mare).

2.2.9 REGIME DEL MOTO ONDOSO

L'esposizione al moto ondoso assume un ruolo certamente primario sulla dinamica dei sedimenti costieri e, quindi, sulla evoluzione di un litorale.

L'azione delle onde, infatti, si esplica nella capacità di sollevare, selezionare, trasportare e disperdere i sedimenti di fondo.

Per poter individuare e quantificare la dinamica dei processi fisici in gioco risulta, quindi, essenziale ricostruire il clima ondoso del paraggio.

Il regime del moto ondoso può essere definito mediante distribuzione di frequenza per settori direzionali e campi di altezza d'onda e periodo.

Come valori caratteristici delle altezze e dei periodi si possono prendere quelli corrispondenti o all'onda media o a quella significativa, la cui altezza è pari all'altezza media del terzo delle onde più alte e il cui periodo è il periodo medio di tali onde.

Nelle determinazioni dei valori suddetti dalle registrazioni è frequente il ricorso al metodo cosiddetto "dell'attraversamento dello zero", consistente nel considerare come onda quanto compreso fra due attraversamenti di zero nello stesso verso, essendo "zero" il livello medio della registrazione.

Per quanto riguarda singoli eventi di particolare interesse, una caratterizzazione più completa può essere ottenuta mediante rappresentazione spettrale.

I dati di base per la definizione del regime del moto ondoso possono essere ottenuti da rilievi diretti, o in assenza, mediante osservazioni visive o stime indirette che forniscono i dati significativi sui flutti, partendo dagli eventi meteorologici.

Il ricorso a queste ultime è spesso inevitabile per avere informazioni sulla direzione di provenienza del moto ondoso, nonché informazioni a lungo termine sugli eventi estremi, poiché gli strumenti di uso corrente non rilevano generalmente la direzione di provenienza delle onde

e la durata dell'intervallo di tempo coperto dalle registrazioni è attualmente troppo breve, in genere, per fornire informazioni statistiche attendibili.

Facendo uso di valutazioni indirette in casi in cui siano disponibili anche misure dirette, sia pure per intervalli di tempo limitati, si dovrà verificare la congruenza delle due fonti di informazione e calibrare opportunamente il procedimento di ricostruzione indiretto adottato.

Per quanto riguarda le valutazioni indirette del moto ondoso, esse possono essere effettuate sulla base della conoscenza del vento spirante sul mare adottando metodi previsionali di uso corrente, come il metodo di Sverdrup, Munk e Bretschneider o altri proposti in tempi più recenti (vedi ad esempio SPM 1984).

Si ricorda che indagini relative agli eventi estremi assumono in genere scarsa rilevanza per il dimensionamento di opere su bassi fondali come le opere di difesa costiera, quando l'onda si presenta frangente con frequenza sensibile.

In ogni caso, la conoscenza del clima ondoso sulle basse profondità riferito ai diversi livelli medi del mare riveste una fondamentale importanza nello studio della dinamica litoranea.

Sia le valutazioni indirette che, in generale, le misure dirette forniscono le caratteristiche del moto ondoso al largo.

Per la valutazione delle condizioni di incidenza nelle zone di interesse, è necessario trasportare i dati stessi sotto costa mediante analisi dei fenomeni associati alla propagazione del moto ondoso in acque basse (shoaling, rifrazione, fenomeni dissipativi, frangimento), per individuare il clima ondoso anche in tali situazioni.

2.2.10 REGIME DELLE CORRENTI

Le correnti possono essere schematicamente suddivise in:

- correnti da moto ondoso
- correnti di marea
- correnti generate dal vento
- correnti di densità.

Queste ultime sono raramente significative nel Mediterraneo per ciò che riguarda le opere costiere.

Le correnti di marea hanno importanza nei paraggi interessati da forti escursioni di marea e, anche per modeste escursioni, quando l'effetto dell'onda di lungo periodo è accentuata da particolari condizioni geometriche dei fondali e delle coste.

Ciò si verifica nel caso di fondali a dolcissima acclività, nel caso di particolari topografie del fondo e, più frequentemente, nel caso di bocche di accesso a lagune o a specchi portuali interni di considerevole estensione.

Le velocità delle correnti di marea variano con continuità durante i cicli di marea; esse possono presentare valori opposti durante la giornata.

Ad esse sono generalmente associate velocità residue conseguenti agli spostamenti orizzontali netti delle masse d'acqua alla fine dei predetti cicli.

Tali velocità residue sono in generale modeste, ciò non toglie che esse possano essere importanti, data la loro persistenza, nello studio relativo alla dispersione a mare di inquinanti e nutrienti, specialmente su bassi fondali o in prossimità delle coste dove esse possono risultare esaltate.

Le correnti da vento sono generate dalle tensioni tangenziali esercitate dal vento sugli strati superficiali del mare; il movimento di massa si propaga agli strati sottostanti principalmente per effetto di mescolamento turbolento.

Nel mare aperto il ritorno di massa può realizzarsi negli strati più profondi; sulle basse profondità possono invece instaurarsi trascinamenti globali di massa con conseguenti innalzamenti del livello medio nella zona sottocosta e flussi di ritorno localizzati.

Per tale motivo, le correnti da vento devono essere accuratamente studiate soprattutto nei bracci di mare chiusi, dove l'innalzamento del livello medio e il conseguente abbassamento nella zona prossima all'imboccatura possono significativamente influenzare l'evoluzione del moto ondoso e determinare l'instaurazione di oscillazioni stazionarie longitudinali.

Le correnti da moto ondoso sono decisamente le più importanti per quanto riguarda il regime dei litorali.

Esse interessano sia la zona dei frangenti sia la fascia esterna.

In considerazione dell'importanza che le correnti da moto ondoso rivestono nella dinamica della spiaggia e sul trasporto dei sedimenti, è necessario che il relativo regime venga accuratamente studiato ed individuato per acquisire gli elementi indispensabili per la progettazione di opere costiere.

La misura diretta delle correnti da moto ondoso è operazione che presenta non poche difficoltà.

In linea delle correnti messo in evidenza dalla torbidità, da oggetti galleggianti di massima si individua preliminarmente, mediante osservazione da punti possibilmente panoramici, il generale sistema direzionale appositamente lanciati, dalla configurazione delle linee di frangimento e da altre caratteristiche morfologiche della linea di riva.

Successivamente, determinate le posizioni più interessanti, si effettuano vere e proprie misure di corrente, mediante correntometri per la zona esterna alla fascia dei frangenti, o mediante lancio di un congruo numero di galleggianti o traccianti per la zona interna.

2.2.11 VARIAZIONI STAGIONALI ED EVENTI ECCEZIONALI

Tutti i fenomeni meteorologici e di conseguenza il moto ondoso e le evoluzioni di spiaggia evidenziano delle periodicità stagionali.

Nell'effettuare confronti fra situazioni rilevate in tempi diversi non si potrà in genere, a meno che l'intervallo di tempo fra di essi superi circa 20 anni, prescindere da queste fluttuazioni.

Quando esistano rilievi sufficiente sarà sufficiente confrontare rilievi fatti a distanza di anni interi; in caso contrario, sarà necessario individuare la componente ciclica stagionale, e separare nel confronto la differenza dovuta alla ciclicità dalla tendenza evolutiva.

Ancora, alcuni eventi di eccezionale intensità possono produrre effetti, che non vengono riassorbiti prima di uno o due anni.

Potranno definirsi eccezionali gli eventi che abbiano un tempo di ritorno di 5 anni o più.

In ogni caso i rilievi dovranno essere messi in correlazione con il ciclo stagionale e con gli eventi di intensità particolare (tempo di ritorno superiore a 1 anno).

2.2.12 CARATTERI SOCIO ECONOMICI DELL'AREA COSTIERA E VALUTAZIONI DELLE INFRASTRUTTURE

Appare necessario che qualunque piano di interventi a difesa della costa venga concepito e progettato tenendo in considerazione un complesso di fattori inerenti le attività umane che hanno luogo sul territorio costiero; fattori che qui brevemente vengono indicati come "socioeconomici", tra i quali vanno soprattutto considerati l'uso, presente e previsto, del territorio interessato dagli interventi ed il valore economico di delle infrastrutture che a quell'uso sono necessariamente connesse.

Nel caso di interventi singoli, che non si inseriscono in un piano o in un progetto di più vaste dimensioni che li giustifichi, vanno comunque considerati i fattori sopraindicati, potendosi limitare però l'analisi a quanto necessario per determinare, con approssimazione proporzionata

alla importanza dell'intervento, il valore dei beni che possono essere interessati dall'intervento stesso.

Fra le infrastrutture più frequenti, possono essere identificati i seguenti tipi:

- linee di difesa della costa dalla erosione, dalla azione diretta delle onde e dalla ingressione marina;
- spiagge ad uso turistico balneare;
- infrastrutture per la pesca, la navigazione minore e da diporto.

La valutazione dell'uso futuro dovrà essere fatta prendendo in considerazione: i piani urbanistici esistenti, le tendenze rilevabili ed i livelli di saturazione prevedibili.

Si osserva che i piani urbanistici rappresentano elaborati progettuali delineanti norme sull'uso del territorio predisposte ad una certa data; la presenza di questi, anche recenti, non dispensa dal rilievo dell'uso effettivo valore economico degli oggetti (beni immobili infrastrutture, ecc) potrà essere stimato:

- 1) sulla base del costo di costruzione rivalutato, per beni pubblici di costruzione recente (in via di ammortamento).
- 2) sulla base del valore commerciale, quale rilevabile per es. dalla registrazione di compravendite, o sulla base del reddito catastale, per i beni privati.
- 3) sulla base del reddito netto annuo delle attività che questi (edifici, aree, infrastrutture) contribuiscono a produrre, per quegli oggetti a cui non possono essere applicati i procedimenti precedenti e per quella parte del reddito che ad essi può pensarsi ascritta.

Esistono, inoltre, valori non traducibili con alcuna oggettività in termini economici, che converrà evidenziare, senza fornirne il corrispettivo.

Mentre il reddito derivante dalle attività, che hanno luogo sulla spiaggia, può essere totalmente ascritto alla spiaggia stessa, restano forti dubbi sulla quota parte del reddito, ad essa ascrivibile, derivante dalla attività alberghiera e commerciale dell'area costiera.

Per spiagge di località balneari, in mancanza di una determinazione diretta, che pare altresì opportuna in casi di importanza più che modesta, potrà assumersi orientativamente in 1/3 la frazione suddetta.

Una spiaggia protettiva ha la duplice funzione di spiaggia e di linea di difesa, e pertanto dovranno sommarsi le due valutazioni.

L'arretramento della riva non comporta necessariamente la perdita della spiaggia come forma, perdita che invece si produce generalmente quando si costruisca su una spiaggia in erosione una difesa radente; in tal caso al valore della difesa andrà sottratto in misura adeguata il valore della spiaggia.

Similmente, per i porti ad uso turistico, potrà aggiungersi, ai redditi derivanti dalle attività portuali, una parte (1/3 circa) della frazione del reddito turistico ascrivibile agli utenti del porto (utenti porto/presenze alberghiere nello stesso periodo di tempo).

Con reddito si è sempre inteso il reddito netto; esso potrà essere determinato dall'apporto monetario lordo del turismo, più facilmente determinabile (somma per le diverse categorie identificabili dei prodotti presenze per spesa giornaliera media procapite), attraverso un coefficiente di redditività determinato per campione.

Nel caso di porti impiegati anche per la pesca e la navigazione minore, dovrà essere valutato anche il reddito derivante da questa attività.

Pare infine opportuno che i beni ed i valori non monetizzabili vengano elencati espressamente in aggiunta a quelli monetizzabili per:

- facilitare la valutazione della convenienza a realizzare l'intervento,
- evidenziare il formarsi nel tempo, attraverso la capitalizzazione delle somme spese per la difesa di questi beni o valori, di una valutazione degli stessi, che li sottragga in qualche misura agli umori del momento.

Nei casi di opere di difesa, spiagge e porti, dovrà inoltre indicarsi il valore specifico assunto per la infrastruttura, essendo questo il rapporto fra il valore e la lunghezza della difesa, la superficie della spiaggia e del porto.

Infine, anche se non è in genere facile quantificarne le conseguenze, dovrà essere posta attenzione agli effetti che l'aspetto estetico dell'ambiente marino e la qualità delle acque possono avere sul turismo e le altre attività dell'area costiera.

2.3. ANALISI DEI PROCESSI COSTIERI

Il tipo di problema costiero che si deve esaminare condiziona la scelta del tipo di indagine, scelta dei dati già disponibili, od eventualmente reperibili, adatti ad essere utilizzati.

È necessario inquadrare lo studio del problema in una visione ampia che consideri gli aspetti principali che intervengono alla scala spaziale delle unità fisiografiche, i quali, da un lato possono condizionare la risoluzione del problema stesso, dall'altro possono essere a loro volta influenzati dall'intervento locale che si intende effettuare.

L'indagine deve iniziare con l'interpretazione della dinamica della linea di riva dalla quale ricavare, a diverse scale temporali, gli avanzamenti o arretramenti della predetta linea (con corrispondenti processi erosivi o accrescitivi) e la direzione del trasporto litoraneo netto.

Particolarmente utile a questo scopo è l'esame comparativo di rilievi cartografici e di fotografie aeree, eseguiti in tempi successivi; tale esame può fornire infatti informazioni sia sull'evoluzione globale della linea di riva sia sui processi erosivi o accrescitivi locali dovuti alle opere litoranee via via realizzate.

L'indagine deve quindi proseguire analizzando i dati che possono condurre ad una valutazione quantitativa delle "voci" (attive e passive) del bilancio dei sedimenti, riferite ad un volume di controllo opportunamente individuato nella zona litoranea considerata.

Qui di seguito si ricordano le voci che generalmente intervengono nel bilancio:

- asporti ed apporti dovuti al trasporto litoraneo longitudinale e a quello trasversale;
- apporti fluviali;
- azione eolica;
- altri apporti ed asporti specifici

2.3.1 TRASPORTO LITORANEO

Il trasporto litoraneo longitudinale e trasversale è conseguenza dell'azione del moto ondoso ed è in gran parte localizzato nella zona dei frangenti.

Esso è principalmente correlato agli attacchi obliqui del moto ondoso rispetto alle batimetriche sottocosta, ma può aversi anche per attacchi frontali quando le altezze d'onda lungo i fronti risultano modulate.

La valutazione quantitativa del trasporto longitudinale, sia al fondo (generalmente il più importante) sia in sospensione, può essere effettuato a partire da modelli teorici ed empirici riportati nella letteratura specializzata sull'argomento e in manuali di largo impiego.

Tali modelli richiedono, per la loro pratica utilizzazione, la conoscenza del clima ondoso locale e, in generale, delle caratteristiche sedimentologiche del materiale di fondo.

Per assicurare la loro adattabilità alla situazione locale sotto osservazione, può talora essere necessario ricorrere a tarature dirette, monitoraggio d'opere opportunamente predisposte allo scopo.

La valutazione quantitativa del predetto trasporto può essere effettuato anche a partire da stima numerica su zone limitrofe e trasferite alla zona in esame dopo averle esaminate e quindi adeguate alla luce di eventuali situazioni specifiche locali.

L'adeguamento richiede una sicura sensibilità ingegneristica nel valutare come tali situazioni locali possano modificare l'entità del trasporto.

Il profilo trasversale della fascia di spiaggia attiva si differenzia nel tempo in relazione alle modifiche stagionali del clima ondoso locale; esso può essere individuato in base a relazioni di uso ormai comune.

Il trasporto trasversale, sia al fondo sia in sospensione, oltre ad essere dovuto all'azione diretta del moto ondoso (trasporto "onshoreoffshore"), può anche essere conseguenza della presenza di correnti di solcatura ("rip currents", correnti a getto verso il largo) alimentate dal trasporto longitudinale.

La valutazione quantitativa del trasporto trasversale netto risulta di difficile precisazione diretta.

Tale valutazione può essere effettuata per via indiretta, quando sia nota la distribuzione longitudinale del trasporto solido litoraneo, il comportamento nel tempo della linea di battigia e gli eventuali apporti e asporti.

2.3.2 APPORTI FLUVIALI

Gli apporti fluviali costituiscono la voce attiva generalmente più importante nei bilanci sedimentari di tratti di costa estesi. La frazione più grossolana (sabbie e ciottoli) si deposita nell'area di foce ed alimenta il trasporto litoraneo.

La frazione fine (limi e argille) si disperde al largo, depositandosi di regola sulla piattaforma continentale, e, pur essendo in genere la frazione preponderante nel totale dei sedimenti trasportati, ha sulla spiaggia effetto di non grande importanza e, soprattutto, molto ritardato e dilazionato nel tempo.

Il trasporto di sabbia e ciottoli avviene in genere come trasporto al fondo dei corsi d'acqua, in stretta correlazione con le condizioni idrauliche.

Il trasporto di limi e argille avviene prevalentemente sotto forma di torbide; l'entità del trasporto è determinata dagli apporti da monte e non dallo stato idrometrico locale.

Le torbide si muovono con velocità media poco inferiore all'acqua, mentre forme di deposito o erosione del fondo si muovono (verso valle in alvei fluviali) con velocità di alcuni ordini di grandezza più piccola (da 10 elevato alla 3^a a 10 elevato alla 5^a in genere).

La misura del trasporto viene fatta generalmente mediante il prelievo di campioni con trappole, campionatori e bottiglie.

Mancando una precisa normativa, la modalità seguita per le misure e la elaborazione, i campionatori impiegati e i coefficienti di taratura assunti per questi dovranno essere espressamente descritti nella relazione.

L'entità del trasporto così determinato e le sue caratteristiche tessiturali dovranno essere messe in correlazione con le condizioni idrometriche e la portata.

Essendo il trasporto rapidamente crescente con la portata liquida, le misure dovranno essere eseguite in corrispondenza di stati d'acqua rappresentativi del regime idrologico con particolare attenzione agli eventi di piena.

Ove siano disponibili invasi lungo il corso in esame e previa valutazione dell'efficienza di trappola dell'invaso stesso, potranno ricavarsi stime generalmente attendibili del trasporto medio attraverso la misura dei volumi depositati nel lasso di tempo compreso fra due rilievi del fondo dell'invaso stesso.

Stime dei trasporti medi e della ripartizione granulometrica possono essere eseguite sulla base della conoscenza dei suoli costituenti il bacino e dell'uso a cui vengono sottoposti.

Altre stime possono essere desunte dall'analisi quantitativa dei reticoli idrografici (densità di drenaggio, pendenze, erodibilità dei versanti ecc...).

Tali stime dovranno essere confortate dal confronto con quelle ricavate con altri metodi.

Stime del trasporto di fondo possono farsi, sulla base della conoscenza del regime idrologico, dei caratteri morfometrici dell'asta in esame (pendenza, larghezza, ecc...) e dei caratteri tessiturali e sedimentologici dei sedimenti costituenti il letto, con l'impiego di formule semiempiriche per il trasporto solido di fondo descritte nei manuali; la stima è più attendibile se è disponibile una scala di deflusso.

Poiché l'entità del trasporto di fondo e le caratteristiche dell'alveo variano lungo l'asta fluviale, le misure ad esso relative dovranno essere eseguite non lontano dalla foce.

2.3.3 AZIONE EOLICA

La deflazione comporta la sottrazione di sabbie che possono essere trasportate verso il largo o nell'entroterra, la selezione granulometrica delle stesse (dato che vengono più facilmente asportate le frazioni più fini) e la formazione di dune (condizionata alla disponibilità di sabbie in quantità sufficiente e di idonee barriere, naturali o artificiali, che consentano l'intrappolamento delle sabbie in movimento).

Effetti indiretti dovuti all'azione del vento consistono invece, come si è visto in precedenza, oltre che nella generazione del moto ondoso, nella generazione di correnti superficiali (correnti di deriva) e nell'innalzamento del livello marino prodotto dai venti che spirano da mare aperto.

Alle correnti superficiali generate dal vento, ed aventi direzione in genere concorde con quest'ultimo, corrispondono nelle zone costiere correnti di ritorno sul fondo aventi verso opposto, dando luogo a sistemi di circolazione, che hanno qualche influenza nel trasporto di sedimenti nella zona litoranea.

2.3.4 ALTRI APPORTI ED ASPORTI

Possono essere determinati da:

- versamenti artificiali e discariche;
- frane o erosioni del retrospiaggia (dune e falesie) e dai fondali rocciosi;
- produzione bioclastica (es. coralli, alcuni tipi di alghe ecc).

Tra gli asporti da considerare sono:

- il dragaggio e prelievi dalla spiaggia;
- il trasporto verso specchi d'acqua interni, porti o lagune;
- la rimozione di materiali a seguito di costruzioni civili;
- il trasporto nell'entroterra provocato dai bagnanti.

L'insabbiamento dei porti è valutabile attraverso i quantitativi dragati; non costituirebbe una perdita per il litorale a lungo termine se la risulta del dragaggio fosse restituita al litorale.

2.3.5 BILANCIO DEI SEDIMENTI

Il bilancio dei sedimenti applicato ad una zona di litorale fornisce utili indicazioni sullo stato e sul prevedibile futuro del litorale stesso, ponendo soprattutto in evidenza l'importanza relativa delle voci di bilancio attive e passive. Quest'ultimo aspetto costituisce l'elemento più significativo del computo, in quanto dà al progettista di opere costiere una più approfondita sensibilità circa l'importanza della voce sulla quale le opere in progetto potranno incidere. Talvolta, un accurato bilancio, associato a misure di variazione areale della spiaggia sommersa ed emersa, può essere utilizzato al fine di valutare per differenza la voce o l'insieme di voci non altrimenti quantificabili.

Le voci attive e passive (apporti ed asporti) del bilancio sono già state singolarmente descritte nei punti che precedono. Vale qui la pena di riassumerle in un unico elenco.

Tra gli apporti da terra compaiono i materiali forniti dai corsi d'acqua e dall'erosione delle falesie e delle dune del retrospiaggia, le sabbie che entrano nel volume di controllo rispetto al quale si valuta il bilancio o per l'azione del vento e i versamenti artificiali.

Tra gli apporti da mare i materiali convogliati verso riva dalle correnti trasversali, e gli apporti bioclastici.

Tra gli asporti verso terra si dovranno considerare lo stoccaggio più o meno reversibile del materiale che fuoriesce dal volume di controllo per effetto dei venti di mare, le sabbie che formano le dune di retrospiaggia, quelle che le onde di tempesta spingono in condizioni di alta marea oltre linee di possibile ritorno o in specchi acquei interni e i materiali definitivamente persi prelevati da cave sul litorale.

Tra gli asporti verso mare: il trasporto dei sedimenti, particolarmente i più fini che si perdono al largo in correnti di ritorno o in solcature sottomarine (canyons), le perdite di materiale bioclastico, le perdite per soluzione di sedimenti.

Tra gli asporti verso specchi acquei interni: il materiale che entra attraverso le bocche portuali e lagunari e le sabbie che il mare trasporta tracimando sulle dune litoranee.

Tra gli asporti ed apporti debbono ascriversi infine, ma non ultimi per importanza, i trasporti longitudinali attraverso le sezioni estreme del volume di controllo.

Particolare cura dovrà essere posta nella scelta del volume di controllo, la cui estensione dipenderà dal tipo di studio che si deve condurre; una intera unità fisiografica per indagini di carattere generale, il tratto di spiaggia oggetto dell'intervento e le aree limitrofe per singole opere.

I progetti di opere a mare vanno comunque corredati da un accurato bilancio dei sedimenti relativi al volume di controllo che comprende le opere in progetto, e possibilmente da quello dei volumi di controllo delle spiagge adiacenti, il cui bilancio può essere in qualche modo influenzato dalle opere stesse.

2.4. MONITORAGGIO DELLE COSTE

Per una efficace politica di protezione costiera, indispensabile che i litorali siano oggetto di monitoraggio sistematico, che consenta di tenere sotto controllo il loro comportamento nel tempo.

Il monitoraggio potrà consistere in rilievi idoneamente sistematici del tipo suddescritto.

Nel sottolineare e ribadire l'importanza del monitoraggio agli effetti della conoscenza della tendenza evolutiva della spiaggia, occorre aggiungere che anche l'osservazione schematica della linea di riva fatta con semplici metodi topografici da terra e con riprese fotografiche consente informazioni utili e spesso sufficienti per lo scopo.

3.LE OPERE DI DIFESA

E' possibile distinguere le opere di difesa d'una costa in naturali o artificiali. Fra le prime vanno ricordate le spiagge e le dune.

Possiamo poi classificare le seconde in opere la cui principale funzione e quella di impedire l'azione erosiva dell'onda mediante il rivestimento e di sostenere il terreno a tergo (difese aderenti come muri di sponda, paratie a mare, rivestimenti), e opere di rifornimento artificiale di sabbia alla spiaggia per controbilanciare le perdite causate dai processi naturali o da interventi dell'uomo.

Le barriere frangiflutti foranee, comunemente indicate con il termine di difese parallele distaccate, e i pennelli, se usati per sottrarre materiale litoraneo al trasporto lungo riva, possono considerarsi rientranti in questa seconda categoria. I frangiflutti, quali opere che riducono l'azione dell'onda sulla riva, rientrano anche nella prima categoria.

Un intervento di difesa limitato ad un breve tratto di una riva in erosione si rivela quasi sempre antieconomico. Peraltro, non va dimenticato che una protezione, così limitata, potrà aggravare i fenomeni erosivi in atto o addirittura innescarne di nuovi sulle rive adiacenti non protette, il cui bilancio di apporti e asporti di sedimenti dovrà registrare in negativo il mancato arrivo del materiale non più eroso nel tratto protetto e quindi sottratto alla naturale dinamica del trasporto lungo riva.

Una tale considerazione, che un progettista non dovrà mai trascurare, suggerisce di coordinare ogni intervento di protezione di un'area costiera in un programma, che valuti i processi erosivi e le reciproche influenze su tutta l'intera unità fisiografica. Un tal modo di operare si rivelerà, a lungo e termine, molto più efficace ed economico.

3.1.DIFESA ADERENTI

Strutture aderenti di vario tipo vengono impiegate a difesa di una riva non adeguatamente protetta da una spiaggia naturale.

Comunemente, si chiama paratia una parete verticale di tipo leggero (quali le palancole in calcestruzzo, ferro, legno), che costituisce una soluzione di breve durata. E' infatti da notare che una tale opera non può considerarsi una protezione anche e, della spiaggia antistante, il cui processo erosivo, se esistente, continuerà e, anzi, potrà essere incrementato dall'azione di escavamento dell'onda al piede della struttura e della maggior agitazione prodotta dall'onda riflessa.

La paratia non ha in genere capacità strutturale di resistere all'azione diretta delle onde, a meno che la sua struttura non venga rinforzata e trasformata in un muro di sponda di dimensioni adeguate.

I muri di sponda hanno la parete a mare verticale, curva o a gradoni e possono essere armati con mantellate di scogli naturali o massi artificiali ad alta scabrezza per ridurre la risalita dell'onda.

I rivestimenti sono costituito da semplice opera di protezione superficiale della scarpata della spiaggia, senza una precisa funzione statica di sostegno del terreno a tergo.

3.1.1 FUNZIONI E LIMITI

Le paratie, quali opere di breve durata, la cui costruzione si presenta spesso economica e veloce, potranno essere realizzate come opere provvisorie e provvisionali. In alcuni casi, esse vengono utilizzate come primo stadio della costruzione di un muro di sponda.

I muri di sponda, che proteggono e sostengono il terreno retrostante, provocano come le paratie l'approfondimento locale dei fondali. Infatti, l'azione delle onde, che frangono o si riflettono sulla parete, rimuove rapidamente la sabbia o altro materiale erodibile al piede della parete, modificando la situazione statica del muro, che può diventare instabile.

L'azione di approfondimento dei fondali al piede della struttura è minore se la parete è a scarpata invece che verticale.

Le difese in massi (scogliere radenti) danno in genere luogo ad un approfondimento dei fondali al piede ancora più limitato, in quanto, essendo permeabili, permettono alla massa d'acqua frangente di penetrare al loro interno, dissipando una rilevante aliquota dell'energia in moti turbolenti. Queste opere, inoltre, possono essere considerate di tipo flessibile o elastico, nel senso che sono possibili anche sensibili spostamenti relativi dei massi che le compongono, senza che venga compromessa la loro stabilità, al contrario dei muri di sponda, rivestimenti, paratie ecc., che si comportano invece come rigidi ed impermeabili.

Le strutture aderenti possono essere utilizzate quali opere di protezione di una riva di cui si vuole interrompere l'arretramento, nei casi in cui manca un apporto di materiale litoraneo e la spiaggia protettiva è minima o inesistente, oppure nei casi in cui si voglia escludere la formazione di una spiaggia.

Un esempio del primo caso è rappresentato da un promontorio in erosione, uno del secondo da un lungomare cittadino.

Un chiaro limite delle strutture aderenti è quello di proteggere solo il territorio ad esse retrostante e non anche le aree adiacenti sopra o sottoflutto.

Inoltre, come s'è visto, mentre l'azione di approfondimento dei fondali al piede della struttura può intensificare la tendenza all'asportazione del materiale dalla spiaggia antistante, provocandone l'arretramento, l'interruzione dell'erosione del terreno retrostante sottrarrà del materiale alle spiagge adiacenti.

3.1.2 INDICAZIONI PER IL PROGETTO

Quest'ultima considerazione fa risaltare l'utilità di alcune indagini preliminari, che faranno parte del progetto.

Fra queste, quelle circa l'evoluzione della linea di riva, la direzione del trasporto netto lungo riva, la valutazione della quantità di materiale di spiaggia sottratto al rifornimento delle spiagge adiacenti.

Il progetto conterrà, inoltre, insieme al calcolo statico della struttura e al calcolo della altezza di risalita dell'onda e della tracimazione su di essa, una ragionevole motivazione della scelta fatta.

La seguente discussione potrà servire come orientamento di larga massima per detta scelta.

Fattori di progettazione delle strutture aderenti sono: la scelta di una adeguata forma delle strutture, la sua ubicazione in relazione alla linea di riva, la lunghezza, l'altezza, la stabilità del terreno e il livello del mare. I tipi di profili in uso sono i più vari: verticali o quasi verticali, a scarpata, a curva convessa, a curva concava, a gradoni ad ognuno di essi potrà associarsi una certa funzione.

Una parete verticale, per esempio, ben si presta all'uso come banchina, posto di ormeggio o di attracco. Viceversa, una parete a curva concava, con la sommità sporgente all'esterno, è più efficace di una verticale contro la tracimazione.

Una simile struttura può quindi risultare una buona soluzione per una strada litoranea o una passeggiata a mare.

Anche efficaci nel ridurre la risalita dell'onda e la tracimazione, nonché nel dissipare l'energia dell'onda, sono le pareti e i rivestimenti inclinati ad alta scabrezza.

D'altro verso, l'uso di pareti verticali o quasi verticali, in genere esalta il pericolo di scalzamento per effetto dell'erosione al piede. Se il materiale del fondo è erodibile, sarà necessario prevedere una adeguata protezione al piede. Un rimedio può essere quello di realizzare un taglione o disporre, a protezione del fondo, del pietrame o un materasso contenente pietrame

o altra simile protezione. Il pietrame dovrà avere dimensione tale da evitare lo spostamento, e la distribuzione granulometrica tale da funzionare da filtro per prevenire l'asportazione del materiale di fondazione ed il conseguente cedimento, per assestamento, del pietrame.

Il pericolo di scalzamento è generalmente inferiore per le strutture con pareti a scarpata, specie se la pendenza è bassa.

Nel caso di una scogliera, che in genere si abbasserà, slittando, per riempire l'affossamento creato dall'onda al piede fino a raggiungere una nuova posizione stabile, il cedimento risultante può essere compensato, sovrapporzionando la sezione trasversale o ponendo pietrame in eccesso, che possa andare a colmare la fossa. A titolo orientativo, converrà ricordare che la prevedibile profondità della fossa, sotto il fondo naturale, all'incirca dell'ordine dell'altezza della massima onda compatibile con il fondale originario.

Se una simile struttura è realizzata a gradoni, potrà ottenersi un facile accesso alla spiaggia.

Agli estremi delle strutture aderenti occorrerà sempre prevedere opportuni muri d'ala di raccordo per prevenirne aggiramento ai fianchi o comunque la progressiva avaria.

Converrà ricordare, infine, che, nel valutare il costo dell'opera; non potrà trascurarsi la stima del prevedibile danno alle rive adiacenti.

3.2. PENNELLI

Sono strutture trasversali che in generale si estendono dal retrospiaggia (a partire da un punto sufficientemente radicato a terra perché il pennello non venga aggirato dal getto di risalita) alla prima linea dei frangenti di normale mareggiata (oltre la quale il trasporto litoraneo è insignificante). Sono stati costruiti pennelli di varia forma, in massi naturali o artificiali, in calcestruzzo o ferro o legno, fissi o modificabili.

I pennelli possono essere isolati o far parte di un "sistema di pennelli".

3.2.1 FUNZIONI E LIMITI

L'effetto di un pennello è quello di intercettare una parte o la totalità del trasporto lungo riva e formare un cumulo sul lato sopraflutto. Con riferimento al profilo altimetrico e planimetrico di

detto cumulo e alla percentuale di trasporto litoraneo trattenuto, i pennelli vengono classificati alti o bassi, lunghi o corti, permeabili o impermeabili.

Nel caso di pennelli "alti", l'altezza del cumulo aumenta progressivamente finché la sua pendenza trasversale è compatibile con la stabilità della frazione più grossa dei granuli dei sedimenti. Raggiunta tale situazione, tutto il trasporto solido oltrepassa il pennello e, se il pennello è ben proporzionato, raggiunge l'area sottoflutto. Un pennello "basso" può invece consentire al materiale di scavalcare la sua sommità durante le mareggiate più forti e alimentare le aree sottoflutto. In ogni caso, l'altezza del tratto a terra di un pennello alto è quella della massima onda che risale la spiaggia durante le mareggiate; l'altezza del tratto a terra di un pennello basso è almeno pari a quella della berma della spiaggia che si intende realizzare.

L'altezza del tratto di pennello a mare rispetto alla futura spiaggia può essere congruamente minore, e ciò per motivi economici e per esigenze balneari ed estetiche.

La lunghezza di un pennello va determinata in base all'allineamento che si vuole attribuire alla futura spiaggia, tenuto presente che la linea di riva tenderà a disporsi perpendicolare alla risultante annua dell'attacco ondoso.

La lunghezza dipende inoltre dall'estensione della zona dei frangenti e dal fatto che si voglia intercettare la totalità o solo una parte del trasporto litoraneo.

Pennelli permeabili possono essere costruiti quando non si debba trattenere tutto il materiale in transito sia per quanto riguarda l'erosione della spiaggia sottoflutto, sia nel caso in cui si possano verificare frequenti e significative inversioni della corrente lungo riva. La stessa soluzione attenua anche, in parte, il poco gradevole andamento a dente di sega della spiaggia. Va tenuto però presente che i pennelli permeabili possono essere resi impermeabili da alghe o materiali che intasano i vuoti.

Come precedentemente detto i pennelli possono essere singoli o far parte di un sistema. Pennelli singoli vengono utilizzati per aumentare localmente la larghezza della spiaggia sopraflutto, per la difesa di imboccature portuali o lagunari, per delimitare le estremità di difese radenti o di ripascimenti artificiali, per realizzare la chiusura di una nuova unità fisiografica o migliorare la definizione di una esistente, per individuare con maggior precisione, dal punto di vista della perdita longitudinale dei sedimenti, una spiaggia a tasca, ecc. Un sistema di pennelli è solitamente adottato quando si intende costruire o proteggere una striscia di spiaggia estesa, sia che si intenda formarla con il naturale trasporto litoraneo, sia che si preveda di realizzarla con versamento artificiale. In quest'ultimo caso i sistemi di pennelli diventano un'opera complementare per diminuire i versamenti o ridurre la frequenza; la loro economicità dovrà essere cautamente valutata e confrontata con la soluzione di solo ripascimento e ricostruzione della spiaggia.

I pennelli singoli o i sistemi di pennelli vengono adottati come opere di difesa quando la spiaggia in considerazione è interessata da predominante trasporto longitudinale e quando le

forze attive sono esuberanti per la effettiva quantità di materiale in transito. La loro adozione è più consueta, ai fini della protezione del litorale, quando le forze che generano il trasporto sono spiccatamente più intense in una direzione (in tal caso saranno più probabili forti erosioni lungo il lato sottoflutto). Nel caso invece di paraggi, in cui il trasporto ha frequenti inversioni, una spiaggia potrà formarsi anche sui lato sottoflutto, nella zona riparata dal pennello stesso. In tal caso il pennello, pur non avendo funzione di ricostruzione della spiaggia, può ridurre l'entità degli spostamenti della linea di riva.

3.2.2 INDICAZIONI PROGETTUALI

Prima di procedere alla progettazione di un pennello o di un sistema di pennelli è indispensabile individuare le caratteristiche qualitative e quantitative della dinamica trasversale e longitudinale della spiaggia esistente e della spiaggia futura e determinare in particolare la distribuzione spaziale del transito dei sedimenti. Su tali caratteristiche infatti il pennello può avere intensi effetti in quanto esso altera la circolazione correntizia con la possibilità di formazione di nuove correnti di ritorno aderenti al pennello stesso. Nello studio si dovrà tenere conto dell'escursione di marea e di sopralzi d'onda che possono significativamente influire sulla dinamica litoranea.

A tale proposito è molto importante l'esperienza che deriva dall'osservazione del comportamento di opere a mare esistenti sulla spiaggia stessa o su spiagge in analoghe situazioni. Qualora non sia possibile fruire di tale esperienza, si suggerisce di far precedere alla progettazione definitiva l'esecuzione di opere parziali aventi scopo di indagine, sfruttando una delle caratteristiche peculiari del pennello, particolarmente utile anche durante il normale funzionamento, che particolarmente utile anche durante il normale funzionamento, che è quella di poter essere modificato con l'evolversi della spiaggia.

Se il pennello non è ben proporzionato, ad esempio un pennello impermeabile, alto e troppo lungo, il materiale che lo oltrepassa può andare perso sia per la profondità del mare in cui si viene a trovare, sia per la menzionata corrente di ritorno che spesso si realizza in corrispondenza del pennello stesso.

Nel caso di un sistema di pennelli, la lunghezza e la spaziatura tra i pennelli devono essere determinate in funzione dell'allineamento di spiaggia che si vuole realizzare e della portata solida in transito. Si dovrà in ogni modo fare sì che il filetto di sabbia che abbandona la testata del pennello sopraflutto possa essere catturato dalla spiaggia o dal pennello sottoflutto con sufficiente margine di sicurezza. In linea generale la spaziatura fra pennelli è due o tre volte la lunghezza dei pennelli stessi.

È praticamente inevitabile, salvo interventi particolari, che la spiaggia sottoflutto venga danneggiata dalla riduzione del trasporto solido che la alimentava. L'erosione di tale spiaggia, se questa esiste ed ha importanza turistica o come elemento di protezione del litorale, può essere evitata, provvedendo al riempimento artificiale degli spazi tra pennello e pennello per consentire il transito della deriva naturale.

Nella realizzazione di un pennello singolo, una volta che ne sia stata stabilita la lunghezza in sede progettuale, è consigliabile costruire in una fase un pennello di lunghezza (o anche altezza) apprezzabilmente minore, per poter constatare gli effetti da esso provocati sul litorale sia sopraflutto che sottoflutto, in modo da poter decidere, a seconda di tale effetti, se è opportuno prolungare o meno il pennello stesso.

In sostanza, si consiglia di realizzare il pennello in fasi successive, in maniera che esso possa avere una lunghezza definitiva ritenuta idonea dall'esame sperimentale del suo comportamento, lunghezza che potrà quindi risultare sia maggiore che minore rispetto a quella prevista originariamente in progetto.

Dovendo realizzare un sistema di pennelli in presenza di forte deriva litoranea, nella sequenza temporale di costruzione si proceda in verso opposto alla deriva stessa, in perfetta analogia con quanto è pratica corrente nell'imbrigliare torrenti montani.

Inoltre, anche in questo caso, è senz'altro consigliabile procedere nella realizzazione per fasi, costruendo inizialmente dei pennelli di lunghezza (o anche altezza) minore e procedere successivamente nell'esecuzione, dopo aver seguito sperimentalmente i loro effetti, in modo da giungere ad una lunghezza (o altezza) definitiva ottimale dei vari pennelli.

3.3. FRANGIFLUTTI DISTACCATI

Una barriera frangiflutti distanziati è una struttura costruita ad una certa distanza dalla battigia per proteggere un'area costiera dalla azione diretta delle onde. Può servire come ausilio alla navigazione, come struttura di difesa di una spiaggia, come trappola per il trasporto litoraneo.

Generalmente la struttura è realizzata in scogliera di pietrame.

Quando vengono impiegate per proteggere la costa, esse sono generalmente realizzate in forma di gruppo di elementi di lunghezza modesta, separati da varchi aventi lo scopo di consentire lo scambio di acque, l'ingresso dei sedimenti o il transito di piccoli natanti.

A seconda della quota a cui è posta la sommità dei frangiflutti, essi potranno dirsi emergenti o sommersi, anche se frangiflutti abitualmente emergenti, in condizioni di alta marea, possono funzionare con forte tracimazione e saltuariamente anche sommersi.

In relazione agli scopi sopra accennati, i varchi costituiscono una necessità per un sistema di barriere emergenti, mentre al crescere della tracimazione-sommergenza essi non sono necessari e possono divenire dannosi per le violente correnti che attraverso di essi ritornano al mare.

Barriere sommerse sono impiegate spesso come opere di contenimento e sostegno di spiagge artificiali o ripascimenti. Quando la sommergenza è forte questo effetto di contenimento è prevalente rispetto all'azione frangiflutti.

3.3.1 FUNZIONI E LIMITI

I frangiflutti dissipano l'energia dell'onda frangente su di essi creando sul lato terra una zona di bassa agitazione o d'"ombra".

Il materiale trasportato lungo riva dalla azione combinata dell'onda e delle correnti viene depositato in detta zona protetta.

La dissipazione dell'energia dell'onda avviene lontano dalla riva e dai beni che si vogliono difendere.

Un frangiflutti isolato ed emergente genera una zona di "calma" che è delimitata dalle zone di diffrazione aventi origine nelle due testate; tale zona di calma ha forma triangolare circa equilatera in condizioni di incidenza frontale; il lato che si appoggia al frangiflutti è più corto di questo di 1 - 2 lunghezze d'onda.

Le sabbie, che, mosse lungo la riva, si depositano dietro la barriera, formano dapprima un bassofondo, che poi evolve in una estroflessione della linea di riva fino a raggiungere eventualmente il frangiflutti formando così un tombolo, se la distanza del frangiflutti dalla battigia primitiva è circa pari alla sua lunghezza. Nel caso in cui la distanza sia molto minore o molto maggiore, si formano nell'ordine due tomboli o nessuno. La saldatura del tombolo al frangiflutti è ostacolata se la tracimazione dell'onda è frequente.

Quando si realizza un sistema di frangiflutti, la formazione del deposito è rapida sul lato sopraflutto alimentato dal trasporto litoraneo. A tergo delle seguenti barriere e fino a che il riempimento delle precedenti non è tale, da permettere al trasporto litoraneo di sorpassare le barriere, il riempimento è molto più lento, in quanto avviene per trasporto trasversale alla spiaggia come adeguamento del profilo alla minor altezza di onda che interessa l'area protetta.

La formazione del tombolo dietro il frangiflutti ha l'effetto di impedire il transito lungo riva delle correnti litoranee e rende la barriera funzionalmente simile ad un pennello.

In presenza di una forte deriva litoranea, il deposito a tergo della barriera induce un avanzamento della riva sopraflutto, che nel tempo si estende a grande distanza; a questo fa riscontro un'erosione comparabile sul lato sottoflutto.

In assenza di trasporto netto derivante da un equilibrio fra i trasporti nei due versi, il riempimento avverrà a partire da entrambe le estremità; il materiale depositato non viene rimosso in eguale misura da un'ondazione generante trasporto in verso opposto, in quanto il deposito è protetto dalle barriere stesse.

Un sistema di barriere produce in genere una sottrazione di sedimenti alle rive adiacenti, come ogni opera che produce ripascimenti di spiaggia alimentandosi dei trasporti litoranei.

Un sistema di barriere può catturare anche materiali che, muovendosi trasversalmente alla riva, entrano attraverso i varchi o sopra la barriera, e può risultare efficace anche in assenza di trasporto litoraneo.

Un sistema, che si estenda al tratto compreso fra due sezioni in cui il trasporto litoraneo sia sicuramente nullo, non potrà sottrarre sabbie alle aree adiacenti.

Quando il frangiflutti è sommerso, l'attenuazione dell'onda è solo parziale, ma, non essendo necessaria la presenza dei varchi, non sempre ciò comporta una maggior energia incidente sulla riva, rispetto ad una barriera emergente; per contro l'attenuazione dell'onda è proporzionalmente maggiore sulle onde più alte.

Ad equilibrio raggiunto, a ridosso dei frangiflutti il profilo trasversale della spiaggia risulterà più ripido a seguito della minore ripidità delle onde, mentre davanti ad essi è presente una fossa associata alla riflessione prodotta dal paramento esterno.

I volumi depositabili (depositati dopo un certo tempo se disponibili), potranno essere determinati attraverso le valutazioni della diffrazione dell'onda attraverso i varchi e dei profili trasversali di equilibrio, risultando le isobate all'equilibrio circa parallele ai fronti d'onda.

Un sistema di frangiflutti surdimensionato come opera di difesa (varchi insufficienti ecc.) produce la sedimentazione anche di materiali molto fini e degrada la qualità delle acque negli alveoli che si formano in corrispondenza dei varchi.

Un frangiflutti foraneo adeguato può essere impiegato come trappola da sabbie, ad esempio sul lato sopraflutto di una imboccatura; se abbinato ad una draga che può trovar riparo a ridosso dello stesso, può costituire un efficace sistema di bypassing delle sabbie verso la spiaggia sottoflutto.

L'acqua che tracima sulla barriera ritorna al largo per la via di minor resistenza; per un sistema di barriere poco emergenti si concentrano nei varchi delle forti correnti (del tutto analoghe alle correnti di ritorno) che possono essere pericolose per i bagnanti inesperti, oltre a costituire un mezzo molto attivo di trasporto dei sedimenti verso il largo.



Su fondali cospicui ed in paraggi molto esposti, potranno ottenersi economie anche significative realizzando barriere sommerse, che hanno rispetto alle emergenti minore sezione e sviluppo della mantellata, essendo inoltre questa meno esposta all'impatto diretto dei frangenti.

In mari eutrofici o ricchi di alghe potrà risultare opportuna la piccola riduzione che le barriere sommerse esercitano sulle onde minori, al fine di evitare il formarsi di depositi non sempre igienici.

Similmente il congiungersi al tombolo delle barriere emergenti pare un fenomeno non favorevole, poiché in tal caso si viene a generare un alveolo quasi chiuso, distaccato dalle correnti longitudinali ed avente modeste capacità di scambio con l'esterno soprattutto per le onde minori non tracimanti, così da costituire una situazione igienicamente pericolosa.

L'attenuazione dell'onda e le tracimazioni, e quindi l'efficienza del sistema difensivo da essi costituito, dipendono sensibilmente dalla quota sul mare del coronamento. Il sistema di difesa, in particolare se costituito da barriere sommerse, non è pertanto consigliabile in paraggi a forte escursione di marea.

I frangiflutti paralleli possono risultare un sistema di difesa antieconomico su spiagge ripide, ove, per disporle ad una certa distanza da riva diviene necessario costruirli su fondali eccessivi.

Il sistema non si presta a seguire nel tempo le variazioni della linea di riva e necessita quindi di una meditata progettazione.

Può risultare sgradevole esteticamente e disagiata per i bagnanti, specialmente se realizzato con barriere emergenti e in grossi massi di calcestruzzo.

3.3.2 INDICAZIONI PER IL PROGETTO

Dovranno essere condotte preliminari indagini sull'escursione dei livelli di marea sul regime ondoso e correntizio e sul regime dei trasporti litoranei: in particolare necessita conoscere il trasporto litoraneo netto e lordo e come questo risulti distribuito sulla spiaggia sommersa.

Infine dovrà essere valutata la capacità portante e la resistenza all'erosione del fondale su cui si imbasca la struttura.

I principali parametri che debbono essere determinati sono quota del coronamento e fondale (distanza da riva) su cui realizzare l'opera. Essi determinano: l'attenuazione dell'onda e la tracimazione, la frazione del trasporto totale litoraneo che può essere trattenuto, la sezione e quindi il costo dell'opera.

La distanza da riva determina anche il volume delle sabbie che può essere trattenuto ed eventualmente sottratto alle aree adiacenti.

La lunghezza di ogni elemento è in generale proporzionata alla distanza da riva; ai fini dell'attenuazione dell'onda è preferibile che essa non sia troppo piccola perché le testate, oltre ad essere in proporzione più costose, per effetto della diffrazione riducono l'efficacia dell'elemento rapportata alla lunghezza dello stesso.

La lunghezza percentuale dei varchi (rapporto tra lo sviluppo dei varchi e quello complessivo della difesa) controlla la frazione dell'energia che raggiunge in media la riva.

La pendenza del paramento verso largo e la sua scabrezza determinano la riflettenza della struttura e la profondità della fossa che si forma al piede.

La larghezza della berma è determinata prevalentemente dalla stabilità statica della mantellata per scogliere emergenti; per barriere sommerse, al crescere della larghezza di berma, aumenta la attenuazione dell'onda e la selettività di tale attenuazione, anche se ai soli fini di aumentare l'attenuazione risulta in genere più conveniente sollevare la berma anziché allargarla.

Come per le difese aderenti, si verificano spesso degli assestamenti della struttura che derivano dallo scalzamento del piede verso il largo e dalla compenetrazione fra il frangiflutti e la sabbia sottostante. E' opportuno, in questi casi, prevedere un telo di geotessile o altro filtro fra i due ammassi a granulometria molto diversa e un rivestimento del fondo in prossimità del piede delle scarpate.

All'usura del pietrame possono essere dovuti solo assestamenti che avvengono in tempi molto lunghi.

Frangiflutti di grandi dimensioni possono dare luogo ad instabilità statica della fondazione, se essa è costituita o sovrasta strati argillosi.

Nel caso di assestamenti avvenuti o previsti per il frangiflutti, al fine di ripristinarne la efficienza originaria, si dovrà fare il ricarico della mantellata, che costituisce un intervento di costo a volte comparabile con quello della struttura.

In sede di progettazione, si potranno prevedere gli assestamenti e realizzare la struttura più alta, o con sezione maggiorata.

In sede di esecuzione, si potrà esporre il nucleo sovradimensionato; ad alcune mareggiate che ne causino l'assestamento, e solo in un secondo tempo realizzare la mantellata.

In sede di manutenzione, si potrà invece valutare la opportunità di ridurre la sezione dei varchi con una barriera sommersa, in alternativa al ricarico della struttura esistente.

In assenza di un mare dominante fortemente obliquo, converrà disporre le barriere allineate, altrimenti orientate come i fronti d'onda del mare dominante.

Si assiste spesso ad una progettazione in serie dei frangiflutti (da non confondersi con progettazione di una serie). Ciò non sembra vantaggioso né all'economia della costruzione, che non sfrutta la peculiarità dei luoghi, né al progresso delle conoscenze. Si ritiene opportuno che si ritorni a progettare, cioè a scegliere meditatamente tecnologie realizzative, materiali e dimensioni del manufatto, in modo che risponda ai requisiti funzionali con sicurezza e basso costo.

Infine, dovendo realizzare una successione di barriere in presenza di deriva litoranea, si costruisca per prima quella sottoflutto (sottoflutto alla quale dovrà trovarsi un tratto di litorale che non soffra la mancanza d'apporti) e poi via via le altre contro deriva; viceversa si otterrà solo di spostare sottoflutto, esaltandola, quell'erosione che naturalmente si forma sottoflutto alla prima barriera.

In assenza di deriva litoranea, le stesse considerazioni portano a consigliare la costruzione intercalata degli elementi.

Nel primo caso, in particolare, la strategia corretta è esattamente contraria a quella derivante dall'ascolto passivo delle lamentele di chi subisce il danno; ovvero l'intervento non va fatto seguendo le pressioni dei danneggiati, ma prevenendole.

3.4. RIPASCIMENTI E SPIAGGE ARTIFICIALI

Il ripascimento artificiale di una spiaggia consiste nell'alimentazione della stessa mediante idoneo materiale di riporto, estratto da cave di prestito a terra o in mare.

Le spiagge possono dissipare efficacemente l'energia dell'onda e pertanto sono classificate fra le strutture di difesa della costa.

Le spiagge sono parte del sistema naturale delle coste e il loro effetto di dissipazione dell'onda si ha generalmente in modo graduale, cosicché esse vengono classificate quali strutture di difesa morbida.

E poiché la maggioranza dei problemi di erosione si ha quando vi è una deficienza nel rifornimento naturale di sabbia, il versamento di materiale di prestito sulla spiaggia va considerato come una misura di stabilizzazione della spiaggia e quindi di difesa della costa.

Scopo dell'intervento, oltre quello di stabilizzare una spiaggia in erosione, può essere anche quello di ampliarla ovvero di realizzare una nuova spiaggia.

3.4.1 FUNZIONI E LIMITI

Funzione del ripascimento artificiale e quella di agire sul bilancio dei sedimenti di un dato tratto di litorale, rendendolo positivo o nullo, a seconda che l'obiettivo sia quello all'ampliamento ovvero della stabilizzazione della spiaggia.

Il ripascimento potrà essere effettuato in un'unica soluzione e/o mediante alimentazione periodica con quantità da stabilirsi in base al deficit dei sedimenti lungo il tratto costiero in esame ed alle caratteristiche sia dei sedimenti originari che di quelli costituenti le cave di prestito.

I provvedimenti di ripascimento artificiale, quando possono essere applicati, costituiscono il miglior sistema per ovviare ai problemi di erosione dei litorali, presentando il notevole vantaggio di non provocare, a differenza degli altri tipi di difesa, sfavorevoli ripercussioni sul regime dei litorali adiacenti che, anzi, non possono che essere favoriti da un incremento degli apporti di sedimenti.

È consigliabile studiare la fattibilità di distribuire meccanicamente o idraulicamente la sabbia direttamente su una spiaggia in erosione, per riparare o formare, e successivamente conservare, una adeguata spiaggia protettiva, e considerando anche altre misure di rimedio ausiliarie a quella soluzione.

Quando vi sono le condizioni per un ripascimento artificiale, lunghe zone di spiaggia possono essere protette a costi relativamente bassi rispetto a quelli di strutture di difesa alternativa.

Sotto certe condizioni, un sistema di opere accessorie può incrementare l'effetto di difesa; tuttavia, se una spiaggia è ripasciuta o allargata dal naturale apporto di materiali di spiaggia, deve prevedersi, in conseguenza della costruzione delle opere di contenimento (pennelli e soglie), una corrispondente diminuzione di rifornimento naturale alla zona sottoflutto con la risultante espansione del problema.

Gli effetti negativi delle opere accessorie di contenimento possono usualmente ridursi, ponendo materiale di riempimento artificiale in adatte quantità correntemente con la costruzione dei pennelli, per permettere il bypass verso valle del materiale naturale; questo stoccaggio viene chiamato "riempimento dei pennelli".

Opere ausiliarie di contenimento possono essere incluse in un progetto di difesa di una spiaggia mediante ripascimento per ridurre la quantità della perdita e quindi la necessità di più frequenti ricarichi.

Quando si prevede l'uso delle opere di contenimento in uno con il riempimento artificiale, i loro benefici devono essere attentamente valutati per giustificarne l'impiego.

I limiti dell'intervento sono legati esclusivamente alla disponibilità, a costi economici, di materiali adatti per il ripascimento. Valutazioni economiche che possono farsi egualmente per l'equilibrio biologico dei fondali.

Durante l'esecuzione è da prevedersi qualche inconveniente di carattere ambientale per l'aumento temporaneo della torbidità delle acque costiere, almeno in una fase iniziale, specie quando sia rilevante la percentuale di sedimenti fini nel materiale di riporto.

3.4.2 INDICAZIONI PER IL PROGETTO

Un progetto di ripascimento artificiale, sia che si tratti della realizzazione di una nuova spiaggia, che del mantenimento o ampliamento di una spiaggia esistente, richiede sempre una precisa conoscenza della dinamica del litorale su cui si interviene, specie per quanto riguarda la direzione del trasporto litoraneo ed il deficit dei sedimenti.

Fondamentale anche la conoscenza delle caratteristiche granulometriche e tessiture originarie della fascia costiera, da ottenersi in base ai risultati delle analisi di un sufficiente numero di campioni prelevati dalla spiaggia emersa e dalla spiaggia sommersa.

La scelta del materiale di riporto dovrà essere effettuata tenendo conto delle caratteristiche originarie dei sedimenti costieri.

Anche i quantitativi di progetto dei materiali di ripascimento dovranno essere stabiliti in base alle caratteristiche granulometriche del materiale di riporto rispetto al materiale originario.

In particolare, per spiagge relativamente stabili o in leggero arretramento, sarà opportuno che il materiale di riporto abbia la stessa granulometria del materiale originario o, meglio, che sia leggermente più grosso; in queste ipotesi i quantitativi di progetto potranno essere stabiliti considerando trascurabili le perdite di materiale di riporto dovute a diversità di comportamento sotto l'azione del moto ondoso (processi di rimozione e selezione dei sedimenti) rispetto al materiale originario.

Sedimenti a granulometria leggermente più grossa dovrebbero risultare stabili in condizioni normali e dar luogo a profili di spiaggia più ripidi.

L'utilizzo di materiale più fine comporterà invece, sotto l'azione del moto ondoso, la perdita di quantità anche considerevoli e non stimabili con precisione di sedimenti subito dopo il ripascimento.

Di tale fatto si dovrà tener conto, maggiorando adeguatamente i quantitativi di apporto stabiliti nell'ipotesi di uniformità di caratteristiche fra materiale di ripascimento e materiale originario mediante opportuni fattori correttivi, detti anche "fattori di riempimento".

Per una valutazione orientativa di questi ultimi, si potrà fare riferimento, una volta note le caratteristiche granulometriche dei sedimenti originari e di quelli ottenibili dalle cave di prestito, a metodi teorici come quelli di Krumbein-James, James e Dean.

Un programma di ripascimento artificiale richiede la preventiva definizione delle caratteristiche geometriche di progetto in particolare: quota, larghezza della berma e profilo, che prevedibilmente assumerà la spiaggia sotto l'azione del moto ondoso.

La quota della berma potrà essere fissata tenendo conto delle prevedibili altezze di risalita del moto ondoso e dell'altezza di berma della spiaggia originaria, nonché di quella di spiagge in condizioni di esposizione simili.

La larghezza della berma andrà definita a seconda della finalità della spiaggia (spiaggia protettiva, spiaggia per usi ricreativi).

La definizione del profilo di progetto potrà avvenire basandosi sui profili trasversali rilevati all'interno della fascia costiera in esame o dei tratti adiacenti, tenendo conto delle eventuali diversità delle caratteristiche granulometriche dei materiali di apporto rispetto ai materiali originari (Dean).

È da precisare che la definizione del profilo di equilibrio di una spiaggia prevedibile a seguito di un intervento di ripascimento interessa esclusivamente ai fini del computo preliminare dei volumi di apporto, mentre nella pratica la modellazione del profilo sarà affidata agli agenti naturali.

Un ultimo aspetto da considerare nel progetto consiste nelle modalità di alimentazione della spiaggia, in particolare per quanto riguarda la scelta fra un unico o più punti di alimentazione, nonché la ubicazione e le dimensioni più opportune del o dei depositi di alimentazione.

Nel caso di una spiaggia facente parte di un'unica unità fisiografica, il ripascimento potrà ottenersi mediante la realizzazione di un deposito di alimentazione all'estremità sopraflutto, in modo che l'alimentazione della spiaggia sottoflutto possa avvenire ad opera del trasporto litoraneo.

La previsione di più punti di alimentazione è consigliabile quando sia richiesto un ripascimento rapido ed uniforme su tutta la spiaggia.

Da tener presente che un deposito di alimentazione non dovrà mai essere spinto a profondità eccessive, tali da impedire un'efficace movimento da parte del trasporto litoraneo.

Spesso il costo per metro cubo di sabbia per piccoli progetti è abbastanza alto, a causa dell'alta spesa richiesta per mobilitare l'attrezzatura necessaria, mentre, per grandi progetti di ripascimento, la stessa spesa costituisce una parte minore dell'impegno economico di progetto.

Inoltre, il ripascimento artificiale può risultare abbastanza costoso per piccole spiagge, a causa della rapida erosione che interessa una spiaggia più estesa verso il largo rispetto alla costa

adiacente, il cui materiale erodibile sarà più facilmente trasportato anche per effetto della focalizzazione su di essa dell'energia ondosa.

L'uso di materiale di ripascimento più grosso di quello naturale, e conseguentemente più stabile, può ridurre le richieste di rifornimento, ma può essere meno adatto per l'habitat naturale o per la balneazione.

A volte può essere utile disperdere una certa quantità di materiale fino come copertura artificiale su quello più grosso, per meglio emulare le condizioni naturali.

Il progetto dovrà contenere, anche al fine di una più corretta valutazione del suo costo e di un confronto con soluzioni alternative, attendibili indicazioni sulla evoluzione nel tempo della spiaggia artificiale.

A tal fine, utili e necessarie sono le informazioni sulla dinamica del trasporto e sulle caratteristiche dei sedimenti di spiaggia più volte richiamate.

3.5. OPERE PER LA PROTEZIONE DI PORTI E CANALI DI ACCESSO

Si tratta di opere aventi lo scopo di consentire alle navi di manovrare in condizioni di sicurezza nel canale di accesso o porto.

Esse vengono qui esaminate, non per le finalità proprie della loro costruzione, ma per gli effetti che tali opere inevitabilmente comportano sui litorali adiacenti.

Esse comprendono: moli di armatura di foci lagunari o fluviali, moli di protezione dei porti, escavazioni e sistemi di bypassing.

I moli sono strutture aventi la funzione di proteggere lo specchio d'acqua fra essi compreso dall'agitazione ondosa e nel contempo rendere stabile la differenza di quota del fondale fra lo specchio navigabile e la spiaggia adiacente. Essi vengono realizzati in forma di frangiflutti emergenti radicati a terra o di pennelli, quando lo specchio compreso si riduce al solo canale.

Essi si differenziano dalle corrispondenti strutture per la difesa dei litorali soprattutto per le dimensioni e per i fondali che raggiungono.

Le escavazioni possono essere sia escavazioni di nuove darsene portuali, che escavazioni nello specchio portuale insufficientemente "protetto" dai moli, sia infine escavazioni di un canale marittimo non difeso; le ultime sono opere di manutenzione ordinaria o straordinaria necessarie all'efficienza delle strutture.

Infine i sistemi di bypassing sono sistemi che consentono alle sabbie di oltrepassare artificialmente una imboccatura portuale o lagunare, evitando cioè l'interrimento del bacino e ripristinando il trasporto litoraneo interrotto.

3.5.1 FUNZIONI E LIMITI

I moli raggiungono lo scopo di non fare entrare le sabbie nelle aree navigabili in genere impedendo la tracimazione e il transito delle sabbie davanti alla bocca, fenomeni per cui, con significativa probabilità, si verifica la cattura da parte del porto.

In questa ottica, i moli vengono costruiti con coronamento a quota tale da non essere tracimati (se non per eventi talmente rari da non comportare un significativo onere a seguito dei volumi di sabbia entrati e della agitazione prodotta) e la loro testata viene portata ad una distanza da riva prossima a quella, a cui il fondale naturale nelle spiagge adiacenti eguaglia il fondale richiesto per la navigazione.

Se costruiti in questa ottica, i moli, salvo quelli a protezione di bassissimi fondali, finiscono per arrestare completamente o quasi il trasporto litoraneo.

In presenza di deriva litoranea, si formerà un accumulo sopraflutto ed erosione sottoflutto, potendo risultare assai più evidente l'erosione dell'accumulo, se parte delle sabbie fluenti prima lungo riva entra nello specchio protetto e/o parte viene deviata verso il largo, risultando in tutto o in parte perduta per la riva sottoflutto.

Quando i moli non vengono protesi fino al fondale richiesto dalla navigazione, questo deve essere mantenuto dragando un canale e mantenendolo dragato, perché la sabbia in transito si deposita, incontrando profondità maggiori. La presenza della incisione costituita dal canale tende a concentrare in esso le correnti di ritorno se queste possono alimentarsi dalla zona dei frangenti, disperdendo verso il largo parte dei sedimenti.

Se le sabbie dragate dal canale vengono scaricate al largo, si avranno per la spiaggia sottoflutto gli stessi effetti che se i moli fossero protesi più al largo.

In presenza di deriva litoranea, sempre che i danni diversamente prodotti sottoflutto lo giustificano economicamente, si dovrà provvedere ad un sistema di bypass. Al sistema costituito da una condotta fissa, viene oggi generalmente preferito un sistema con trappola per sabbie e trasporto artificiale saltuario.

La trappola di sabbie può essere costituita da un pennello o molo, da un frangiflutti foraneo o da una depressione del fondale a cui le sabbie arrivano. Il deposito prodotto nei primi dei suddetti casi è prevalentemente accessibile da terra e il trasporto si farà in questi casi con mezzi

terrestri, mentre nei secondi si preferisce l'uso di draghe; in entrambi i casi si fa uso di mezzi di trasporto che non sono dedicati esclusivamente allo scopo.

L'uso del prodotto delle escavazioni per il ripascimento di spiagge non è esente da problemi; infatti esso è spesso ricco in fanghi, organici e non, che verrebbero messi in circolo all'atto della scarica, arrecando degrado alla qualità delle acque e danno all'ambiente biologico. A tal riguardo giova osservare che l'inquinamento delle sabbie avviene, in genere, all'interno dei porti, e sarà sufficiente intrappolarle prima dell'ingresso nel sorto per poterle impiegare per ripascimenti artificiali. Depositi di sabbia limosa anche non inquinata possono, se mossi liberare notevoli quantità di nutrienti, per cui il loro impiego, su spiagge adiacenti a corpi d'acqua tendenzialmente eutrofici, dovrà essere fatto con attenzione e scegliendo il periodo adatto nel corso dell'anno.

Il problema dei danni provocati al litorale da moli e canali di accesso non può e non deve essere scisso dalla progettazione del porto stesso, non perché esso stravolga l'analisi costi-benefici e pertanto la fattibilità della struttura, ma perché, se il sistema di bypass viene analizzato e, ove opportuno, progettato e realizzato in coordinazione con le strutture portuali, esso risulta assai più economico e non comporterà la necessità di riparare i danni diversamente arrecati.

3.5.2 INDICAZIONI PER IL PROGETTO

Per la progettazione di moli dovranno essere condotte, oltre alle indagini già descritte circa i livelli di marea, il regime delle onde, il trasporto dei sedimenti, anche indagini geognostiche per assicurare la stabilità statica della fondazione.

Per ridurre l'ingresso di sabbie nel porto e mantenere in qualche misura dragato naturalmente il canale di accesso, si può fare un uso attento della riflessione prodotta da parte delle strutture e delle correnti di ritorno derivanti dalla tracimazione (di acque non cariche di sabbia).

Il mantenimento dei fondali alla bocca, quando esista un bacino di espansione all'interno, può essere affidato alle correnti di marea. In corrispondenza di foci fluviali, le correnti indotte dalle piene possono essere prevalenti. In entrambi i casi si determina un fondale a cui sono associate correnti di velocità tali da produrre il trasporto di sedimenti necessario (circa nullo per bocche lagunari).

3.6. DUNE ED ARGINI A MARE

Le dune possono essere mobili o fisse; le prime sono costituite da sabbia incoerente mossa dai venti, le seconde sono fissate dalla vegetazione che in parte con le radici, in parte con l'humus prodotto, dà coerenza e capacità di trattenere umidità alle sabbie.

Il passaggio da un tipo all'altro è reversibile, avendosi in genere dune mobili in ambienti molto ventosi ed aridi e dune fisse in ambienti più favorevoli; esso è però difficile nel senso che ognuno dei due tipi, una volta che si è instaurato, genera delle situazioni che inibiscono l'altro.

Le dune fisse hanno benefici effetti sul retrospiaggia:

- costituiscono un argine alle acque alte;
- costituiscono un accumulo di sabbia che alimenta la spiaggia occasionalmente in erosione;
- costituiscono una barriera frangivento che trattiene le sabbie e il salmastro, proteggendo il retrospiaggia.

Gli argini a mare sono un sostitutivo artificiale delle dune e realizzano praticamente solo il primo dei suddetti benefici, essendo in genere, quando esposti sulla spiaggia, difesi sul lato mare da un rivestimento in pietrame con o senza bitume.

L'efficienza come argine idraulico è determinata dalla minima quota della sommità, e pertanto a parità di quota media o volume, sarà maggiore per un argine che non per una duna che ha sommità più irregolare. Nei nostri climi le dune si mantengono naturalmente, senza oneri se non quelli derivanti dalle limitazioni all'uso del suolo.

Non vi è dubbio che, dove le dune esistono ancora, per proteggere il retrospiaggia dall'acqua alta convenga, ove insufficienti, provvedere alla manutenzione di queste, colmando qualche avvallamento, ecc.. Dove sono state rase per costruire insediamenti edilizi, esse possono risultare forse troppo ingombranti o poco efficaci, se ricostruite a tergo di questi.

La manutenzione della duna deve comprendere, oltre alle operazioni che ne determinano la integrità come argine (quota e consistenza del coronamento), anche quelle che ne assicurano la sussistenza come sistema ecologico, a carattere prevalentemente vegetazionale; queste ultime sono: mantenere pingue la falda di acqua dolce sottostante le dune, evitando il prelievo da pozzi superficiali, e facilitando la percolazione delle acque piovane (non paiono opportune le usuali fognature per acque bianche, che drenando e allontanando rapidamente le acque ne impediscono la percolazione), conservare la struttura di barriera naturale, anche e soprattutto nelle sue parti meno appariscenti ma più esposte che fronteggiano il mare, come la zona erbacea che fissa le sabbie (vegetazione colonizzatrice, caratterizzata in genere dalla presenza di *Ammophila arenaria*) e quella cespugliosa retrostante (caratterizzata in genere dalla presenza di ginepro e/o livello spinoso, vegetazione schermante).

La struttura vegetazionale della duna può essere usata anche come indicatore di erosioni in atto. Infatti, in fase regressiva della spiaggia vengono a trovarsi esposte sulla riva associazioni che non hanno funzione colonizzatrice o schermante.

Particolare attenzione dovrà essere riservata alle foci fluviali.

Le indagini effettuate negli ultimi decenni hanno dimostrato, senza possibilità di dubbio, che sono proprio queste le aree dove si sono manifestate nel dopoguerra le erosioni più intense.

Le foci, un tempo molto prominenti, stanno nettamente spostandosi su di una posizione più arretrata di maggior equilibrio, a causa del diminuito apporto solido fluviale di fondo.

Così, la linea di riva tende sempre più ad avvicinarsi ad una retta per il forte arretramento delle parti prominenti (foci) rispetto alle zone concave (aree interfociali).

Le foci, d'altro canto, sono praticamente l'unica fonte di rifornimento delle spiagge alimentate dai corsi d'acqua, sia perché da esse si diffondono gli apporti solidi fluviali e sia perché il materiale proveniente dalla loro erosione va a rifornire le aree interfociali.

Impedire l'arretramento delle foci o addirittura voler recuperare spiaggia con scogliere foranee o con pennelli è estremamente dannoso per l'equilibrio dei litorali.

Gli apporti solidi fluviali verrebbero in gran parte intrappolati da tali difese; inoltre una maggior percentuale di essi verrebbe dispersa verso il largo, perché questi manufatti prolungherebbero in qualche modo le foci verso fondali più profondi.

Le difese, inoltre, impedendo l'erosione delle foci, eliminerebbero un'essenziale fonte di rifornimento alle spiagge adiacenti, innescando l'erosione nelle aree interfociali o aggravandola se già in atto.

D'altra parte, proteggere aree con così forte tendenza all'arretramento sarebbe costoso e darebbe, per lo più, mediocri risultati.

Ciò vale non solo per gli interventi di tipo "tradizionale" (scogliere foranee, pennelli ecc.), ma anche per i ripascimenti artificiali.

Analoghe negative conseguenze si avrebbero qualora venissero costruiti moli fluviali in corrispondenza o in prossimità di una foce.

Alle aree di foce, dunque, dovrà essere permesso di evolversi liberamente, a meno che, naturalmente, l'erosione non porti alla distruzione di importanti beni economici, naturali o storico-artistici.

Arretrando, esse si collocheranno su una linea di maggior equilibrio, più facilmente difendibile.

A quel punto si potrà eventualmente intervenire con difese "leggere" che servono a bloccare o attenuare la residua tendenza all'arretramento, senza impedire il trasporto dei sedimenti lungo riva.

Questa strategia è possibile, naturalmente, solo in quelle foci che non sono ancora state urbanizzate fino a pochi metri dal mare.

In tali aree non si dovrà assolutamente costruire se non ad una opportuna distanza di sicurezza, superiore a quella adottata per le spiagge interfacciali.

Se in qualcuna delle foci non ancora urbanizzate alcuni singoli edifici si trovassero troppo vicini a riva, tanto da venir distrutti dall'arretramento del litorale, sarà necessario lasciarli al loro destino, qualora sia più conveniente per la vita delle spiagge ricostruirli più all'interno che proteggerli.

3.7. INDICAZIONI PER LA SCELTA DEL TIPO DI OPERA

Premesso che la scelta strategica fondamentale deve essere "non preconstituire quelle situazioni di fatto che plausibilmente richiederanno interventi riparatori di urgenza", i fattori determinanti il tipo di opere possono essere:

- l'urgenza;
- il tipo di regime dei trasporti longitudinali;
- l'importanza della marea;
- la stabilità morfologica del paraggio;
- la finalità dell'intervento.

L'urgenza porta a scegliere quelle opere che non hanno grosse controindicazioni, per cui possono essere attuate senza approfonditi studi, e che coinvolgono piccoli volumi di materiale e quindi piccoli costi in genere.

L'urgenza, anche la più estrema, non deve essere adottata a giustificazione di interventi palesemente antieconomici, in quanto, pur se frettolosa, una stima dei beni difesi e dei costi può sempre essere fatta e ciò indipendentemente dalla salvaguardia della vita umana, che è garantita assai più da provvedimenti di sgombero che non da opere di difesa, le quali di necessità coinvolgono tempi che si misurano in giorni.

Poiché, per ottenere la difesa duratura del bene in oggetto, si dovrà intervenire in seguito con altre opere, l'urgenza non dovrà condurre alla realizzazione di difese di costo superiore al 30% circa del valore dei beni difesi dall'erosione, che potrebbe manifestarsi nel lasso di tempo necessario per progettare e realizzare un intervento più meditato.

Si distinguono qui i seguenti tipi di urgenza:

- a) estrema; l'intervento deve essere iniziato subito (entro 15 giorni), in assenza di un formale progetto;
- b) media; l'intervento deve essere iniziato entro 1 anno, ma possono essere programmate ed eseguite parte delle indagini necessarie alla corretta progettazione;

- c) generica; possono essere eseguite tutte le indagini necessarie, pur nei tempi imposti dall'urgenza dell'intervento.

Come tipi di regime del trasporto litoraneo sono stati schematicamente individuati i seguenti:

- d) trasporto litoraneo assente o insignificante rispetto ai movimenti trasversali alla spiaggia;
- e) deriva litoranea (trasporto netto) assente o insignificante rispetto ai trasporti lordi;
- f) deriva litoranea modesta ma ben definita;
- g) trasporti litoranei importanti ma con deriva mal definita;
- h) trasporti litoranei importanti e deriva ben definita.

Per l'importanza della marea si distinguono due classi:

- i) insignificante; escursioni di livello contenute in mezzo metro circa;
- j) importante; escursione di marea abituale dell'ordine di mezzo metro o più e/o possibilità d'acqua alta di altezza superiore al metro

Conviene, infine, osservare che la instabilità morfologica del pareggio, è inversamente legata alle dimensioni spaziali delle grandi forme caratterizzanti la riva ed alla altezza della spiaggia attiva nella sua più ampia accezione, e direttamente alla erodibilità della costa; si distinguono le seguenti classi:

- k) insignificante; ad es. falesie;
- l) modesta; ad es. spiagge sottili di grande estensione e spiagge a tasca (poket beach);
- m) importante; ad esempio cuspidi focali e piccole unità fisiografiche con forti trasporti.

L'importanza della marea porta a scegliere strutture, la cui risposta funzionale sia poco sensibile alle variazioni del livello del mare, mentre l'instabilità morfologica dovrebbe orientare il progettista verso la scelta di strutture con costo iniziale e vita presunta limitati.

Infine è necessario distinguere fra opere di difesa della spiaggia, a cui si richiede la conservazione o il protendimento della spiaggia stessa, dalle opere di difesa della costa, in cui, vedi il caso delle difese parallele, la finalità può essere raggiunta anche a scapito della conservazione della spiaggia.

In particolare possono darsi le indicazioni seguenti.

- I pennelli sono consigliabili dove la deriva litoranea è ben definita per ridistribuire lungo il litorale gli apporti fluviali in ragione diversa da quella derivante dal regime ondoso e dalla configurazione attuale del litorale; ad es. per la stabilizzazione di apparati focali andati in erosione per il ridursi, senza annullarsi, degli apporti solidi sabbiosi. Essi risultano abbastanza insensibili alla marea, ma debbono essere ben radicati a terra ed impiegati con prudenza in litorali morfologicamente labili.
- I frangiflutti foranei sono da consigliare dove l'escursione di marea ed il trasporto litoraneo sono modesti.

- Rivestimenti e soprattutto muri di sponda sono in genere da sconsigliare per la stabilità della spiaggia, ad eccezione di opere di modesto rilievo, che vengono interessate dall'onda solo in condizione di acqua alta eccezionale o quasi.
- Le difese parallele, frangiflutti foranei e difese radenti, non sembrano consigliabili dove, la conformazione della costa è rapidamente variabile.
- I ripascimenti artificiali sono da consigliare su piccola scala dove il trasporto è modesto; si prestano ottimamente sia dove l'escursione di marea è forte sia dove -la morfologia è labile.

Dove il trasporto litoraneo è consistente, i ripascimenti potranno essere abbinati ad opere di contenimento al fine di ridurre gli oneri di manutenzione.

Interventi a difesa delle dune possono consigliarsi dove, per la presenza di forti venti foranei, sono temibili perdite significanti di sabbia verso il retrospiaggia e dove, essendo il retrospiaggia basso, sono particolarmente temibili gli effetti dell'acqua alta.

Il complesso è riassunto nel quadro seguente dove, al variare della caratterizzazione fisica del paraggio, viene indicato il grado di idoneità di ciascun tipo di intervento; l'idoneità è indicata nel modo seguente:

3 soluzione consigliabile

2 soluzione idonea

1 soluzione accessoria

+ soluzione idonea o accessoria per qualche forma del tipo, inefficiente per altre

0 soluzione inefficiente

* soluzione sconsigliabile.

Quadro schematico per la scelta del tipo di opera per difese di spiaggia.													
Caratterizzazione del paraggio													
Tipo di intervento	urgenza			trasporto litoraneo					marea		instabilità morfologica		
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o
Pennelli	*	1	2	0	1	3	2	2	1	2	2	1	*
Frangiflutti foranei	*	0	2	2	3	+	2	+	2	1	2	1	0
Difese aderenti	2	+	*	1	0	0	*	*	1	2	2	1	*
Ripascimenti	3	3	2	3	2	2	1	1	2	2	1	2	3
Conservazione dune	1	2	2	1	2	0	2	0	2	2	0	2	2

Si fa esclusivo riferimento in esso ad opere di difesa della spiaggia e del retrospiaggia, che sono le più diffuse.

La suddivisione delle opere per tipi è in larga misura schematica; esistono strutture e interventi che hanno caratteristiche proprie di tipi diversi, o risultano dal combinato di tipi diversi.

Così è, per esempio, di pennelli, consigliati da taluni, aventi la testa rivolta sottoflutto e formante un angolo non grande rispetto alla riva, o frangiflutti disposti obliqui e non distanti da riva, sì che una delle teste viene di fatto a radicarsi a terra. Oppure il caso di ripascimenti contenuti fra pennelli e/o barriere foranee.

Pare opportuno chiarire che la differenza fra un ripascimento e un rivestimento in massi gettati alla rinfusa, consiste soprattutto nella dimensione dei granuli-massi impiegati in rapporto ai grani-ciottoli della spiaggia. La forte preferenza, che viene data ai ripascimenti rispetto ai rivestimenti, deriva dalla constatazione dei problemi di stabilità del fondo che si riscontrano in prossimità e sotto la struttura, quando questa è costituita di grossi massi (stabili su pendenze elevate). Ciò non toglie che, per interventi di urgenza, considerato il minor volume del versamento, possa convenire impiegare massi anche grossi; in tal caso, però, non sembra opportuno versare solo massi grossi, ma un misto graduato che possa vagamente costituire un filtro rovescio e, passata l'urgenza estrema, versare ancora del materiale intermedio, per consentire un passaggio di dimensioni più graduale dalla spiaggia sommersa alla zona di versamento di massi.

3.8.IL MONITORAGGIO DI CONTROLLO DELLE OPERE

Si torna a ribadire che per una efficace politica di protezione costiera, e' indispensabile che i litorali siano oggetto di un monitoraggio sistematico, idoneo a tenere sotto controllo la loro evoluzione. E ciò soprattutto per verificare l'efficacia delle opere realizzate per la difesa delle coste.

A tale scopo, il monitoraggio dovrà essere finalizzato al rilevamento:

- delle caratteristiche significative dello stato del mare e delle correnti litoranee prodotte dal moto ondoso nella fascia costiera compresa fra i primi frangenti e le linea di riva;
- della configurazione del fondo, nella zona prima citata, e della spiaggia emersa;
- delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti costieri;

La scansione temporale e la durata dei suddetti rilievi dovranno commisurarsi all'importanza dei fenomeni e, in ogni caso, dovranno essere tali da consentire l'interpretazione e la quantificazione dei fenomeni di idrodinamica costiera e le modificazioni in atto.

Nella impossibilità di poter eseguire i rilievi anzidetti, una indicazione sulla tendenza evolutiva del litorale può essere fornita dall'osservazione sistematica della linea di riva, eseguita con semplici rilievi topografici da terra o con riprese fotografiche.

4. ELABORATI DI PROGETTO

L'approfondimento delle indagini e il dettaglio e l'attenzione nelle verifiche di progetto debbono essere proporzionati all'importanza dell'opera, in misura da garantire la convenienza a realizzare l'opera stessa. Essi cioè debbono essere approfonditi fino a che il costo marginale derivante da questi risulta inferiore all'analogo costo derivante dal rischio di un insuccesso dell'opera; l'approfondimento è opportuno che sia diretto a quelle voci che risultano critiche in quanto caratterizzate da un elevato rapporto rischio/costo.

Il suesposto principio va concretizzato nella relazione di progetto, ad evitare che diversamente, per l'ampia soggettività del concetto di rischio, possa prestarsi ad interpretazioni diverse.

Si deve rilevare, peraltro, come alcune indagini che paiono opportune trovano giustificazione in un'ottica che trascende il singolo intervento e quindi il succitato criterio di approfondimento.

Si richiamano qui espressamente, per quanto applicabili le vigenti disposizioni per la compilazione di progetti di opere pubbliche (D.M. 29/5/1895 modificato con D.P.C.M. 15/7/1947 n. 763) e, inoltre, le leggi 2/2/1974 n. 64 con i successivi DD.MM. 3/3/1975 e 26/1/1981 (norme antisismiche) e D.M. 11/3/1988 (norme geotecniche), le leggi 10/5/276 n. 319 e 24/12/79 n. 650 con le successive modificazioni (legge Merli), la legge 431/85, la legge 183/89 (legge per la difesa del suolo) e successivo regolamento.

4.1. ELABORATI DESCRITTIVI

In particolare si ritiene che ogni progetto debba essere corredato della corografia, estendentesi all'unità fisiografica di cui il sito previsto per l'opera fa parte. Similmente esso dovrà essere corredato di una (o più) planimetria del retroterra, in cui siano evidenziate infrastrutture ed uso del suolo, con particolare riguardo a quelle sulle quali sono possibili effetti e/o dalle quali trae ragione l'opera stessa, e di una (o più) batimetria aggiornata ed estendentesi a profondità adeguata, comprendente la spiaggia, le opere esistenti o in corso di realizzazione e le opere previste dal progetto.

Il rilievo della situazione dei luoghi antecedente la costruzione della opera è essenziale sia per affiancare la contabilità dei lavori, sia per valutare gli effetti dell'opera stessa e, a lungo termine, razionalizzare gli interventi. Esso è atto inderogabile e deve essere affidato ad ente o persona che dia garanzia di obiettività.

Qualora nel progetto si faccia riferimento a dati non recentissimi, il rilievo va ripetuto prima dell'inizio dei lavori.

Ogni progetto dovrà contenere informazioni circa il regime meteomarinico del paraggio interessato con dettaglio e profondità adeguati all'importanza dell'opera. Da tale regime devono desumersi le condizioni prevalenti e le condizioni estreme di funzionamento dell'opera, per quanto riguarda livello del mare, agitazione ondosa e vento.

Dovrà essere individuata l'unità fisiografica nella sua estensione e nella dinamica essenziale, almeno come indicato al par 2.1.

Dovranno essere prodotti i piani d'onda (diagrammi di rifrazione e diffrazione) relativi alla zona interessata dalla struttura nel caso di frangiflutti foranei emergenti e moli e, limitatamente ai casi di una certa importanza, nel caso di pennelli, difese radenti, ripascimenti e barriere sommerse. I suddetti piani dovranno essere prodotti per le ondate prevalenti e, limitatamente ad opere di maggiore importanza, dominanti.

L'analisi della dinamica della spiaggia (dinamica trasversale e longitudinale, trasporti litoranei e distribuzione sulla spiaggia sommersa) dovrà essere condotta in maniera qualitativa per pennelli e frangiflutti foranei, sia in assenza che in presenza dell'opera, evidenziando i segni presenti in natura a conferma di tale analisi.

La stessa deve essere condotta anche in via quantitativa per tutte le opere di una certa importanza.

Infine dovranno essere prodotti tutti i disegni individuanti l'opera, e, ove rilevanti, le modalità costruttive nonché la documentazione relativa ad opere, interventi e sistemazioni finalizzate alla mitigazione dell'impatto visivo-percettivo sulla componente paesistico-ambientale.

4.2. ELABORATI DI VERIFICA

Dovrà essere valutato il bilancio sedimentario dell'area interessata dall'opera in assenza e in presenza della stessa. Per opere di modesto rilievo e che incidono solo su alcune voci del bilancio stesso, sarà sufficiente valutare queste voci o le alterazioni indotte su di esse.

Dovranno essere condotte valutazioni della risalita, della tracimazione dell'onda, della stabilità degli elementi singoli, della statica dei muri di sostegno, della stabilità globale della fondazione e ogni altra verifica necessaria ad assicurare la stabilità dell'opera per tutte le sollecitazioni che la interessano.

I profili di equilibrio assunti per la spiaggia dovranno derivare da profili rilevati nel paraggio per similitudine o per interpretazione con modelli dinamici accreditati.

Ogni progetto dovrà contenere infine un'analisi della sua giustificazione economica, condotta valutando costi e benefici con dettaglio proporzionato all'importanza dell'opera, ed in particolare:

- costo di costruzione dell'opera e della sua manutenzione;
- costo dei danni arrecati ai litorali adiacenti;
- benefici derivanti alle spiagge protette;
- benefici indiretti derivanti ad aree limitrofe o alla comunità sociale.

Costi e benefici dovranno essere attualizzati al momento della costruzione.

Ove i costi superassero i benefici manifesti, dovrà essere fatta esplicita menzione della finalità, economicamente non quantificabile, giustificante l'opera.

4.3. PROVE SU MODELLO

Per accertare il funzionamento delle opere, sia ai fini della stabilità delle stesse che ai fini degli effetti sulla costa, si realizzano spesso modelli fisici o matematici (e talvolta entrambi).

Questi altro non sono che strumenti di valutazione degli effetti, quando questi effetti non sono valutabili tramite semplici formule e brevi calcolazioni.

Un fenomeno è modello di un'altro, detto prototipo, se esiste fra di loro similitudine meccanica.

Nei modelli fisici in scala i fenomeni in modello e prototipo sono gli stessi, mentre differiscono essenzialmente le dimensioni.

Nei modelli matematici o numerici, ai fenomeni nel prototipo corrispondono relazioni fra le grandezze coinvolte, evidenziate in forma matematica o numerica.

Lungi dall'essere una panacea, i modelli in sede preventiva richiedono la identificazione:

- dei fenomeni fisici rilevanti ai sensi di quanto si vuole evidenziare: i modelli infatti sono sempre modelli parziali, essi rappresentano in modo fedele alcuni fenomeni, mentre distorcono o cancellano altri fenomeni; ci si dovrà pertanto accertare che tutti i fenomeni rilevanti in prototipo siano rappresentati in modello e che non siano eccessivamente amplificati fenomeni irrilevanti nel prototipo;
- dei dati necessari per l'esecuzione del modello: un modello, essendo un mero strumento di elaborazione o trasformazione dei dati, non fornisce risultati più attendibili dei dati su cui è basato, aggiungendosi all'incertezza dei dati la incertezza sulla esattezza del modello.

Nota l'attendibilità dei dati disponibili ed il programma delle prove necessarie ad accertare quanto desiderato, si sceglierà il modello parziale più idoneo, cioè quello che per affidabilità dello strumento e per capacità di convincimento, per tempi e costi di esecuzione risulta ottimale.

A favore dei modelli fisici può addursi la capacità di rappresentare fenomeni complessi come la turbolenza o il frangimento delle onde, la cui rappresentazione analitica è difficile e spesso solo approssimativa.

Per converso la necessità pratica di realizzare il modello in scala fortemente ridotta comporta sistematicamente effetti scala legati alla viscosità dell'acqua ed alla tensione superficiale all'interfaccia acqua-aria di fatto non riprodotte nel modello.

Di conseguenza, gli spettri dell'onda e della turbolenza in modello risultano tagliati alle alte frequenze, modificato a volte il regime del moto in prossimità della parete, ridotta in genere la mobilità di particelle al fondo e l'area di azione dell'acqua.

Per ogni particolare effetto scala, come vengono usualmente chiamate queste distorsioni, esistono accorgimenti compensatori, che a loro volta però inducono altri effetti scala.

Ad esempio, l'uso di sedimenti leggeri e di maggior diametro per ovviare ai problemi legati alla viscosità, determinano un incremento della permeabilità del fondo e, usando materie plastiche di piccole dimensioni, altri fenomeni legati alla diversa affinità elettrochimica per l'acqua.

I modelli matematici sono particolarmente indicati per rappresentare fenomeni, la cui dinamica è ben nota, ad esempio la propagazione ondosa, e che si svolgono intrinsecamente in spazi di grande estensione, talché risulta estremamente onerosa la realizzazione di un modello fisico affidabile.

Possono ancora fornire un valido supporto, anche nei casi in cui la eliminazione di ogni effetto scala rilevante in modello fisico è impossibile, come ad esempio per la movimentazione di sedimenti molto sottili; in questi casi entrambi i modelli hanno un carattere più qualitativo che quantitativo ed una calibrazione appare necessaria.

Molte delle perplessità connesse all'uso dei modelli risultano, tuttavia, attenuate, quando i modelli stessi vengono impiegati per confrontare fra loro comportamenti di opere differenti ed alternative e non già per riprodurre gli effetti di un singolo intervento.

Nel seguito si forniscono alcune indicazioni per la scelta ed il controllo della esecuzione del modello.

4.3.1 MODELLI FISICI

Per modelli fisici si intendono i modelli in scala, cioè combinazioni prototipo-modello, in cui si realizzano gli stessi fenomeni di rilievo a meno di fattori di scala.

Il modello rappresenta in questo caso una immagine ridotta, ma fedele, del prototipo, almeno per quanto attiene agli elementi giudicati rilevanti.

4.3.1.1 MODELLI DI PROPAGAZIONE ONDOSA

I modelli sono normalmente realizzati secondo la regola di similitudine di Froude (scala dei tempi e delle velocità pari alla radice della scala delle lunghezze)

Si sconsiglia l'uso in modello di onde di lunghezza sensibilmente inferiore ad 1 m., per gli effetti scala legati alla tensione superficiale ed alla viscosità.

Quando il fenomeno prevalente che si desidera rappresentare è costituito dalla rifrazione dell'onda su fondali lentamente e regolarmente variabili in ampi specchi d'acqua, è d'uso distorcere le scale orizzontali e verticali del modello, riducendo maggiormente le orizzontali rispetto alle verticali.

In questo caso, la fedele rappresentazione delle celerità dell'onda in tutto il campo delle profondità relative possibili richiede che il periodo dell'onda (e di conseguenza la lunghezza) sia ridotto secondo la regola di similitudine di Froude relativa alla scala delle verticali.

I fenomeni di diffrazione risultano distorti, non risultando in scala la lunghezza dell'onda rispetto alle distanze orizzontali.

Anche la riflessione delle scarpate risulta distorta, nella fattispecie incrementata, similmente la posizione e la forma dei frangenti risentono in qualche misura della distorsione delle pendenze dei fondali.

Per tutti questi motivi, una distorsione geometrica fino ad 1:2 può essere accettata con una certa tranquillità risultando anche benefica per compensare gli effetti di scala legati alla capillarità ed alla viscosità.

Distorsioni geometriche più forti richiedono una attenta valutazione degli effetti indotti.

Quando i fenomeni prevalenti sono costituiti dalla riflessione e dalla diffrazione, di norma non si distorce geometricamente il modello, o, in presenza di una piccola distorsione, la lunghezza d'onda è ridotta nella scala delle orizzontali.

Secondo questi criteri sono normalmente realizzati i modelli in vasca di opere adottando una scala di norma non inferiore a 1:100.

La rifrazione può essere dovuta anche a correnti. Lo studio sul modello dei fenomeni associati è però raro, per lo più a causa della mancanza di precise indicazioni sulle correnti.

Nei casi in cui la corrente in prototipo possa raggiungere intensità dell'ordine di 1 m/s (equivalente alla alterazione del fondale di circa un metro) gli effetti di tali correnti dovranno essere valutati e, ove opportuno, le correnti riprodotte in modello.

I dati necessari sono costituiti da:

- batimetria dell'area;
- scabrezza equivalente dei fondali;
- clima ondoso al largo, ovvero il complesso di onde (altezza, periodo, direzione ed, eventualmente, spettri in frequenza e direzione associati) di cui si desidera rappresentare la trasformazione;
- sovrizzo di marea concomitante alle onde;
- eventuali correnti concomitanti.

4.3.1.2 MODELLI DI INTERAZIONE CON STRUTTURE COMPOSTE DI GRANDI ELEMENTI

Si fa riferimento a frangiflutti od altre opere a mare i cui elementi principali sono, in prototipo e modello, sufficientemente grandi da escludere per essi rilevanti effetti della viscosità e della capillarità.

Finalità principale di questi modelli è di regola accertare la resistenza dell'opera progettata agli attacchi ondosi previsti.

Le prove vengono condotte secondo la regola di similitudine di Froude con scala delle densità (masse specifiche) fissata.

Spesso si considera che il fluido nel prototipo e nel modello abbiano la stessa densità, trascurando la maggiore densità dell'acqua salata (+2.5%) nel prototipo rispetto a quella dolce impiegata in modello.

Si raccomanda di verificare comunque la densità effettiva dei solidi impiegati in modello in quanto scarti di alcuni punti percentuali rispetto ai valori usuali non sono infrequenti e possono risultare di qualche importanza.

Per modelli di strutture complesse, risultando a volte difficile ottemperare esattamente alla scala delle densità, si segnala che le caratteristiche essenziali che debbono essere accuratamente ridotte sono la sezione d'urto esposta all'onda ed il peso della struttura nelle condizioni effettive di immersione; si potrà pertanto operare sugli spessori delle menbrature in modo da ottenere in scala- le caratteristiche sopra menzionate.

Effetti scala si hanno di regola nel nucleo e nella fondazione per le ridotte dimensioni dei meati in essi presenti.

Di regola si distorcono leggermente le dimensioni dei granuli di questi elementi della struttura, così che la permeabilità risulti ridotta in scala.

Effetti scala di fatto ineliminabili rimangono in relazione ai fenomeni di aerazione dell'acqua (inibita in modello rispetto al prototipo) e di resistenza strutturale degli elementi (esaltata in modello).

In particolare questo secondo effetto riveste notevole importanza per grandi elementi snelli (esempio dolos di peso superiore a 20 t).

Per questi elementi, il modello accerta soltanto la stabilità idraulica dell'elemento, cioè accerta che l'elemento non venga rimosso dall'onda, dato per certo che esso rimanga integro, mentre la resistenza strutturale alle sollecitazioni a cui viene sottoposto deve essere accertata per altra via.

Risulta opportuno in questi casi registrare durante le prove eventuali ondeggiamenti degli elementi, che, pur non portando alla rimozione dell'elemento, possono determinare negli urti di fine corsa sollecitazioni assai gravose per l'elemento.

Quale che sia l'onda di progetto prevista, è bene che le prove vengano condotte in condizioni di sollecitazione crescente fino al completo danneggiamento dell'opera.

Normalmente l'altezza d'onda incidente è un parametro idoneo ad ordinare le condizioni di attacco ondoso secondo la sollecitazione indotta.

Fa eccezione il caso, peraltro non infrequente, di onde frangenti con frequenza apprezzabile sui fondali antistanti l'opera; in questo caso sia il periodo dell'onda che, soprattutto il livello medio dell'acqua, rivestono un ruolo importante. Il periodo dell'onda e l'associata forma dei frangenti hanno sempre un certo effetto sulla stabilità dei massi di una gettata; al crescere del periodo, a parità di pendenza del paramento e di altezza dell'onda incidente, la stabilità dei massi decresce per frangenti di tipo a cascata ("plunging") e cresce per frangenti di tipo a risalto ("surging"), il primo comportamento verificandosi quando il numero di Iribarren (rapporto fra la pendenza della scarpa e la radice della ripidità dell'onda al largo) non supera 2,5 circa.

Acquista importanza, nel caso di onde irregolari la durata della mareggiata, in relazione alla quale cresce la probabile onda massima che investe l'opera. L'attacco ondoso, sia in termini di

durata effettiva sia in termini di onde indipendenti, dovrà essere commisurato alla presunta durata della mareggiata di progetto.

Molti fra questi modelli vengono effettuati in canaletta con attacco ondoso rigorosamente ortogonale.

Il dispositivo sperimentale, preferito per ovvie ragioni di economia, non consente peraltro di evidenziare fenomeni intrinsecamente tridimensionali, quali quelli che si verificano ad esempio alla testata di un molo.

Anche per strutture a gettata dinamicamente stabili (in cui l'equilibrio corrisponde ad un bilanciamento statistico dei movimenti dei massi e non alla immobilità degli stessi) si dovranno valutare attentamente gli effetti della obliquità degli attacchi ondosi.

In questi casi, per le strutture più importanti, sarà opportuno affiancare a prove in canaletta, finalizzate a definire la sezione corrente dell'opera, prove in vasca per la configurazione finale di progetto o per le testate.

I dati necessari per questo tipo di prove sono:

- progetto completo dell'opera;
- statistica delle onde estreme: caratteristiche della massima ondatazione (altezza e periodo, nonché eventualmente forme spettrali presunte in frequenza e direzione) per ogni settore di provenienza ed al variare del tempo di ritorno dell'evento.

4.3.1.3 MODELLI DI SPIAGGIA

Le piccole dimensioni dei granuli componenti la spiaggia non consentono generalmente di rappresentare fedelmente tutti i processi che compongono il trasporto dei sedimenti.

Poiché gli attacchi ondosi sono di regola ridotti in modello, secondo il criterio di similitudine di Froude, la scelta dei sedimenti da impiegare nelle prove viene effettuata così che risultino riprodotte in scala o la velocità dell'acqua che dà inizio al movimento o la velocità di sedimentazione, secondo che il moto dei sedimenti sia incipiente o sviluppato.

Per sedimenti fini, i due criteri portano a risultati alquanto diversi, a riprova della impossibilità di ottenere una similitudine completa.

Si dovranno comunque utilizzare sedimenti di dimensioni non così fini da far insorgere fenomeni di coesione anche appena percettibili.

Per ovviare a questi problemi sono stati impiegati in modello sedimenti leggeri.



L'esperienza si è dimostrata non sempre soddisfacente, manifestandosi sovente effetti scala legati vuoi alla imperfetta riduzione delle forze di inerzia, vuoi alla diversa affinità elettrochimica per l'acqua.

La riduzione dei sedimenti non in scala, entro ragionevoli limiti, ha come principale effetto l'alterazione delle pendenze trasversali della spiaggia, effetto che è stato osservato e quantificato ed è pertanto prevedibile.

Si può pertanto operare con un modello geometricamente distorto, con le orizzontali maggiormente ridotte rispetto alle verticali, così da avere un modello più piccolo in pianta e sedimenti non troppo fini.

Come si è accennato dianzi la distorsione geometrica ha effetti non trascurabili sulle onde e ne vanno valutati attentamente gli effetti quando supera il rapporto di 2:1.

Per questo tipo di modelli sono necessari i dati seguenti:

- batimetria (topografia della spiaggia emersa e sommersa) dell'area di studio,
- natura e composizione granulometrica dei fondali,
- clima ondoso,
- livelli di marea concomitanti.

Nei modelli di spiaggia, che risentono in varia misura di tutte o quasi le onde incidenti, è importante riprodurre in modello un complesso di attacchi ondosi rappresentativo del clima, tenuto conto della intensità degli effetti prodotti e della durata di ognuno di questi.

4.3.2 MODELLI MATEMATICI O NUMERICI

Per modelli matematici si intendono un complesso di variabili e di relazioni fra queste, sufficienti a determinare univocamente una soluzione.

La ricerca della soluzione può farsi in diversi modi: in forma analitica quando si ricavano valori o funzioni che soddisfano esattamente al problema, in forma numerica, quando viene identificato un algoritmo che fornisce con una sufficiente approssimazione la soluzione.

Il grande sviluppo degli elaboratori ha reso quest'ultima forma di soluzione di gran lunga la più frequente.

4.3.2.1 MODELLI DELLA PROPAGAZIONE ONDOSA

Possono distinguersi fra modelli di rifrazione e modelli di diffrazione pura o combinata con la rifrazione (fondali variabili).

I modelli di rifrazione pura sono i più semplici ed adatti a descrivere la propagazione su vasti spazi.

Essi si basano sulla ipotesi-approssimazione che le caratteristiche del mezzo e dell'onda siano lentamente e regolarmente variabili, cioè che fondale, corrente, ampiezza e numero d'onda siano quasi costanti nello spazio di una lunghezza d'onda.

Ogni gruppo d'onde si propaga in modo coerente lungo traiettorie dette raggi, ortogonali alla direzione locale dei fronti d'onda.

Le regole che descrivono queste traiettorie sono quelle note dell'ottica geometrica:

- leggi della rifrazione e riflessione.

I diversi modelli differiscono principalmente per i fenomeni collaterali alla rifrazione che sono in grado di rappresentare: la dissipazione di energia per attrito al fondo, per frangimento, la dispersione in frequenza e direzione dello spettro effettivo, le correnti.

I fenomeni di dissipazione dell'energia per attrito sono importanti soprattutto su piattaforme continentali estese e per onde di lungo periodo.

Il frangimento rappresenta un fondamentale fenomeno limitante l'altezza d'onda, quando i fondali sono a questa comparabili.

La dispersione in frequenza e direzione determina una accentuata regolarizzazione della soluzione ed un modo elegante e rispettoso della fisica del fenomeno per ovviare al problema delle caustiche; considerando diverse armoniche indipendenti, le caustiche, ognuna di intensità infinitesima, si formano in posizioni diverse estendendo ad una zona l'effetto di concentrazione che per l'onda monocromatica è concentrato in un punto.

Quando la dispersione non sia rappresentata è necessario provvedere ad una regolarizzazione dei fondali utilizzati nel calcolo per evitare il formarsi di numerose caustiche non rispondenti alla realtà fisica.

La presenza di correnti modifica alquanto la teoria ed i modelli della rifrazione, sia perché la relazione di dispersione ne risulta influenzata, sia perché si verifica un trasferimento di energia fra campo d'onda e corrente.

Modelli alquanto sofisticati, attualmente in fase di sviluppo più che di applicazione professionale, evidenziano il legame ciclico ondefrangimento-correnti e rappresentano le

correnti litorali da onda, importanti per la rappresentazione del trasporto litoraneo in ambienti morfologicamente complessi.

Variazioni rapide del fondale o, più spesso, punti prominenti del contorno che limita lo specchio d'acqua, quali restate di moli e sporgenti, determinano le condizioni, per cui, almeno localmente, l'approssimazione della rifrazione non risulta attendibile.

In questi casi, che si presentano con frequenza particolare negli studi della penetrazione ondosu in bacini portuali o dietro difese di riva, non si può prescindere dal tenere conto del fenomeno della diffrazione, cioè della dispersione della energia radiante sia lungo i raggi che lungo i fronti d'onda.

Esistono quantomeno tre categorie di modelli a questo scopo, citati in ordine di complessità e generalità decrescenti:

- i modelli iperbolici tridimensionali (2H-1T), rappresentanti la propagazione ondosu nel suo effettivo evolvere nello spazio e nel tempo,

rimanendo libera la forma della oscillazione nel tempo;

- i modelli ellittici bidimensionali (2H), in cui viene assunta un'oscillazione sinusoidale nel tempo, ma senza alcuna particolare ipotesi sulla distribuzione spaziale del campo d'onda (presenza di importante riflessione dei contorni);
- i modelli parabolici derivanti dalla combinazione di uno schema rifrattivo lungo i raggi con uno schema diffrattivo lungo i fronti (schema non adatto a rappresentare la riflessione dei contorni ma particolarmente tagliato per rappresentare la propagazione dell'onda su fondali rapidamente variabili o l'espansione dell'onda dietro ostacoli).

4.3.2.2 MODELLI DI TRASPORTO DEI SEDIMENTI ED EVOLUZIONE MORFOLOGICA DELLA SPIAGGIA

Essi rappresentano in modo più o meno completo sia la propagazione ondosu, che le correnti indipendenti od indotte, sia, infine, il ciclo di erosione-trasporto-sedimentazione dei sedimenti e la conseguente evoluzione dei fondali.

Nelle forme più complete, sono modelli assai complessi ancora in fase di messa a punto, poco adatti per un utente professionale, ma che probabilmente a breve risulteranno disponibili.

I modelli possono essere distinti in ragione delle dimensioni spaziali dei fenomeni rappresentativi e del dettaglio con il quale i singoli fenomeni vengono rappresentati.

Rispetto alle dimensioni, si possono distinguere i modelli ad una o più linee rispetto ai modelli bidimensionali (nello spazio).

Nei primi i fenomeni che si manifestano in sezioni trasversali alla spiaggia sono trattati in forma globale (modelli ad una linea) o con una discretizzazione limitata e forma della soluzione preassegnata (modelli a 2 o più linee).

Questi modelli sono idonei a simulare il comportamento di lunghi tratti di litorale per lunghi intervalli di tempo, non solo perché l'economia di calcolo derivante dalla dimensione condensata è in questi casi sensibile, ma anche perché alcune delle ipotesi implicite in questi modelli (forma trasversale della sezione invariabile o variabile entro forme preassegnate) sono verificate solo mediamente nello spazio e nel tempo.

Nei modelli ad una linea, il cui prototipo è lo schema di Pelnard-Considère, tutta la fascia attiva della spiaggia si suppone trasli coerentemente.

I modelli differiscono per la forma della relazione caratterizzante il trasporto longitudinale.

I più semplici utilizzano formule, come quella del CERC, che presuppongono un equilibrio locale fra l'azione motrice, l'onda, e l'azione resistente, l'attrito al fondo, associata all'effetto, il trasporto di sedimenti, e condensano la complessità del clima in un'onda equivalente: un'onda di caratteristiche e durata da determinarsi, i cui effetti sono approssimativamente equivalenti a quelli del complesso delle onde componenti il clima.

Modelli ad una linea più complessi possono evidenziare in varie forme il bilanciamento non locale, ma mediato attraverso la formazione delle correnti litoranee con la loro inerzia a stabilirsi, fra la forzante ondosa ed il trasporto di sedimenti.

Inoltre, possono rappresentare la variabilità del clima attraverso un complesso di onde rappresentative.

Per stabilire la equivalenza fra un'onda ed un complesso di onde, si usa abitualmente il criterio energetico, fondatesi sulla proporzionalità, valida almeno in prima approssimazione, fra trasporto e "longshore power", unita alla considerazione che la fascia in cui il trasporto si verifica è orientativamente costituita dalla zona dei frangenti, di ampiezza circa proporzionale alla altezza d'onda.

Un buon criterio di equivalenza consiste di conseguenza nello scegliere le caratteristiche dell'onda in corrispondenza a valori centrali (media o mediana) della distribuzione del cumulato nel tempo del longshare power delle onde elementari nel complesso considerato (proporzionale al volume movimentato).

La durata dell'attacco ondoso sarà poi determinata in modo da produrre lo stesso trasporto complessivo (o longshare power cumulato).

Modelli a due o più linee debbono essere di preferenza utilizzati o quando le caratteristiche della spiaggia sono fortemente disomogenee (ad es. ghiaia in prossimità della battigia e sabbie sulla barra) o quando le opere di cui si vuole valutare l'effetto non coinvolgono l'intera fascia attiva della spiaggia, sicché risulta essenziale nella dinamica del fenomeno la modificazione del profilo trasversale della spiaggia indotta dall'opera, modificazione non rappresentabile in un modello ad una sola linea.

Modelli bidimensionali completi sono al momento in fase di sviluppo, per cui non è possibile né descriverli con precisione né tanto meno classificarli.

Nella scelta del modello occorre dapprima far mente locale a:

- i fenomeni principali che si verificano nel prototipo,
- i dati disponibili sul clima ondoso,
- i dati disponibili sui sedimenti di fondo,
- la conoscenza delle condizioni al contorno relative al tratto di litorale da simulare,
- la conoscenza dei livelli di maree concomitanti alle onde,
- la disponibilità di rilievi idonei per una calibrazione del modello.

Di conseguenza si determineranno le caratteristiche del modello e si programmerà una campagna di acquisizione dei dati del prototipo necessaria a complemento di quelli esistenti.

Si sceglierà un modello semplice e robusto, o già verificato in casi similari, quando i dati disponibili a seguito della campagna sono di qualità non eccelsa, riservando a casi ben documentati in prototipo i modelli più complessi.

Sono rari i casi in cui conviene spendere più nel modello che nella campagna di acquisizione dati e di rilievi finalizzati alla calibrazione del modello stesso.

ALLEGATO B

AIPCN – PIANC

ASSOCIAZIONE INTERNAZIONALE

DI NAVIGAZIONE

SEZIONE ITALIANA

RACCOMANDAZIONI TECNICHE

PER LA PROGETTAZIONE DI PORTI TURISTICI

Indice

Premessa	pag.4
Composizione del gruppo di lavoro	pag.5
Composizione della commissione relatrice	pag.6
Definizioni	pag.7
Elaborato grafico esplicativo	pag.9
Note introduttive	pag.10

A. Aree a mare. Opere marittime esterne e interne

A1. Specchio acqueo	pag.12
A2. Canale d'accesso al porto	pag.12
A3. Imboccatura del porto	pag.13
A4. Opere esterne di difesa	pag.15
A5. Agitazione interna	pag.17
A6. Canali di manovra	pag.17
A7. Cerchio di evoluzione	pag.18
A8. Pontili e banchine	pag.18
A8.1 Dimensioni dei pontili fissi e galleggianti	pag.19
A8.2 Caratteristiche dei pontili fissi	pag.19
A8.3 Caratteristiche dei pontili galleggianti	pag.20
A8.4 Passerelle di accesso ai pontili galleggianti	pag.21
A9. Dimensioni dei posti barca	pag.21
A10. Dispositivi per l'ormeggio delle imbarcazioni	pag.22
A10.1 Briccole (o pali d'ormeggio)	pag.22
A10.2 Minifinger (o aste d'ormeggio)	pag.23
A10.3 Finger (o cat-way)	pag.23
A10.4 Bitte, galloce, anelli, golfari	pag.24

B. Aree a terra. Installazioni e impianti su piazzali, banchine e pontili

B1. Parcheggi per automobili e carrelli per il trasporto di imbarcazioni	pag.25
B2. Servizi igienici	pag.26

B3.	Impianti elettrici	pag.26
B3.1	Generalità	pag.26
B3.2	Colonnine per l'alimentazione elettrica delle imbarcazioni	pag.27
B3.3	Illuminazione del porto	pag.27
B4.	Impianto idrico	pag.27
B5.	Impianto antincendio	pag.29
B6.	Fognature e impianti connessi	pag.30
B6.1	Rete per la raccolta di acque piovane (rete drenante) e nere (rete fognaria) a terra	pag.30
B6.2	Rete fognaria per la raccolta di acque nere prodotte dalle imbarcazioni	pag.30
B6.3	Impianto per la raccolta di acque oleose	pag.31
B7.	Impianto per la raccolta degli oli esausti	pag.31
B8.	Installazioni per la sicurezza a mare	pag.31
B9.	Segnalamenti marittimi	pag.31
B10.	Linee guida per la redazione del "piano di monitoraggio e manutenzione", relativamente alle opere civili e agli impianti tecnologici	pag.32
B11.	Impianti per la raccolta e lo smaltimento di rifiuti solidi	pag.32
B12.	Stazione di rifornimento di combustibili e di lubrificanti	pag.32
B13.	Installazioni di telefonia fissa	pag.33
B14.	Pronto soccorso	pag.33
B15.	Piazzali per base tecnica e di servizio alle imbarcazioni	pag.33
B16.	Impianto per il ricambio e l'ossigenazione delle acque interne	pag.34
	Allegati	pag.36
	Riferimenti normativi per le procedure autorizzative ai fini del rilascio del certificato di prevenzione incendi	pag.37
	Riferimenti bibliografici	pag.39

Premessa

Le presenti raccomandazioni tecniche costituiscono gli aggiornati *“standard di settore...prodotti dall’Associazione Internazionale Permanente dei Congressi di Navigazione”* (ora “Associazione internazionale di navigazione”), come riportato all’allegato 1 – punto 1 – 3° capoverso e all’allegato 2 – punto 1 – 3° capoverso del Decreto Interministeriale del 14.04.1998 “Approvazione di requisiti per la redazione di progetti da allegare ad istanze di concessione demaniale marittima per la realizzazione di strutture dedicate alla nautica da diporto”.

Detti progetti (di livello preliminare e definitivo) sono quelli previsti rispettivamente dall’art. 3 – comma 2 e dall’art. 6 del DPR del 02.12.1997 n° 509 “Regolamento recante disciplina del procedimento di concessione di beni del demanio marittimo per la realizzazione di strutture dedicate alla nautica da diporto, a norma dell’articolo 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n° 59”.

Con voto del 27.02.2002 n.212 la terza Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha espresso parere favorevole sulle raccomandazioni tecniche di che trattasi.

Sono state espresse puntuali osservazioni sulla versione originaria del testo (luglio 2000), che si sono tradotte in modifiche e integrazioni apportate sul testo medesimo.

La presente conclusiva versione del documento (febbraio 2002) costituisce il “testo coordinato” che recepisce integralmente le sopradette osservazioni.

Gruppo di lavoro della Sezione Italiana AIPCN–PIANC redattore della versione originaria delle “Raccomandazioni” del Luglio 2000 (promosso dall’Input – Istituto Nazionale della Portualità Turistica)

Paolo Viola (coordinatore)

Marcello Conti

Maurizio Gentilomo

Francesco Prinzivalli

Contributi

Antonio Di Monte

Ferruccio Fontana

Lorenzo Isalberti

Roberto Perocchio

Sebastiano Pulina

Pietro Pizzardi

Alberto Rigoni

Marco Tesler

Carlo Stella

Commissione relatrice presso la III[^] Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Andrea Ferrante (primo relatore)

Sergio Bonamico

Paolo De Girolamo

Salvatore Fiadini

Leopoldo Franco

Alberto Noli

Giuseppe Matteotti

Massimo Provinciali

Sandro Stura

Contributi

Maurizio De Santis

Piero Ruol

Definizioni

Le definizioni sotto riportate sono relative alle principali espressioni contenute nelle *Raccomandazioni*, senza la pretesa di costituire, nell'insieme, un esaustivo glossario tecnico di settore.

Sono state omesse, per evidenti motivi, le definizioni relative a espressioni d'uso corrente nel settore (per esempio: *altezza d'onda, porto...*).

- *banchina*: opera interna del porto destinata, insieme con i pontili, all'attracco delle imbarcazioni. La banchina normalmente delimita il perimetro interno del bacino portuale e sostiene il retrostante terrapieno per la formazione dei piazzali.
- *briccola*: struttura vincolata al fondale usata per segnale o per ormeggiarvi imbarcazioni. Costituita di solito da pali o gruppi di pali infissi nel fondale.
- *canale d'accesso al porto*: canale esterno al porto, eventualmente escavato, con fondali congruenti con il pescaggio massimo delle imbarcazioni ospiti del porto
- *canali di manovra*: canali interni al porto che consentono il movimento delle imbarcazioni e il loro accesso ai rispettivi posti barca
- *cat-way o finger*: vedi *finger*
- *cerchio d'evoluzione*: spazio interno al bacino portuale destinato alle manovre d'inversione di marcia o variazione di rotta delle imbarcazioni
- *finger o cat-way*: piccolo pontile di ormeggio posto trasversalmente al pontile, e quindi parallelamente all'imbarcazione ormeggiata, il cui scopo è quello di facilitarne l'ormeggio e l'accessibilità.

- ***imboccatura del porto***: sezione di ingresso allo specchio acqueo protetto.
- ***minifinger o asta d'ormeggio: finger*** di dimensioni ridotte, normalmente non percorribile a piedi, avente il solo scopo di assicurare l'ormeggio laterale dell'imbarcazione.
- ***pendino o trappa***: vedi *trappa*
- ***l.m.m***: livello medio marino locale
- ***pontile***: struttura interna al porto, fissa o galleggiante, destinata, insieme con le banchine, all'accosto o all'ormeggio delle imbarcazioni
- ***posto barca***: porzione dello specchio acqueo, adiacente ad una banchina o ad un pontile, destinata all'ormeggio di una imbarcazione
- ***specchio acqueo***: superficie di bacino protetto, comprendente posti barca, canali e spazi di manovra, cerchi di evoluzione, zone particolari riservate al rifornimento di combustibili, all'ormeggio di mezzi di soccorso e di sorveglianza, alle imbarcazioni dedicate alla pesca, ecc.
- ***trappa o pendino***: sistema di ormeggio delle imbarcazioni costituito da una catena posta sul fondale, davanti alla prua delle imbarcazioni e fissata a corpi morti, alla quale vengono assicurati i cavi (non galleggianti) per l'ormeggio di punta delle singole imbarcazioni.

Note introduttive

Le "Raccomandazioni" non affrontano esplicitamente la complessa questione relativa alla scelta localizzativa del porto turistico sul territorio costiero.

Detta scelta, peraltro, deve essere operata tenendo a mente la necessità di pervenire ad un accettabile punto di equilibrio tra esigenze tecniche, economiche e di tutela paesaggistica e ambientale.

Ciò con particolare riferimento ai potenziali impatti del porto sul regime dei litorali latitanti.

Un processo progettuale che implementi al suo interno la comparazione tra soluzioni tipologiche alternative e la successiva ottimizzazione della tipologia prescelta (in ragione dei risultati dei necessari studi, rilievi e indagini) costituisce condizione necessaria per il raggiungimento di detto punto di equilibrio tra i compositi interessi.

A tal proposito, si rammenta:

- la necessità di condurre "studi di prima approssimazione" a livello di progetto preliminare, i cui risultati devono essere riportati nella relazione tecnica e nello studio di inserimento ambientale e paesaggistico (punti 3 e 4 – allegato I del D.I. del 14.4.1998);
- la necessità di sviluppare poi studi di dettaglio (incluso il S.I.A., se necessario) di cui ai punti 3, 4 e 5 dell'allegato II del sopracitato decreto interministeriale.

Le caratteristiche geometriche e i parametri funzionali indicati nelle "Raccomandazioni" costituiscono dei valori consigliati. Il progettista può adottare e giustificare valori diversi, anche in relazione alle specifiche condizioni meteomarine e geomorfologiche del paraggio e alla tipologia del porto.

Tra l'altro, il progettista deve tener conto dell'obbligo di adempiere alle vigenti previsioni normative di cui al DPR del 24.07.1996 n.503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici,

spazi e servizi pubblici” al fine di assicurare, in detti luoghi, accessibilità (o accessibilità condizionata) ai disabili.

Ciò con particolare riferimento:

- all'accessibilità del complesso portuale e degli edifici pubblici in esso compresi;
- alle pendenze, alle larghezze, alle protezioni laterali (qualora necessarie) dei percorsi pedonali all'interno del porto turistico, rampe e pontili inclusi;
- ai locali adibiti a servizi igienici pubblici;
- ai parcheggi;
- agli impianti telefonici pubblici.

Per quanto riguarda le opere strutturali in c.a., si raccomanda, ai fini di garantirne la durabilità in un ambiente così tipicamente aggressivo, di seguire le indicazioni tecniche contenute nelle “Linee guida sul calcestruzzo strutturale” emanate nel dicembre 1996 dal Servizio Tecnico Centrale presso la Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in armonia con quanto previsto al punto 8 – allegato II del D.I. del 14.4.1998.

Le “Raccomandazioni” non affrontano la variegata tematica degli standard urbanistici, architettonici ed edilizi degli edifici presenti nel porto turistico (direzione, torre meteo, centro commerciale, yacht club, edifici per servizi portuali...). Per quanto sopra, si rimanda alle norme impartite dai locali vigenti strumenti di pianificazione.

A. Aree a mare. Opere marittime esterne e interne.

A1. Specchio acqueo

Area complessiva raccomandata del bacino protetto: somma dei quadrati delle lunghezze dei posti barca. Per una "flotta di progetto" caratterizzata da imbarcazioni medio-grandi, detto criterio può condurre a sovradimensionamenti.

Area raccomandata per posto barca: $100 \div 200 \text{ m}^2$ (inclusiva degli spazi di manovra).

A2. Canale d'accesso al porto

La esecuzione di un canale di accesso in fondali sabbiosi o limosi presenta problemi di mantenimento nel tempo se realizzato all'interno della "fascia attiva", sensibile ai fenomeni di modellazione morfologica per effetto del trasporto solido, con gli inevitabili riflessi sulla sicurezza della navigazione.

In Italia, generalmente, la profondità di chiusura della "fascia attiva" ricade tra i $-6 \div -9 \text{ m}$ rispetto al l.m.m..

In ogni caso, si suggerisce di condurre un attento studio rivolto a quantificare la frequenza dei dragaggi necessari al mantenimento del canale ed i conseguenti oneri economici.

Caratteristiche geometriche raccomandate (relative alla più grande imbarcazione che si prevede possa essere ospite del porto, tenuto conto della eventuale funzione del porto medesimo quale rifugio per imbarcazioni da diporto in difficoltà, in mancanza di un vicino porto più grande):

- larghezza (calcolata alla quota di fondo): indicativamente non inferiore a 5 volte la larghezza della più grande imbarcazione (per doppio senso di circolazione);

- profondità (rispetto al l.m.m.): immersione dell'imbarcazione più grande, aumentata della somma di metà dell'altezza dell'onda massima che si può presentare in corrispondenza dell'imboccatura, del valore medio delle basse maree sizigiali, degli effetti barici, di un franco sotto-chiglia (pari al 15% della immersione della imbarcazione più grande, e comunque non meno di 0,3 m per fondali sabbiosi o limosi e non meno di 0,6 m per fondali rocciosi). Indicativamente, la profondità del canale d'accesso non può essere inferiore a -3,0 m dal l.m.m.;
- pendenza delle scarpate: la verifica geotecnica di stabilità globale delle scarpate deve garantire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1.5.

A3. Imboccatura del porto

Come per il canale di accesso, si suggerisce di condurre un attento studio rivolto a quantificare la frequenza dei dragaggi necessari al mantenimento dell'imboccatura ed i conseguenti oneri economici.

Caratteristiche geometriche raccomandate (relative alla più grande imbarcazione che si prevede possa essere ospite del porto, tenuto conto della eventuale funzione del porto medesimo quale rifugio per imbarcazioni da diporto in difficoltà, in mancanza di un vicino porto più grande):

- larghezza (calcolata alla quota di fondo del canale di accesso): indicativamente non inferiore a 5 volte la larghezza dell'imbarcazione più grande (per doppio senso di circolazione); comunque non inferiore a 1 volta la lunghezza dell'imbarcazione più grande e mai meno di 30 m. Ad ogni modo, larghezze comprese tra 30 e 50 m devono essere attentamente valutate, in fase progettuale, ai fini della sicurezza della navigazione. La larghezza dell'imboccatura, inoltre, dev'essere determinata anche in relazione alle condizioni anemologiche e meteomarine locali, alla conformazione ed esposizione delle opere esterne (risultando più piccola nel

caso di porto a moli convergenti rispetto al caso di porto a bacino) e alla necessità di assicurare valori ammissibili di agitazione interna;

- profondità (rispetto al l.m.m.): immersione della imbarcazione più grande aumentata del valore medio delle basse maree sizigiali, degli effetti barici, del franco sotto chiglia (pari al 15% dell'immersione della imbarcazione più grande, e comunque non meno di 0,3 m per fondali sabbiosi o limosi e non meno di 0,6 m per fondali rocciosi) e di un valore che tiene conto del moto ondoso massimo accettabile per la navigabilità in sicurezza dell'imboccatura portuale (valore consigliato non inferiore ad 1,0 m).

Indicativamente, la profondità dell'imboccatura non può essere inferiore a -3,0 m dal l.m.m.

Si rammenta l'importanza, ai fini progettuali, della stima (in giorni/anno o in ore/anno) del tempo di inoperatività dell'imboccatura portuale ("down-time") che, per le imbarcazioni che frequentano i porti turistici, dipende dalla persistenza temporale del frangimento delle onde (su base statistica media annua).

Inversamente, per un prefissato "down-time" si può risalire alla profondità minima di progetto da assegnare all'imboccatura. A puro titolo di esempio, un criterio utilizzato negli USA consiste nell'individuare una profondità di progetto caratterizzata da $H_{1\%}$ frangenti (dove $H_{1\%} = 1,5 H_s$) per un massimo di 20 ÷ 50 ore/anno.

Per la determinazione di detta profondità, infine, si raccomanda di tener conto che attualmente è in corso una significativa attività di studio e ricerca nel campo della ingegneria e architettura navale per imbarcazioni a vela.

Più in particolare, si stanno studiando modificati assetti velici che potrebbero comportare la necessità di maggiori profondità in relazione alla presumibile maggiorazione della immersione delle imbarcazioni a vela di "nuova generazione".

A4. Opere esterne di difesa

Le opere esterne di difesa possono ricondursi a diverse tipologie strutturali, tra le quali le più diffuse sono:

- opere a gettata di massi (costituite da elementi naturali o artificiali, con eventuale sovrastruttura di calcestruzzo). Il Rapporto Tecnico AIPCN-PIANC del WG 12 – PTC II affronta in dettaglio gli aspetti tecnici sottesi dalla progettazione di questa tipologia di opere;
- opere a paramento verticale. Il Rapporto Tecnico AIPCN-PIANC del WG 28-MarCom affronta in dettaglio i relativi aspetti progettuali;
- opere non tradizionali quali, ad esempio:
 - i frangiflutti a berma. Il Rapporto Tecnico AIPCN-PIANC del WG 40 – MarCom affronta in dettaglio i relativi aspetti progettuali;
 - i frangiflutti galleggianti.

I frangiflutti galleggianti costituiscono possibile scelta progettuale in alcuni casi (in dipendenza, tra l'altro, delle locali condizioni meteomarine e della natura e morfologia dei fondali). Sono comunque raccomandate prove specifiche sulle prestazioni, sulla resistenza strutturale dei componenti e sui sistemi di ancoraggio.

Si suggerisce altresì la consultazione del Rapporto Tecnico AIPCN – PIANC del WG 13 – PTC II “Floating Breakwaters. A practical guide for design and construction” (supplemento al Bollettino AIPCN – PIANC n. 85) (allegato A).

Il progetto delle opere esterne di difesa dal moto ondoso deve essere preceduto da accurati studi di base:

- sulla batimetria;
- sul moto ondoso (al largo e sotto costa) e sulle variazioni del livello marino;
- sulle caratteristiche anemologiche del paraggio;

- sulla sicurezza della navigazione;
- sull'agitazione interna;
- sull'impatto ambientale e paesaggistico;
- sulle caratteristiche geotecniche dei fondali interessati dalle opere;
- sulla indagine storica relativa all'evoluzione del litorale;
- sull'insabbiamento dell'imboccatura e del canale di accesso;
- sull'influenza delle nuove strutture sul regime dei litorali adiacenti (tenuto conto delle caratteristiche sedimentologiche dei fondali interessati).

Oltre alla stabilità strutturale e geotecnica dell'opera deve essere verificata anche la sua funzionalità idraulica (prestazioni in termini di riflessione, diffrazione, trasmissione e tracimazione del moto ondoso).

In relazione a quest'ultimo aspetto, si raccomanda di valutarlo congiuntamente all'uso che si intende attribuire all'eventuale banchinamento interno dell'opera di difesa, al fine di pervenire a scelte tecnicamente ammissibili, anche sotto il profilo della sicurezza di persone e cose sotto eventi meteomarinari estremi.

Si raccomanda l'adozione di soluzioni progettuali che possano contenere la quota sommitale dell'opera di difesa, al fine di mitigarne l'impatto paesaggistico, compatibilmente con gli aspetti economici e prestazionali (contenimento della tracimazione del moto ondoso).

A puro titolo di esempio, si cita la soluzione tipologica di una coppia di scogliere frangiflutti (come presentata nella memoria riportata in bibliografia al [20]).

In ogni caso, si raccomanda il rispetto delle "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti" emanate nel 1994 dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

A5. Agitazione interna

Valori raccomandati della altezza d'onda significativa ammissibile all'interno del porto (con periodi di picco spettrali compresi tra 2 e 8 s):

- *condizione di "comfort"* (particolarmente importante nel caso di porti in cui si prevede la presenza prolungata di persone a bordo delle imbarcazioni):

$$H_s = 0.15 \text{ m}$$

per eventi con frequenza massima complessiva indicativamente non superiore a 5 giorni/anno;

- *condizione di "sicurezza"*:

$$H_s = 0.30 \text{ m}$$

per eventi con periodo di ritorno indicativamente non inferiore a 5 anni;

- *condizione "limite"*:

$$H_s = 0.50 \text{ m}$$

per eventi con periodo di ritorno indicativamente non inferiore a 50 anni.

Si ricorda che la sicurezza dell'ormeggio è anche funzione della direzione di propagazione del moto ondoso all'interno del porto e del sistema di ormeggio. Essa risulta più favorevole per direzione di propagazione parallela all'asse longitudinale dell'imbarcazione e/o per ormeggio con finger laterale. In questi casi, i valori suddetti possono essere aumentati a discrezione del progettista (comunque mai oltre il 50%).

Una particolare attenzione deve essere rivolta alla previsione di fenomeni di risonanza del moto ondoso (sesse) causa principale della cosiddetta "risacca", anche attraverso l'ausilio di appositi modelli matematici.

A6. Canali di manovra

Larghezza raccomandata:

- minimo 1,3 volte la lunghezza del posto barca più grande a cui si accede dal canale con dispositivi d'ormeggio anche laterali (briccole, finger o cat-way, minifinger...);

- minimo 1,7 volte la lunghezza del posto barca più grande a cui si accede dal canale, con dispositivi d'ormeggio solo longitudinali (corpi morti con trappe o pendini o simili).

Nel dimensionamento della larghezza, comunque, si deve tener conto della maggiore manovrabilità delle piccole imbarcazioni da diporto rispetto a quelle più grandi.

A7. Cerchio di evoluzione

Diametro raccomandato: almeno 1,5 volte la lunghezza della più grande imbarcazione ospite del porto (minimo 50 m).

A8. Pontili e banchine

I pontili, fissi e galleggianti, e le banchine devono sopportare in condizioni di sicurezza, oltre al peso proprio e agli altri carichi permanenti, le azioni trasmesse dal moto ondoso residuo, dalle correnti, dai tiri d'ormeggio, dai venti, da eventuali sollecitazioni sismiche, dai sovraccarichi variabili verticali e dalle azioni orizzontali da determinarsi, di volta in volta, in relazione alle destinazioni d'uso, alle condizioni meteorologiche locali, all'agitazione interna, alle variazioni del livello marino, alle caratteristiche delle imbarcazioni, al sistema di ormeggio adottato e alle caratteristiche geotecniche dei terreni.

La scelta tra pontili fissi o galleggianti è legata non solo agli aspetti tecnici ma anche a quelli economici ed ambientali, oltre ai problemi di uso, di gestione e di manutenzione programmata nel tempo di vita utile delle opere.

Si rammenta, laddove si mostra necessario per il contenimento dell'agitazione interna, il conferimento del requisito di parziale antiriflettenza alle banchine.

A8.1. Dimensioni e orientamento dei pontili fissi e galleggianti

Larghezza raccomandata:

- minimo 2 m per pontili di lunghezza inferiore a 100 m e/o per l'ormeggio di imbarcazioni di lunghezza inferiore a 10 m;
- minimo 2,5 m per pontili di lunghezza contenuta tra 100 e 150 m e/o per l'ormeggio di imbarcazioni di lunghezza compresa tra 10 m e 20 m;
- minimo 3 m per l'ormeggio di imbarcazioni di lunghezza superiore a 20 m.

Sono sconsigliati pontili di lunghezza superiore a 150 m. Ove possibile, si suggerisce di disporre l'asse longitudinale dei pontili in direzione normale a quella del vento dominante.

A8.2. Caratteristiche dei pontili fissi

Sovraccarico variabile verticale: non inferiore a 4 kN/m² (400 kg/m²) a meno che non si debbano prevedere sovraccarichi maggiori in relazione all'utilizzo ed all'ubicazione del pontile (occorre distinguere tra i pontili solo pedonabili e quelli carrabili).

La larghezza e i sovraccarichi variabili verticali dei pontili fissi carrabili vanno anche stabiliti in base alle esigenze connesse all'eventuale transito in sicurezza dei mezzi di soccorso.

Quota del pontile (distanza tra il l.m.m. e il piano di calpestio): è da valutare in relazione alle dimensioni delle imbarcazioni da ormeggiare e alle variazioni del livello del mare. Tuttavia si raccomanda un valore minimo di 1 m sul livello medio mare e, indicativamente, non inferiore a 0,50 m in condizioni di massimo livello del mare.

A8.3 Caratteristiche dei pontili galleggianti

Sovraccarichi variabili verticali (fino al completo affondamento dei galleggianti posti sotto il piano di calpestio): non inferiore a 2 kN/m^2 (200 kg/m^2) a meno che non si debbano prevedere sovraccarichi maggiori (ad esempio "folla compatta"), in relazione all'utilizzazione ed all'ubicazione del pontile.

Bordo libero del pontile galleggiante in assenza di sovraccarichi variabili verticali (distanza tra il livello del mare e il piano di calpestio): è da valutare in relazione alle dimensioni delle imbarcazioni da ormeggiare. Si raccomanda comunque un valore minimo di almeno 0,50 m.

Azioni orizzontali sul pontile galleggiante: devono essere calcolate in relazione alle condizioni d'uso e, indicativamente, non possono essere inferiori a 1 kN/m (100 kg/m).

Stabilità del pontile galleggiante: la stabilità trasversale minima del singolo elemento galleggiante, non collegato agli altri, deve essere tale da sopportare un carico di $1,5 \text{ kN/m}^2$ (150 kg/m^2) distribuito su metà larghezza del piano di calpestio mantenendo, altresì, un bordo libero residuo di almeno 0,05 m.

I pontili galleggianti, compresi i relativi dispositivi di ormeggio, devono possedere caratteristiche di alta resistenza nei confronti delle aggressioni dell'ambiente marino e devono avere sistemi di galleggiamento inaffondabili e di idonea resistenza alla combustione (classe di reazione al fuoco 1).

Il piano di calpestio dei pontili galleggianti deve essere dimensionato per sopportare il sovraccarico accidentale verticale sopra indicato e deve essere realizzato con materiale antiscivolo di provata durabilità in ambiente marino e di uso sicuro anche a piedi nudi.

Per quanto non in contrasto con le presenti "Raccomandazioni", si suggerisce la consultazione del Rapporto Tecnico Speciale AIPCN – PIANC

della Commissione SPN "Review of Selected standards for floating dock designs" (supplemento al Bollettino AIPCN – PIANC n. 93) (allegato B)

A8.4. Passerelle di accesso ai pontili galleggianti

Le passerelle mobili, colleganti le banchine o i pontili fissi con i pontili galleggianti, dovranno avere le seguenti caratteristiche geometriche:

- larghezza non inferiore a 1,20 m;
- pendenza non superiore al 33% nelle più sfavorevoli condizioni di livello del mare nel bacino portuale.

Il piano di calpestio deve essere realizzato con materiale antiscivolo di provata durabilità in ambiente marino e di uso sicuro anche a piedi nudi.

A9. Dimensioni dei posti barca

Dimensioni raccomandate dei posti barca in relazione alle dimensioni delle imbarcazioni (larghezza x lunghezza espresse in metri):

Dimensioni dei posti barca	Dimensioni massime delle imbarcazioni
2,5 x 7,0	2,3 x 6,5
3,0 x 8,5	2,8 x 8,0
3,5 x 10,0	3,2 x 9,5
4,0 x 11,5	3,7 x 11,0
4,5 x 13,0	4,1 x 12,0
Dimensioni dei posti barca	Dimensioni massime delle imbarcazioni
5,5 x 18,0	5,0 x 16,5
6,0 x 21,0	5,5 x 19,5

6,5 x 24,0	5,9 x 22,0
7,0 x 28,0	6,4 x 26,0
7,5 x 32,0	6,8 x 29,0
8,0 x 36,0	7,2 x 33,0

Le dimensioni sopra riportate sono puramente indicative (dipendendo anche dal dispositivo di ormeggio) e vengono suggerite nel caso in cui non fossero disponibili, in fase progettuale, puntuali informazioni sulle imbarcazioni che si prevede di ospitare nel porto.

Inoltre, per maggiori ingombri delle imbarcazioni rispetto a quelle sopra indicate (ad esempio, nel caso dei catamarani) si dovranno ovviamente prevedere posti barca con dimensioni adeguate, comprendenti i necessari margini operativi e di sicurezza.

A10. Dispositivi per l'ormeggio delle imbarcazioni

A10.1 Briccole (o pali d'ormeggio)

Devono essere dimensionate strutturalmente per resistere in condizioni di sicurezza ad una azione orizzontale, applicata in corrispondenza dei punti di attacco delle cime d'ormeggio, di almeno 5 kN (500 kg), ovvero ad azioni maggiori da determinare in relazione alle dimensioni effettive delle imbarcazioni previste ed alle condizioni anemologiche più severe.

A10.2 Minifinger (o aste d'ormeggio)

Caratteristiche raccomandate (per imbarcazioni fino a $L = 10$ m):

- lunghezza minima: 2/3 della lunghezza della imbarcazione da ormeggiare
- larghezza minima: 0,15 m
- quota minima sul livello medio del mare: 0,50 m
- sovraccarico variabile verticale concentrato minimo, in corrispondenza dell'estremità: 1 kN (100 kg)
- azione orizzontale minima: 1 kN/m (100 kg/m)

A10.3 Finger (o cat-way)

Caratteristiche raccomandate:

- lunghezza minima 2/3 della lunghezza della imbarcazione da ormeggiare
- lunghezza massima pari alla lunghezza della imbarcazione da ormeggiare
- larghezza minima 0,60 m
- quota minima del bordo libero sul livello del mare (in assenza di sovraccarico variabile verticale) 0,50 m

- sovraccarico variabile verticale minimo 2 kN/m_ (200 kg/m_)

- azione orizzontale minima 1 kN/m (100 kg/m)

A10.4 Bitte, gallocce, anelli, golfari

Detti dispositivi di ormeggio devono essere dimensionati in relazione alla grandezza e tipologia delle imbarcazioni da ormeggiare e realizzati con materiali di provata resistenza alla corrosione.

In ogni caso, devono resistere in condizioni di sicurezza ad almeno 5 kN (500 kg) di tiro orizzontale in ogni direzione.

B. Aree a terra. Installazioni e impianti su piazzali, banchine e pontili.

B1. Parcheggi per automobili e carrelli per il trasporto di imbarcazioni

I parcheggi devono essere localizzati in aree direttamente servite dalla viabilità esterna e dotati di spazi di idonee dimensioni per il deposito dei carrelli di servizio e per il transito dei mezzi di soccorso.

Quantità raccomandate:

- dimensione massima dei lotti di parcheggio: 200 posti.
- parcheggi assegnati "in esclusiva": 0,5 parcheggi per ogni posto barca
- parcheggi non assegnati, "a rotazione": < 0,5 parcheggi per ogni posto barca (sono parcheggi che possono essere utilizzati anche per attività diverse, ad esempio commerciali e/o turistiche)
- parcheggi per attività commerciali: secondo gli standard urbanistici usuali o locali
- parcheggi per servizi: secondo gli standard urbanistici usuali o locali
- parcheggi per carrelli: da valutarsi in relazione alla tipologia del porto

- parcheggi per cicli e motocicli: da valutarsi in relazione alla tipologia del porto

B2. Servizi igienici

Quantità e localizzazioni raccomandate:

- un gruppo di servizi completo ogni 50 posti barca;
- distanza massima dall'ormeggio più lontano: 250 m.

Ogni gruppo di servizi è costituito da almeno 2 WC, 2 orinatoi, 2 lavamani e 1 doccia per uomini e da almeno 2 WC, 2 lavamani e 1 doccia per donne (oltre ai servizi di legge per disabili).

B3. Impianti elettrici

B3.1 Generalità

In Italia la normativa tecnica generale vigente per tutti gli impianti elettrici utilizzatori, e quindi anche per quelli dei porti turistici, è la Norma CEI 64-8.

Risulta attualmente ancora in fase di studio la sezione specifica "porti turistici ed imbarcazioni da diporto" della Norma citata.

A livello di normativa internazionale di riferimento, i requisiti richiesti all'impianto elettrico di un porto turistico (essenzialmente dell'impianto di alimentazione delle imbarcazioni all'ormeggio) sono trattati in modo specifico nella Norma IEC 364-7-709: "Marinas and pleasures craft" (prima edizione: settembre 1994), alla quale si rimanda per opportuna consultazione.

E' possibile trarre ulteriori informazioni all'art. 555 del National Electrical Code (NEC) statunitense: "Marinas and Boatyards".

Altri utili riferimenti tecnici per il dimensionamento degli impianti elettrici possono rinvenirsi nella memoria "Distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica nei porti turistici" di G. Parise (atti della 2^a edizione delle Giornate Italiane in Ingegneria Costiera AIPCN – PIANC – Ravenna 1995) (allegato C)

B3.2 Colonnine per l'alimentazione elettrica delle imbarcazioni

Le colonnine per l'alimentazione elettrica delle imbarcazioni devono essere realizzate con materiali resistenti alla corrosione ed in conformità alla normativa tecnica vigente in materia di sicurezza.

Ciascuna colonnina deve servire da 1 a 4 posti barca, in relazione al tipo di imbarcazione ed alla disposizione degli ormeggi.

Le colonnine devono essere dotate, secondo le esigenze dell'ente gestore del porto o degli utenti, di contatori per ogni utenza.

Si suggerisce la consultazione del Rapporto Tecnico Speciale AIPCN – PIANC della RECCOM "Marine Service Connections" (allegato D).

B3.3 Illuminazione del porto

La disposizione dei punti luce deve essere schermata verso il mare e deve soddisfare, indicativamente, le seguenti condizioni di illuminazione:

- zone destinate agli ormeggi: 5 ÷7 lux
- superfici a terra (strade, parcheggi): 7 ÷10 lux

B4. Impianto idrico

La rete idrica deve assicurare almeno:

- per posti barca di lunghezza superiore a 10 m: 1 rubinetto ogni posto barca;

- per posti barca di lunghezza compresa tra 7 e 10 m: 1 rubinetto ogni 2 posti barca;
- per posti barca di lunghezza fino a 7 m: 1 rubinetto ogni 4 posti barca;
- distanza massima dei rubinetti dalle imbarcazioni: 20 m.
- pressione minima di esercizio alla radice dei pontili o delle banchine: 0,2 MPa (2 bar). La pressione deve comunque essere determinata in relazione all'effettiva distribuzione dei rubinetti ed alle caratteristiche specifiche delle imbarcazioni.

Si suggerisce la consultazione del Rapporto Tecnico Speciale AIPCN – PIANC della RECCOM “Marine Service Connections” (allegato D).

Nelle località con scarsa disponibilità d'acqua (come per esempio le isole), o qualora la fornitura dell'acqua non fosse garantita dall'acquedotto cittadino, è raccomandata l'adozione di un regolamento che contenga norme restrittive sul consumo d'acqua.

E' raccomandata altresì la doppia rete idrica (acqua potabile ed acqua non potabile) servita da serbatoi della capacità di seguito indicata:

- serbatoio di acqua non potabile: almeno 70 m³ ogni 500 posti barca;
- serbatoio di acqua potabile: almeno 100 m³ ogni 500 posti barca.

B5. Impianto antincendio

L'impianto antincendio deve essere realizzato in conformità con le norme tecniche e della sicurezza vigenti (Legge n. 46/90 – Norme UNI 10779) ed in particolare:

- gli idranti devono essere di tipo UNI, posti a distanza reciproca non superiore a 50 m, in modo comunque da assicurare, con i relativi getti, la copertura di tutte le aree a rischio di incendio;
- gli idranti devono essere corredati di cassette antincendio UNI con tubazioni flessibili avvolgibili aventi lunghezza di 20 m e lance a getto variabile;
- la rete idrica antincendio, deve avere caratteristiche idrauliche tali da garantire al bocchello della lancia, nelle più sfavorevoli condizioni di distanza ed altimetria rispetto alla stazione di pompaggio, le seguenti prestazioni:
 - UNI 45 Portata 120 l/1' Prevalenza 2 bar
 - UNI 70 Portata 350 l/1' Prevalenza 2 bar
- l'impianto deve essere proporzionato per una portata totale determinata considerando la probabilità di contemporaneo funzionamento del 50% degli idranti per ogni diramazione
- l'impianto deve essere alimentato da una stazione di pompaggio idonea a conferire in permanenza alla rete le caratteristiche idrauliche suddette e la sicura funzionalità (elettropompe su rete di alimentazione preferenziale)
- l'impianto deve essere dotato di attacco speciale UNI per il collegamento dei mezzi dei Vigili del Fuoco, da installarsi in un punto ben visibile e facilmente accessibile ai mezzi stessi.

B6. Fognature e impianti connessi

B6.1 Rete per la raccolta di acque piovane (rete drenante) e nere (rete fognaria) a terra

Sono esclusi dalla rete i pontili e le opere di difesa se prive, lato bacino portuale, di banchine utilizzabili per ormeggi.

Si raccomanda che le reti siano di tipo tradizionale e, pertanto, non sono necessarie raccomandazioni specifiche.

Le acque raccolte, "bianche" e "nere", devono essere convogliate - per gravità o mediante stazioni di sollevamento - verso collettori generali o impianti di trattamento.

B6.2 Rete fognaria per la raccolta di acque nere prodotte dalle imbarcazioni

Le acque nere prodotte dalle imbarcazioni debbono essere distinte in due categorie:

- quelle prodotte da wc di tipo chimico con serbatoio asportabile, che necessitano di un punto di svuotamento e pulitura a terra, da ubicare in corrispondenza dei servizi igienici;
- quelle raccolte in apposito serbatoio fisso, posizionato all'interno dell'imbarcazione e dotate di collettore unificato ISO 4567 per lo svuotamento tramite un sistema a depressione.

In entrambi i casi i reflui devono essere successivamente convogliati alla rete fognaria.

Il numero di impianti a depressione dovrà essere indicativamente pari ad uno ogni quattrocento barche con un minimo di un impianto.

Per più puntuali indicazioni tecniche si suggerisce la consultazione del Rapporto Tecnico AIPCN – PIANC del WG7 – SPN “Guidance on Marine Sanitation Pumpouts” (Supplemento al Bollettino AIPCN – PIANC n. 93) (allegato E)

B6.3 Impianto per la raccolta di acque oleose

E' raccomandata l'installazione di almeno un impianto per la raccolta delle acque oleose in prossimità delle aree tecniche e cantieristiche del porto.

L'impianto di raccolta delle acque oleose deve essere corredato da un impianto disoleatore per far rientrare la concentrazione di idrocarburi nei limiti tollerati dal consorzio o ente responsabile del depuratore fognario.

B7. Impianto per la raccolta degli oli esausti

E' raccomandata:

- l'adozione di almeno un impianto portatile per la raccolta degli oli esausti direttamente dal motore dell'imbarcazione;
- l'individuazione di un punto stoccaggio di tali oli.

B8. Installazioni per la sicurezza a mare

Si devono prevedere:

- scalette di risalita lungo i pontili e le banchine: 1 ogni 100 m (1 ogni pontile, comunque);
- salvagenti con cima di recupero lungo i pontili e le banchine: 1 ogni 25 m.

B9. Segnalamenti marittimi

Sono costituiti da mede, boe, fari, fanali e similari dispositivi.

Devono essere installati in conformità con le disposizioni dell'Autorità Marittima o Portuale e con le norme specifiche nazionali ed internazionali (norme IALA)

B10. Linee guida per la redazione del "Piano di monitoraggio e manutenzione", relativamente alle opere civili e agli impianti tecnologici (punto 11 dell'allegato II del D.I. del 14.4.1998).

Per un utile riferimento ai principi generali che informano l'implementazione del piano, si suggerisce la consultazione del Rapporto Tecnico AIPCN – PIANC del WG31 – PTC II "Life Cycle Management of port structures. General Principles" (Supplemento al Bollettino AIPCN – PIANC n. 99) (allegato F)

Il manuale di implementazione pratica di tali principi generali è oggetto del WG 42 – MarCom - AIPCN-PIANC

B11. Impianti per la raccolta e lo smaltimento di rifiuti solidi

Si devono prevedere cassonetti per la raccolta differenziata dei rifiuti con una capacità minima di 1,5 m³ ogni 50 posti barca e ad una distanza massima dalle imbarcazioni di 200 m.

Deve essere assicurato lo smaltimento giornaliero dei rifiuti umidi ed eventualmente dei rifiuti secchi non riciclabili.

B12. Stazione di rifornimento di combustibili e di lubrificanti

Sono raccomandate stazioni di rifornimento complete, capaci di rifornire contemporaneamente 2 imbarcazioni medio-piccole ormeggiate longitudinalmente, facilmente accessibili da ogni tipo di imbarcazione e dalle autocisterne di rifornimento, possibilmente dotate di panne antinquinamento e di sistemi per il recupero del carburante versato in acqua. Tali stazioni vanno

collocate, di preferenza, in prossimità dell'imboccatura, in zone isolabili e facilmente accessibili dai mezzi di soccorso.

Si raccomanda l'ottemperanza alle disposizioni di legge in materia di sicurezza e alle vigenti circolari ministeriali disciplinanti la materia (l'ultima delle quali, attualmente in fase di rielaborazione, è la circolare n. 70 - serie II del 24.4.1964 dell'allora Ministero della Marina Mercantile – Direzione Generale Demanio e Porti avente ad oggetto "Concessioni per distributori automatici di carburanti nell'ambito dei porti").

B13. Installazioni di telefonia fissa

Le cabine telefoniche pubbliche devono essere indicativamente previste nella misura di 1 ogni 100 ÷ 150 posti barca. Questa raccomandazione è suscettibile di future variazioni, in diminuzione, in relazione alla crescente diffusione della telefonia mobile.

B14. Pronto soccorso

Raccomandazioni:

- fino a 500 posti barca: 1 cassetta di pronto soccorso e medico reperibile.
- sopra 500 posti barca (e per porti lontani dal pronto soccorso): infermeria attrezzata e medico reperibile

Deve essere inoltre previsto un mezzo a disposizione per il trasporto d'urgenza a pronto soccorso ospedaliero locale.

B15. Piazzali per base tecnica e di servizio alle imbarcazioni

In generale nei porti turistici devono prevedersi:

- aree a disposizione per un cantiere nautico che esegue operazioni di manutenzione, carenaggio, riparazione motori e che necessita di congrui spazi di sosta a secco e a mare;
- aree attrezzate al di fuori della cinta del cantiere per la manutenzione e le riparazioni "fai da te";
- aree a disposizione per sosta a secco di imbarcazioni a richiesta dell'utenza per finalità varie (rimessaggio all'aperto o al coperto; aree di attesa di trasferimento; aree per trattative di vendita...).

Per quanto riguarda l'area di cantiere, si può attribuire indicativamente una superficie pari a 10 m² a barca.

Si raccomanda la previsione di una viabilità interna del porto turistico che si sviluppi al di fuori dell'area di cantiere, evitando inopportune quanto pericolose interferenze.

Si rammenta l'importanza di una adeguata dotazione di impianti di alaggio e varo a servizio della cantieristica e dell'area per il rimessaggio delle imbarcazioni.

Ulteriori utili riferimenti tecnici per il dimensionamento delle relative aree possono rinvenirsi nella memoria "Opere per l'accosto e la riparazione delle imbarcazioni nei porti turistici" di A. Noli e S. Stura (atti della II^a edizione delle Giornate Italiane di Ingegneria Costiera AIPCN – PIANC – Ravenna 1995) (allegato G)

B16. Impianto per il ricambio e l'ossigenazione delle acque interne

Un ridotto ricambio delle acque interne portuali può produrre concentrazione di sostanze inquinanti e riduzione del tasso di ossigeno disciolto.

Nei mari a bassa escursione di marea è necessario favorire artificialmente la circolazione delle acque in ambito portuale, utilizzando una o più delle seguenti soluzioni:

- collegamento idraulico dello specchio acqueo interno con il mare a mezzo di tubazioni di diametro variabile, localizzate in corrispondenza dei punti più ridossati e lontani dall'imboccatura;
- installazione di diffusori a pale inseriti nelle predette tubazioni (o di altro dispositivo di pompaggio), al fine di aumentare artificialmente il flusso, contribuendo al completo ricambio delle acque in tempi ragionevolmente contenuti (12 ÷ 48 ore);
- installazione di ossigenatori in zone particolarmente ridossate. Detti dispositivi pompano, dalla superficie libera sul fondale, aria in bolle di piccolo diametro, rimescolando con moti verticali ed orizzontali l'acqua circostante e producendo così un aumento della percentuale di ossigeno disciolto nell'acqua. Gli ossigenatori sono alimentati con motori elettrici subacquei, costruiti per resistere all'ambiente aggressivo marino;
- creazione di un ampio bacino lontano dall'imboccatura (piallazza) per aumentare lo scambio idrico prodotto dal gradiente di marea.

Allegati

- A. **"Floating breakwaters. A practical guide for design and construction"** - Rapporto Tecnico AIPCN – PIANC del WG 13 – PTC II (supplemento al Bollettino AIPCN – PIANC n. 85)
- B. **"Review of selected standards for floating dock designs"** - Rapporto Tecnico Speciale AIPCN – PIANC della Commissione SPN (supplemento al Bollettino AIPCN – PIANC n. 93)
- C. **"Distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica nei porti turistici"** di G. Parise (atti della 2^a edizione delle Giornate Italiane in Ingegneria Costiera AIPCN – PIANC – Ravenna 1995)
- D. **"Marine service connections"** - Rapporto Tecnico Speciale AIPCN – PIANC della RECCOM (2001)
- E. **"Guidance on marine sanitation pumpouts"** - Rapporto Tecnico AIPCN – PIANC del WG7 – SPN (Supplemento al Bollettino AIPCN – PIANC n. 93)
- F. **"Life Cycle Management of port structures. General principles"** Rapporto Tecnico AIPCN – PIANC del WG31 – PTC II (Supplemento al Bollettino AIPCN – PIANC n. 99)
- G. **"Opere per l'accosto e la riparazione delle imbarcazioni nei porti turistici"** di A. Noli e S. Stura (atti della 2^a edizione delle Giornate Italiane di Ingegneria Costiera AIPCN – PIANC – Ravenna 1995)

Riferimenti normativi per le procedure autorizzative ai fini del rilascio del certificato di prevenzione incendi.

- ***DPR n. 37 del 12.01.98 (G.U. n. 57 del 10.03.1998)***

Riporta le procedure per la richiesta del nulla osta preventivo a seguito dell'esame del progetto e per la conseguente richiesta del certificato di prevenzione incendi, introducendo l'istituto della autocertificazione per l'inizio attività e per il rinnovo dello stesso certificato.

- ***DM del 10.03.1998 del Ministero dell'Interno di concerto con altri dicasteri (G.U. n. 81 del 7.04.1998)***

Tratta le problematiche della prevenzione e della protezione antincendio nei luoghi di lavoro. Prevede la individuazione del livello di rischio e la elaborazione del documento di valutazione dei rischi connessi alle attività, nonché le misure che il gestore (datore di lavoro) intende adottare per mitigare i rischi stessi. Emanato in attuazione del disposto di cui all'art. 13 del D. L.vo n° 626/1994.

- ***Legge n° 46/1990 (G.U. n. 59 del 12.03.1990)***

Riporta le norme da osservare per la sicurezza degli impianti. Sono indicati gli impianti cui le norme si applicano, nonché i soggetti abilitati ed i requisiti tecnico professionali. Nei vari articoli sono indicate le disposizioni da osservare per la progettazione e per la esecuzione e/o installazione degli stessi. Viene anche disposto il rilascio delle dichiarazioni di conformità a cura delle ditte installatrici

- ***Norme UNI n° 10779 – Ente Nazionale Italiano di Unificazione – Edizione Settembre 1998.***

Sono norme volontarie che si riferiscono alle reti di idranti per la protezione antincendio, indicando criteri tecnici per la progettazione, installazione ed esercizio. In forza dei disposti della Legge n° 46/1990, gli impianti, i materiali

ed i componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'UNI e del CEI, sono considerati costruiti a "regola d'arte".

- ***D. L.vo n° 626/1994 (G.U. n. 265 del 12.11.1994) e D. L.vo n° 242/1996 (G.U. n. 104 del 06.04.1996)***

Il D. L.vo n° 626/1994, modificato con il D. L.vo n° 242/1996, è stato emanato in attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro. I due dispositivi di legge stabiliscono fra l'altro, nel proprio campo di applicazione, le misure generali di tutela nonché gli obblighi dei vari soggetti (datore di lavoro, dirigenti, preposto e lavoratori).

- ***Circolare n. 70 del 24.04.1964 dell'allora Ministero della Marina Mercantile***

Tratta della realizzazione degli impianti fissi di distribuzione carburanti per uso nautico, nell'ambito del demanio marittimo e dei porti. Pone, in particolare, limitazioni di capacità dei serbatoi e criteri di costruzione degli impianti, in relazione ai disposti del D.M. del 31.07.34 che tratta in generale della installazione e gestione degli impianti di oli minerali.

- ***D.M. del 31.07.1934 del Ministero dell'Interno (G.U. n. 228 del 28.09.1934)***

Testo di approvazione delle "Norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali e per il trasporto degli oli stessi", nel cui articolato sono compresi gli impianti fissi per la distribuzione dei carburanti.

- ***D.P.R. del 18.04.1994 n. 420***

Regolamento recante norme di semplificazione delle procedure di concessione per l'installazione di impianti di lavorazione o deposito di oli minerali. Tale regolamento tratta anche delle procedure da seguire per le concessioni nelle aree del demanio marittimo.

Riferimenti bibliografici

1. A.I.P.C.N.-P.I.A.N.C, *Final report of the international commission for sport and plesure navigation*, Annex to bulletin n. 25 (Vol.III), Bruxelles, 1976.
2. A.I.P.C.N.-P.I.A.N.C, *Guidance on facility and management specification for marine Yacht Harbours and Inland Waterland Marinas with respect to User Requirements*, Reporting on WG. 5, Annex to bulletin n. 75, Bruxelles, 1991.
3. A.I.P.C.N. – P.I.A.N.C. *“Inspection, Maintenance and Repair of Maritime Structures exposed to natural degradation caused by a salt water environment”* Technical Report of WG17, 1990.
4. A.I.P.C.N.-P.I.A.N.C, *Report of the SPN Commission*, Annex to bulletin n. 38, Bruxelles, 1981.
5. A.I.P.C.N.-P.I.A.N.C, *Analysis of Rubble Mound Breakwaters, Report of WG 12*, Annex to bulletin n.78/79, Bruxelles, 1992.
6. A.I.P.C.N.-P.I.A.N.C, *Criteria for movements of moored ships in harbours a pratical guide, Report of WG 24*, Bruxelles, 1995.
7. A.I.P.C.N.-P.I.A.N.C (1997) *“Approch channels, a guide for designs”*, final report of the joint PIANC-IAPH group II-30 in cooperation with IMPA e IALA
8. Adamson S. H., *Seaside Piers*, Ed. Batsford Ltd in association with the Victorian Society, London, 1977.
9. A.S.C.E, *Planning and design guidelines for small craft harbours*, New York, 1994.
10. Ashford N. J., Wright P. H., *Transportation Engineering, Planning and Design*, John Wiley & Sons, New York ,1989.

11. Borzani G., *Evoluzione dei criteri di progettazione delle dighe marittime di difesa dei porti*, Sez. Ital. A.I.P.C.N.
12. Bruun P., *Harbour Planning, Port Engineering, vol. 1*, Gulf Publishing Company, Houston, 1989.
13. B.S. 6349 Part 1, *British standard code of practice for maritime structures*.
14. Canadian Manuscript, *Report of fisheries and aquatic sciences* n.1629, 1981.
15. CIRIA - CUR, *Manual on use of rock in coastal and shoreline engineering*, 1991.
16. Conseil Superieur de la Navigation de Plasaince, *Les ports de plaisance, guide de conception*, 1992.
17. Conti M., 1996, "Lay-out e dimensionamento del porto turistico", in *Atti del corso di aggiornamento "La progettazione integrata del porto turistico"*, Politecnico di Milano, 16-24 Gennaio 1996, pp. 61-76.
18. EAU, *Recommendations of the committee for waterfront structures*.
19. Euromarina, *Consolidated code of recommendations for the administration service levels and environment of yacht harbours*, European Federation of Yachting Harbours, France, 1996.
20. Ferrante A., *Coppia di scogliere frangiflutti nei porti turistici – Atti della IV^ edizione delle Giornate Italiane di Ingegneria Costiera - Sezione Italiana AIPCN – PIANC* - Cagliari 1999.
21. Ferrante A., *Progettazione di scogliere frangiflutti in massi naturali – Giornale del Genio Civile – Aprile/Maggio/Giugno 1994*

22. Franco L., Marconi R., *"Marina design and construction"*, in Marina Developments, (Eds. W.R. Blain), Computational Mechanics Publications, Southampton, 1993, pp. 143-213.
23. Franco L., Marconi R., Marconi C. A., "Water and Electrical Supply for Marinas: An Italian Survey on Actual Consumptions Towards Updated Design Guidelines", in *Marina Tecnology, Proceedings of the Second International Confrence*, Southampton, UK, 31 March- 2 April 1992, (Eds. W. R. Blain), Computational Mechanics Publications, Southampton, 1992, pp. 531-549.
24. Franco L., Marconi R., *Porti turistici, guida alla progettazione e costruzione*, Maggioli Editori, Rimini, 2⁰ ediz.1999
25. Head D., *Marinas*, Viewpoint Publication, London, 1976.
26. Lamberti A., *Agitazione ondosa nei porti turistici – Atti della 2^a edizione delle Giornate Italiane di Ingegneria Costiera* Sezione Italiana AIPCN – PIANC - Ravenna 1995.
27. Matteotti G. *"Lineamenti di costruzioni marittime"* SGE Ed. Padova, 2000
28. Ministero LL.PP. - CNR, *Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime.*
29. Noli A., Marconi R. : « Indagine su caratteristiche e valori dei consumi idropotabili nell'ambito di strutture portuali turistiche ». Conf. Su « La conoscenza dei consumi per una migliore gestione delle infrastrutture acquedottistiche » ; Sorrento, Italia, 1990.
30. Nichol J, *Floacting structure design overviews and trends*, 1991.
31. Pizzardi P., 1996, "Il sistema complessivo degli impianti", in *Atti del corso di aggiornamento "La progettazione integrata del porto turistico"*, Politecnico di Milano, 16-24 Gennaio 1996, pp. 77-116.

32. Poletti A., *La progettazione integrata dei porti turistici*, *Atti del corso di aggiornamento* Politecnico di Milano, 16-24 Gennaio 1996.
33. Regione Lazio, Università di Roma "La Sapienza", aggiornamento del "*Piano di Coordinamento dei Porti*", 1997
34. Regione Toscana, Giunta Regionale, *Piano Regionale di coordinamento dei porti e approdi turistici della Toscana*, Firenze, 1992.
35. Torre A., *Waterfront Development*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.
36. Tsinker G. P., *Handbook of Port and Harbour Engineering*, International Thompson Publishing, Florence, 1996.
37. Viola P., 1996, "*La complessità del progetto del porto turistico*", in *Atti del corso di aggiornamento "La progettazione integrata del porto turistico"*, Politecnico di Milano, 16-24 Gennaio 1996, pp. 215-227.
38. Zambelli A., 1996, "*Il sistema complessivo degli impianti*", in *Atti del corso di aggiornamento "La progettazione integrata del porto turistico"*, Politecnico di Milano, 16-24 Gennaio 1996, pp. 201-214.