



**Interreg**



UNIONE EUROPEA



**MARITTIMO-IT FR-MARITIME**

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

# **COMPONENT T2**

## **STRATEGIA TRASFRONTALIERA DI PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI**

### **OUTPUT T2.1**

**STRATEGIA CONGIUNTA TRANSFRONTALIERA PER LA  
REDAZIONE DEI PIANI DI INTERVENTI DI DIFESA COSTIERA**

La cooperazione al cuore del mediterraneo

---



<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INDIRIZZI PER LA DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA TRANSFRONTALIERA DI PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI – IL MONITORAGGIO ED I PROTOCOLLI METODOLOGICI .....</b>	<b>5</b>
1.1 LA COMPONENT T1 – SINTESI DEI RISULTATI .....	5
1.2 I PROTOCOLLI METODOLOGICI DELLA COMPONENT T2 .....	7
1.2.1 <i>Metodologia di analisi dei fenomeni legati al moto ondoso (report T2.1.1 e T2.1.2) .....</i>	<i>7</i>
1.2.2 <i>Metodologia di analisi dei fenomeni legati al bilancio sedimentario costiero (report T2.2.3)....</i>	<i>8</i>
1.2.3 <i>Metodologia di analisi legata all'evoluzione delle coste alte (report T2.3.4).....</i>	<i>9</i>
1.2.4 <i>Metodologia per la valutazione delle pressioni e degli impatti su habitat e ed ecosistemi marino costieri (report T2.4.5) .....</i>	<i>10</i>
1.2.5 <i>Metodologia per la gestione del rischio costiero (report T2.1.1. e T2.3.4.).....</i>	<i>11</i>
1.3 LE AREE PILOTA .....	12
1.3.1 <i>Criteri di individuazione e specificità dei siti (report T2.6.7).....</i>	<i>12</i>
1.3.2 <i>Scala spaziale e contenuti metodologici.....</i>	<i>13</i>
<b>2. PROPOSTA METODOLOGICA PER LA REDAZIONE DEI PIANI DI INTERVENTO DI DIFESA COSTIERA NELLE AREE PILOTA .....</b>	<b>16</b>
2.1 LA STRATEGIA (GIZC) NELLO SPAZIO TRANSFRONTALIERO ITALO-FRANCESE - STATO DELL'ARTE .....	16
2.2 INDIRIZZI STRATEGICI.....	17
<b>3. INDICAZIONI PER LA GESTIONE DELLA FASCIA COSTIERA A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEI PIANI D'INTERVENTO.....</b>	<b>20</b>
3.1 REDAZIONE DEI PIANI D'INTERVENTO.....	20
3.1.1 <i>Identificazione dei problemi e delle criticità.....</i>	<i>20</i>
3.1.2 <i>Comprensione dei processi.....</i>	<i>21</i>
3.1.3 <i>Definire le possibili tipologie di intervento. ....</i>	<i>22</i>
3.1.4 <i>Scelta strategica integrata. ....</i>	<i>22</i>
3.2 SCENARI DI GESTIONE DEL RISCHIO PRE E POST INTERVENTO. ....	23
3.3 ELABORAZIONE DEI RISULTATI .....	23
<b>4. INDICAZIONI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO COSTIERO A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEI PIANI DI PROTEZIONE CIVILE.....</b>	<b>24</b>
4.1 ANALISI DEL RISCHIO DA MAREGGIATA E DA FRANA.....	24
4.1.1 <i>Pericolosità.....</i>	<i>25</i>
4.1.2 <i>Rischio .....</i>	<i>25</i>
4.2 INDICAZIONI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO MAREGGIATE E PER LA REDAZIONE DEI PIANI DI PROTEZIONE CIVILE. ....	25
4.2.1 <i>Sistemi di previsione.....</i>	<i>25</i>
4.2.2 <i>Sistemi di allerta.....</i>	<i>26</i>
4.2.3 <i>La gestione del rischio .....</i>	<i>26</i>
4.2.4 <i>Operatività .....</i>	<i>26</i>
4.2.5 <i>Ritorno alla normalità .....</i>	<i>27</i>
4.2.6 <i>Ritorno di esperienza.....</i>	<i>27</i>

---



## PREMESSA

Obiettivo chiave del presente documento è rappresentato dall'esigenza di definire una strategia congiunta transfrontaliera finalizzata alla redazione del Piano degli interventi in "Aree Pilota", individuate e selezionate dalle Regioni sulla base di elementi e caratteristiche di rappresentatività e replicabilità degli approcci di analisi e studio adottati dal progetto.

Denominato "*Strategia transfrontaliera di pianificazione degli interventi*", output della component T2, si propone di descrivere il percorso logico adottato che ha consentito di raggiungere l'obiettivo sopra definito, attraverso una sintesi delle attività e dei prodotti ad oggi realizzati.

Nella sua impostazione progettuale, MAREGOT ha dedicato tre sezioni tecniche, *component T1, T2 e T3*, funzionali all'individuazione di cardini comuni – monitoraggio, metodologie di analisi, pianificazione – rispetto ai quali strutturare una strategia congiunta. Nel disegno progettuale le *component* sono correlate fra loro per realizzare la migliore integrazione possibile tra i risultati delle attività condotte dai singoli partner.

È in quest'ottica che nella stesura di questo documento è richiamata la precedente component T1, soprattutto facendo riferimento alle conclusioni contenute nell'OUTPUT T.1 "*Revisione integrata dei Piani di Monitoraggio*" che, a seguito dell'analisi critica e del confronto tra le procedure di monitoraggio utilizzate nei diversi territori dell'area di cooperazione e tenendo conto dei punti di forza/opportunità e dei punti di debolezza/minacce, ha consentito di rivisitare e integrare le metodologie di raccolta e le tipologie dei dati descritte dai partner per le regioni di riferimento nello spazio transfrontaliero.

Partendo dall'assunto che l'ambito costiero è un sistema complesso da analizzare e capire, in continua evoluzione e quindi mutevole nella sua organizzazione spaziale, costituito da più Componenti dinamiche in interazione tra loro, in questo documento si propone una sintesi essenziale dei protocolli/schemi metodologici settoriali realizzati dai partner, quali strumenti per la comprensione dei processi e la previsione degli scenari evolutivi relativi ai temi di moto ondoso, bilancio sedimentario, evoluzione delle coste alte, habitat marino costiero e della gestione del rischio, rimandando, per una trattazione più esaustiva ai report metodologici della component T2.

Nell'ambito di questa component sono stati inoltre identificati i siti pilota, funzionali allo sviluppo del progetto, nei quali applicare le metodologie elaborate per ciascun tema trattato, seguendo un approccio integrato tra i vari temi. Per le monografie dei siti pilota, così come per gli elaborati metodologici, sarà proposta una sintesi delle attività all'interno di questo documento, rimandando per maggiori dettagli ai corrispondenti report.

La parte centrale del documento richiama la strategia transfrontaliera già riconosciuta e adottata in Italia ed in Francia, con la firma a Madrid nel 2008, del "Protocollo sulla Gestione Integrata delle Zone Costiere del Mediterraneo" (GIZC), evidenziando le reciproche interazioni e i principi comuni fra i due paesi transfrontalieri.

Il riconoscimento di tali principi generali e l'adozione di tale strategia congiunta e transfrontaliera indirizza in ultimo, la stesura della proposta metodologica per la redazione dei piani degli interventi di difesa costiera alla scala/a livello di Unità fisiografica o sub unità basata su uno schema logico concettuale, come segue:

- a) *Identificare i problemi /criticità* presenti a livello di unità fisiografica secondo una logica di priorità (acquisizione delle conoscenze attraverso studi e monitoraggi specifici)
- b) *comprendere i processi* alla base delle fenomenologie individuate e quindi prevedere gli scenari evolutivi ad essi associati (metodologie di analisi dei fenomeni legati al bilancio sedimentario, all'evoluzione delle coste alte, alla valutazione delle pressioni su habitat ed ecosistemi costieri);
- c) *definire le possibili tipologie di intervento*, i vantaggi e gli svantaggi di ognuna anche in termini di impatti ambientali e costi di realizzazione e manutenzione, indirizzando le scelte, o combinazioni di scelte e le priorità d'intervento tra le possibili soluzioni (Redazione dei piani);
- d) *definire scenari di gestione del rischio*, con l'obiettivo di offrire indicazioni di buone pratiche sia a livello pianificatorio sia a livello di gestione degli eventi calamitosi.



# 1. INDIRIZZI PER LA DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA TRANSFRONTALIERA DI PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI – IL MONITORAGGIO ED I PROTOCOLLI METODOLOGICI

## 1.1 LA COMPONENT T1 – SINTESI DEI RISULTATI

Obiettivo della prima fase del Progetto MAREGOT è stato quello di analizzare gli attuali sistemi di monitoraggio costiero nelle regioni partner (report T1.1.1) per evidenziare criticità e punti di forza e proporre indicatori comuni utili per la definizione di protocolli condivisi di monitoraggio del sistema litorale da adottare nello spazio transfrontaliero (Report T1.2.2.).

L'output finale della component T1, partendo dalle conclusioni e dai risultati dei due report, analizza per le 4 aree tematiche relative a clima ondoso, bilancio sedimentario, coste alte, -habitat marino-costieri, quali tipologie e con quali modalità sono condotti i monitoraggi nelle diverse regioni, quali e come essi vengono utilizzati nelle attività di pianificazione, in relazione agli strumenti normativi di riferimento nei due paesi, Italia e Francia, entrambi sottoscrittori del Protocollo GIZC.

Per gli approfondimenti sul tema si rimanda all'output della component T1.

Per la costruzione della strategia comune, è però di interesse evidenziare il differente assetto organizzativo rispetto alle competenze istituzionali in materia ambientale per la fascia costiera nei due Paesi, Italia e Francia, caratterizzati, rispettivamente, per l'Italia da un marcato fenomeno di regionalizzazione delle competenze, anche legislative, in materia di pianificazione dei territori e di inquadramento delle operazioni di gestione delle zone costiere e per la Francia da una decisa centralità statale della azione legislativa, cui si associa una *governance* di livello locale/regionale per la gestione amministrativa del demanio costiero. In sostanza nei due Paesi lo Stato centrale è comunque garante della tutela dell'ambiente della fascia costiera, intervenendo però attraverso meccanismi differenti: in Italia la tutela è spesso realizzata in maniera indiretta, attraverso il ricorso ad altre legislazioni, oppure attraverso strumenti di indirizzo e coordinamento, rivolti alle regioni che sviluppano e organizzano le proprie politiche in ambito costiero e marittimo, come le *Linee Guida Nazionali per la difesa delle coste dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici* o la costituzione di organismi tecnici di livello nazionale, vedi l'*Osservatorio Nazionale sull'erosione costiera*, (ancora in fase embrionale) che dovrà essere in grado di promuovere processi di pianificazione e di attuazione integrata delle politiche ambientali per la tutela delle zone costiere; in Francia come detto, il livello statale esercita le proprie competenze attraverso l'emanazione di specifiche norme che tutelano le coste e promuovono i principi fondamentali di riferimento per il settore, direttamente derivati dai principi sanciti a livello internazionale (loi littoral).

Un ultimo aspetto caratterizzante del modello francese è l'istituzione della Conservatoire du littoral, che opera con finalità di salvaguardia fondiaria della fascia costiera, attuata attraverso l'acquisizione di terreni su cui realizzare interventi strutturali e/o gestionali per la protezione ed il recupero della naturalità dei siti e degli equilibri ecologici.

Rispetto alla disamina dei monitoraggi condotti nelle diverse Regioni, specifici per ogni campo tematico d'indagine, è rilevante in questo contesto evidenziare quale scenario emerge dai risultati della SWOT, condotta sui contributi scaturiti dal lavoro dei singoli partner.

In riferimento ai dati meteo climatici marini si rileva un grande patrimonio di metodologie di misura, di dati e competenze, cui corrisponde un basso livello di condivisione delle informazioni tra i vari territori e una bassa accessibilità alla grande mole di dati raccolti negli anni e, conseguentemente, la difficoltà di un loro utilizzo sistematico e standardizzato.

Il quadro evidenzia che i dati disponibili possono essere utilizzati nelle attività di pianificazione, sebbene nella costruzione della strategia congiunta si deve tener conto della necessità di definire standard di interoperabilità dei dati.

L'approccio allo studio e monitoraggio dei fenomeni erosivi connessi alle coste alte ha evidenziato la disponibilità di strumenti e tecniche di monitoraggio che possono essere scelti in funzione degli indicatori che si intende rilevare, dell'accuratezza delle misure e della loro frequenza. D'altra parte i risultati dell'analisi mostrano che, tranne qualche eccezione, non esistono o sono estremamente limitate le attività di rilevamento specifico sulle coste rocciose anche per la difficoltà di definizione di una corretta zonazione della pericolosità geomorfologica su cui progettare sistemi di monitoraggio dei fenomeni di instabilità, efficaci e rispondenti alle esigenze di gestione dei litorali.

Per quanto riguarda i sistemi litorali e le valutazioni del bilancio sedimentario, si identifica come elemento strategico l'introduzione di monitoraggi sui bacini fluviali costieri, quale input di apporto di volumi sedimentari nelle Unità fisiografiche/celle sedimentarie costiere.

L'aspetto distintivo emerso per i monitoraggi classicamente condotti nei sistemi di spiaggia è l'esistenza di metodologie d'indagine sostanzialmente comuni tra tutti i partner, sebbene si rilevi un quadro disomogeneo tra Italia e Francia sia per quanto riguarda le competenze gestionali/amministrative che per la diversità dell'approccio di studio.

La strategia congiunta potrà però avvantaggiarsi di manuali di riferimento e protocolli, in via di adozione o già adottati dalle Regioni, per sviluppare una piattaforma comune coerente con le Linee Guida nazionali prodotte a livello nazionale da Italia e Francia.

L'analisi dei monitoraggi sui bacini idrografici costieri, mirati alla valutazione del trasporto solido alla foce, ha evidenziato che le Regioni partner hanno un approccio tecnico sostanzialmente omogeneo basato su un set di indicatori definito sui quali predisporre protocolli di monitoraggio condivisi, ma una grave scarsità di dati e informazioni disponibili legata soprattutto ai costi elevati e ai tempi lunghi di acquisizione, aspetto quest'ultimo di cui si deve tener conto nella impostazione della strategia transfrontaliera, affinché possano essere approfondite adeguatamente le conoscenze sulle dinamiche fluviali e di gestione dei sedimenti e proposti interventi di riqualificazione per il ripristino del trasporto solido alle foci.

Tutte le regioni dispongono di protocolli di monitoraggio degli habitat marino-costieri e quindi di risultati utilizzabili nella pianificazione o in fase progettuale; tale punto di forza sembra essere favorito dall'esistenza di un quadro normativo discendente dalle Direttive Comunitarie, comuni ai due Stati, e dai regolamenti e protocolli tecnici collegati (monitoraggio delle praterie di *Posidonia oceanica*, dell'habitat coralligeno, etc). Ciononostante, anche in questo caso, i dati di monitoraggio, soprattutto di lungo periodo, risultano carenti determinando conseguenti difficoltà ad effettuare studi intertemporali significativi.

Di particolare interesse per la strategia transfrontaliera è l'individuazione di indicatori ambientali per la fascia costiera, utilizzabili a diverse scale di studio, valido per un livello pianificatorio, o specifico, di dettaglio, correlabile alla fase progettuale degli interventi, nei due ambiti, spiagge e coste rocciose.

Con specifico riferimento al tema del moto ondoso, riconosciuto fondamentale per il suo carattere trasversale rispetto a tutti gli altri aspetti affrontati, numerose opportunità sono rappresentate dallo sviluppo del Progetto MAREGOT quale occasione per una corretta definizione comunitaria/transfrontaliera di standard di interoperabilità dei dati e per un loro utilizzo nelle attività di pianificazione strategica e programmatica connesso alla presa d'atto di un quadro normativo ed un sistema di *governance* della pianificazione costiera diverso tra Italia e Francia.

Un altro significativo contributo riconducibile alla component T1 è il protocollo metodologico contenente gli indicatori comuni (Prodotto T1.2.2), predisposto con lo scopo di delineare un quadro di indicatori comuni per la progettazione dei piani di monitoraggio della fascia costiera, a partire da una sintesi che identifica i dati fisici di monitoraggio dello stato del mare per lo studio e per le finalità delle altre tematiche di progetto, bilancio sedimentario, coste alte e habitat marino costiero e per la gestione del rischio costiero. I protocolli di monitoraggio proposti dai Partner per ciascuna tematica affrontata, hanno infatti evidenziato in modo chiaro la necessità di adeguare la scala dei monitoraggi, spaziale e temporale, in relazione al processo da osservare e alla

sua dinamica evolutiva, oltre che l'esigenza di creare sinergie tra gli studi condotti, indicando le possibili interazioni tra le diverse attività e integrare il più possibile gli aspetti comuni.

Tra le opportunità che MAREGOT potrà cogliere è già stato sottolineato l'esempio virtuoso del Conservatoire du Littoral, eventualmente da replicare in tutta l'area transfrontaliera, che sul tema habitat marino costieri, adotta come strategia di gestione e pianificazione costiera l'ipotesi di acquisto pubblico di aree costiere da tutelare nel tempo favorendone la resilienza e diminuendo/riducendo/ostacolando l'antropizzazione e quindi l'azione dell'uomo quale causa principale della compromissione degli habitat e degli ecosistemi marini e litoranei e dell'accelerazione e accentuazione degli effetti dell'erosione costiera.

## **1.2 I PROTOCOLLI METODOLOGICI DELLA COMPONENTE T2**

Come già detto l'erosione delle coste è un fenomeno complesso, legato a dinamiche evolutive naturali, a volte indotte e condizionate da fattori antropici che alterano bruscamente gli equilibri e la capacità di resilienza dei sistemi costieri, la cui comprensione necessita di un approccio di analisi e studio di tipo sistemico.

Sono pertanto state sviluppate le metodologie di studio per la comprensione dei fenomeni che incidono sulla difesa della costa, allo scopo di inquadrare le cause e prevedere gli scenari evolutivi, sulla base dei quali realizzare i piani integrati di intervento per la gestione dell'ambiente marino costiero. Questi dovranno contenere le misure di mitigazione e adattamento al rischio associato all'erosione costiera e dovranno coordinarsi con quanto previsto dai piani di gestione del rischio costiero, ai sensi della Direttiva Alluvioni (2007/60/CE), per quanto attiene gli scenari di pericolosità da inondazione marina.

Per un approfondimento sul risultato del lavoro realizzato dal partenariato, si rimanda ai contributi monografici prodotti per le metodologie di analisi sviluppate in relazione ai seguenti temi: moto ondoso, bilancio sedimentario, evoluzione della costa alta, habitat marino costieri e gestione del rischio costiero

Questa parte del documento propone invece una lettura delle metodologie elaborate, tesa a far emergere gli aspetti strategici di interesse per gli obiettivi di progetto, ossia favorire la più ampia integrazione tra le metodologie classiche di analisi dei processi erosivi costieri, come gli aspetti meteomarini e le dinamiche sedimentarie, ampliando lo scenario delle relazioni con le dinamiche evolutive dei sistemi rocciosi e dei bacini idrografici afferenti, valutando gli impatti sugli habitat presenti rispetto ai processi erosivi analizzati e alle azioni umane ad essi connessi, secondo un approccio ecosistemico, finalizzato alla conservazione della risorsa e allo sviluppo sostenibile in linea con i principi della Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC).

In funzione di una sperimentazione delle metodologie settoriali proposte, come detto, sono stati inoltre scelti i siti pilota nei quali, applicare le metodologie con un approccio integrato tra alcuni temi. I criteri di individuazione e le specificità dei siti pilota saranno trattati nel successivo Cap. 1.3

### **1.2.1 Metodologia di analisi dei fenomeni legati al moto ondoso (report T2.1.1 e T2.1.2)**

L'analisi delle fenomenologie legate al moto ondoso ha portato alla elaborazione di due metodologie distinte riferite la prima, alla previsione e gestione del rischio costiero a breve termine in relazione ad eventi estremi, la seconda, alla previsione e gestione del rischio a lungo termine in relazione al fenomeno dell'erosione costiera anche per gli effetti causati dai cambiamenti climatici.

In sostanza, per il rischio a breve termine, le indicazioni proposte sono orientate a fornire un adeguato supporto a chi dovrà provvedere a costruire sistemi di previsione e gestione del rischio di mareggiata di specifico interesse per la predisposizione dei piani di protezione civile, focalizzando l'interesse verso i prodotti per la previsione degli eventi di mareggiata in tempo reale.

Il rischio da mareggiata rientra nella Direttiva Alluvioni (2007/60/CE); esso è riferito ai danni per l'ambiente naturale, antropizzato e per la vita umana, quest'ultimo derivato dalla presenza di onde anomale e soprattutto da correnti di ritorno (rip currents), che si originano fra la riva e la fascia dei frangenti d'onda in particolari configurazioni batimetriche o a causa delle strutture costiere eventualmente presenti.

Per la realizzazione dei sistemi di previsione e allerta affidabili è necessario massimizzare l'integrazione tra osservazioni e previsioni. I modelli a grande scala sono utilizzati per l'estrazione dei parametri delle forzanti di vento, pressione onda di input nei modelli d'onda e idrodinamici usati per la ricostruzione delle aree potenzialmente inondabili.

I metodi e i modelli di previsione e gestione del rischio a breve termine sono definiti sulla base di studi sito-specifici (aree pilota) volti a descrivere il quadro conoscitivo in relazione ai fenomeni oggetto di indagine, allo stato dei sistemi di osservazione e previsione a scala regionale e locale e alle eventuali carenze. Dovranno in fase di studio, perciò, essere evidenziate tutte le situazioni meteomarine che comportano eventuali rischi, in relazione alla tipologia di costa, alta o bassa, in esame.

Sul fronte della riduzione/mitigazione del rischio l'eventuale necessità di realizzare interventi strutturali, richiede, per la loro progettazione, la disponibilità di dati quanto più accurati possibile, gli stessi da utilizzarsi anche per analizzare gli effetti dell'interazione del mare con la costa.

Per quanto attiene la valutazione del rischio costiero a lungo termine, esso è di supporto alle iniziative di pianificazione e gestione delle aree costiere in erosione, correlate a dinamiche di lungo periodo anche indotte dagli effetti dei cambiamenti climatici.

In quest'ambito, la stima previsionale dell'erosione costiera è condotta sulla base di una accurata analisi del clima meteomarinico, su una adeguata scala temporale di riferimento e una scala spaziale a livello di bacino. Queste informazioni sono utilizzate nei modelli del trasporto solido litoraneo, in cui le correnti sotto costa (long e cross shore) giocano un ruolo fondamentale. Questi modelli sono affetti da un elevato grado di incertezza ed è pertanto opportuno curare quanto più possibile l'accuratezza/correttezza dei dati di input e dei parametri di modellazione.

### **1.2.2 Metodologia di analisi dei fenomeni legati al bilancio sedimentario costiero (report T2.2.3)**

Per lo studio dei fenomeni legati al bilancio sedimentario, oltre alla metodologia per lo studio della dinamica sedimentaria litoranea, è stata introdotta una proposta metodologica per l'analisi dell'apporto solido dei bacini idrografici alle foci costiere, argomento di grande rilevanza ai fini della completa trattazione dell'argomento.

L'aspetto strategico rilevante in quest'ambito è senz'altro la predisposizione di uno schema metodologico comprendente indicatori e parametri analitici misurabili che consenta di caratterizzare l'ambiente fluviale, valutando le tendenze evolutive del corso d'acqua, le dinamiche di trasporto e la quantificazione in termini volumetrici e tessiturali dei sedimenti, quale input sedimentario verso le Unità fisiografiche/Celle sedimentarie costiere.

Lo studio e la conoscenza delle caratteristiche dei bacini idrografici, estende inoltre lo spazio fisiografico di interesse su cui prevedere interventi e misure gestionali nei piani di difesa costiera, oltre il tratto litorale considerato.

A tale proposito sono state individuate diverse metodologie di misurazione indirette, in relazione al grado di approfondimento richiesto nello studio. La più semplice, basata sul metodo di Gavrilovic, utilizza essenzialmente informazioni, anche bibliografiche, sulle caratteristiche geologiche, morfologiche e di uso del suolo, con la finalità di stimare la produzione di sedimenti alla scala di bacino idrografico e in corrispondenza di sezioni significative. La proposta metodologica più complessa adottata richiama la metodologia del "*Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua*" -IDRAIM-, semplificata e adattata alle finalità di questo progetto, scelta per le sue caratteristiche di flessibilità e adattabilità agli studi di riqualificazione fluviale, gestione dei sedimenti e pianificazione di interventi di ripristino morfologico.

Il metodo presenta una struttura a fasi logiche, multicriteriali e sequenziali tra loro che consentono la caratterizzazione del sistema idrografico attraverso l'analisi dello stato attuale (fase 1), l'analisi dei processi evolutivi a diverse scale spaziali e temporale (fase 2), il monitoraggio e la previsione delle tendenze evolutive e

degli scenari futuri (fase 3); la costruzione di una proposta di gestione e di *governance*, con proposta di azioni di intervento nei tratti critici prioritari.

Oltre all'obiettivo direttamente correlato di caratterizzazione quali-quantitativa del trasporto solido fluviale, per lo studio del bilancio sedimentario costiero, sono previste misure per la gestione dei sedimenti e proposta di interventi per il miglioramento dello stato morfologico dei corsi d'acqua e delle conseguenti condizioni di trasporto solido alle foci.

Per quanto riguarda gli studi della dinamica sedimentaria e della tendenza evolutiva del litorale, funzionali alla valutazione del bilancio sedimentario nei sistemi depositi, il report metodologico ha evidenziato la necessità di acquisire un quadro conoscitivo completo che considera un'indagine storica finalizzata alla comprensione dei fattori condizionanti i processi evolutivi e il loro trend.

Oltre a queste indagini di natura prevalentemente bibliografica, dovrà essere condotta un'importante attività di campo sul litorale per la rilevazione morfometrica della spiaggia emersa e sommersa e per la caratterizzazione sedimentologica dei depositi finalizzati alla conoscenza di base, su vasta scala, degli aspetti che governano il litorale, o al monitoraggio, condotto generalmente su tratti localizzati, mirato al controllo evolutivo del sistema a breve e medio termine.

Per questo campo tematico, si sottolinea il valore strategico legato all'impegno richiesto per realizzare una reale integrazione tra l'analisi del moto ondoso, lo studio dei bacini idrografici, le dinamiche evolutive delle coste alte e dei sistemi depositi le biocenosi marine costiere. Solo attraverso questo approccio integrato si potranno ottenere soluzioni di intervento e misure gestionali più efficaci in un'ottica di *governance* della fascia costiera.

### **1.2.3 Metodologia di analisi legata all'evoluzione delle coste alte (report T2.3.4)**

Il report metodologico proposto è sviluppato nel campo degli studi di morfologia costiera correlati alle interazioni tra processi marini e gravitativi che agiscono sulle coste alte rocciose. È finalizzato a caratterizzare i versanti costieri in funzione della loro propensione alla instabilità, indicando elaborazioni appropriate per la valutazione dinamica e integrata dei processi terrestri e marini, basata sulle analisi di stabilità.

L'elaborazione di una valida proposta metodologica ha dovuto tener conto di alcune criticità specifiche, quali l'assenza di un quadro omogeneo di esperienze di monitoraggio esistenti e pregresse comuni, o di normative di indirizzo per la pianificazione degli interventi. In alcune regioni questo ha conseguentemente comportato una intensa attività programmatica di interventi, in risposta a puntuali emergenze di protezione civile, che incidono in maniera superficiale sulla cronicità della pericolosità idrogeologica da rischio di frana e non tengono conto delle complessità dei fenomeni di instabilità correlati alla azione combinata della componente marina, aspetto che sarà affrontato nell'ambito di questo progetto.

Il tema è trattato in termini molto ampi rispetto allo stato dell'arte in materia, si propone di focalizzare in particolare le indagini integrate multidisciplinari che considerano gli ambienti emerso e sommerso in un unico sistema di dinamiche evolutive.

Il metodo si avvale di: a) una serie di indagini, dirette e indirette, volte ad acquisire i dati utili per l'identificazione dei processi che generano i principali eventi erosivi nelle coste rocciose; b) di una proposta di analisi e di elaborazione dei dati per la valutazione dello stato di instabilità dei siti studiati e la comprensione dei processi in atto e, a scala più ampia, per l'elaborazione di un modello di suscettività al dissesto costiero e del rischio di frana, per la zonazione delle aree più fragili sui quali programmare interventi di mitigazione; c) la valutazione delle dinamiche evolutive del tratto di costa, mediante lo studio, in chiave locale, dei processi erosivi presenti all'interno dell'unità fisiografica, ad una scala di dettaglio consona allo specifico fenomeno di instabilità considerato.

L'analisi prevede un'importante fase di raccolta di dati e informazioni sia sul settore emerso che sommerso, per la caratterizzazione del contesto in relazione ai fattori predisponenti il dissesto (geologici in senso lato) e innescanti (idrodinamici e climatici), per l'analisi dei sedimenti e dei processi erosivi al piede della falesia,

correlata ai processi di interazione tra moto ondoso e costa e per la valutazione del contributo dei depositi di frana al rifornimento dei litorali.

Le tecniche classiche di acquisizione sono supportate e integrate da tecniche di rilevamento basate sull'impiego di tecnologie avanzate o di tecniche di telerilevamento, particolarmente utili per la ricostruzione e lo studio di falesie e versanti costieri difficilmente accessibili.

Il metodo propone una piattaforma software con applicativi cartografici specifici, per la gestione e la condivisione dei dati in un ambiente GIS e per la loro esposizione mediante una interfaccia Web-Gis. Tale piattaforma costituisce un perno fondamentale per la fruizione delle informazioni e dei dati acquisiti, organizzati all'interno di un geodatabase, che consente l'analisi e la confrontabilità, spaziale e numerica dei dati acquisiti e delle loro elaborazioni.

La valutazione della dinamica evolutiva proposta è finalizzata a due obiettivi riferiti alla scala locale e regionale. Il primo, riferibile allo studio di dettaglio del singolo versante costiero, verifica la pericolosità e il rischio idrogeologico e costituisce la base di conoscenza per la progettazione di eventuali interventi di mitigazione; il secondo, di minor dettaglio, individua con accettabile approssimazione le aree con diversi gradi di dissesto e si configura come strumento di pianificazione e di gestione del rischio per i settori rocciosi della fascia costiera.

Gli studi, alle due scale di osservazione, si basano sugli stessi modelli concettuali generali e utilizzano pertanto le stesse metodologie di indagine.

Per l'analisi di scala regionale, sarà sviluppata una zonazione della suscettività, della pericolosità e del rischio di frana, basata sulla determinazione di alcune caratteristiche chiave.

#### **1.2.4 Metodologia per la valutazione delle pressioni e degli impatti su habitat e ed ecosistemi marino costieri (report T2.4.5)**

Il report propone un quadro metodologico per la valutazione di pressioni e impatti antropici sugli habitat e gli ecosistemi marini e litoranei, introducendo in concreto la dimensione biotica nella strategia transfrontaliera per la redazione dei piani di interventi di difesa dall'erosione, quale fattore componente fondamentale di valutazione dello stato di salute dell'ambiente costiero e della sua capacità di adattamento ai mutamenti in atto.

Alcuni habitat costieri, come le praterie di *Posidonia oceanica* e i loro depositi sulle spiagge, o gli ambienti di transizione, come quelli dunali e delle zone umide costiere o ancora le falesie rocciose, rivestono, di fatto, un ruolo fondamentale attivo nel contrasto/attenuazione dei processi erosivi legati all'impatto del moto ondoso sulla costa e alle inondazioni costiere, contribuendo talvolta significativamente all'equilibrio del bilancio sedimentario dei sistemi depositi.

I monitoraggi relativi agli ambienti marino costieri sono condotti in modo diffuso e uniforme nell'area transfrontaliera, supportati da un quadro normativo comunitario che vincola gli stati membri a tale attività e questo, unitamente alla comparabilità fisiografica delle coste italiane e francesi che consente l'individuazione di habitat ed ecosistemi comuni, favorisce l'adozione di un protocollo metodologico condiviso.

Il metodo proposto si basa sullo schema "*Determinanti Pressioni Stato Impatti Risposte*" - DPSIR -, utilizzato per individuare in modo preciso gli indicatori di valutazione delle pressioni e d'impatto delle attività antropiche sugli habitat e gli ecosistemi.

Sulla base dei dati raccolti attraverso un questionario compilato dai partner di progetto, sono state realizzate sei schede tecniche contenenti gli elementi da analizzare per le valutazioni delle attività, processi e comportamenti umani, delle pressioni e degli impatti da essi derivati e le possibili misure di tutela, per gli habitat considerati: praterie e banquette di *Posidonia oceanica*, coste rocciose, coste sabbiose, dune e vegetazione dunale, zone umide.

Nel report i principi strategici comuni proposti sono 3:

- 1) scegliere una scala spazio temporale appropriata in relazione all'habitat e al tipo di pressione considerati, tenuto conto inoltre delle interazioni che si producono nello spazio terra-mare e nell'ambito spiaggia – retro spiaggia, adottando misure appropriate e articolate su varie scale temporali (breve, medio e lungo termine) in relazione ai diversi scenari previsionali di rischio di erosione;
- 2) tutelare gli habitat e gli ecosistemi costieri, tenuto conto del carattere dinamico del sistema costiero all'interno del quale si inserisce il fenomeno erosivo, quale processo morfoevolutivo naturale al quale si adattano, in modo progressivo, gli ecosistemi costieri svolgendo un importante ruolo tampone tra pericoli naturali e azioni umane;
- 3) condividere le conoscenze, con particolare riguardo ai sistemi di diffusione fra i portatori di interesse delle informazioni ambientali e dei dati specifici sugli habitat e gli ecosistemi marini costieri e delle misure di conservazione.

Per i territori soggetti a rischio di erosione, l'applicazione dei principi enunciati prevede:

- a) una strategia di gestione multiscala, integrata sul piano spaziale e temporale, coerente con le opzioni di prevenzione del rischio costiero e di riassetto urbanistico del territorio e (adozione di schemi di monitoraggio costanti nel tempo, valorizzati per previsioni temporali con orizzonte 2030, 2050 e 2100);
- b) l'integrazione delle misure di tutela di habitat ed ecosistemi costieri nelle politiche di gestione dei litorali, negli strumenti di pianificazione, attraverso una gestione fondiaria delle proprietà pubbliche e nell'applicazione dei processi partecipativi e di *governance*;
- c) la tutela degli ambienti e dei processi naturali, attraverso la diffusione, in specifici contesti, di sistemi gestionali flessibili e adattativi e la riqualificazione degli ambienti degradati per il recupero delle funzionalità ecosistemica.

### **1.2.5 Metodologia per la gestione del rischio costiero (report T2.1.1. e T2.3.4.)**

Il rischio costiero può essere declinato secondo due tipologie di rischio: il rischio da mareggiata ed il rischio da frana trattate rispettivamente nei report T2.1.1. e T2.3.4.

L'obiettivo è di fornire indicazioni metodologiche per la redazione dei piani di protezione civile relativi al rischio di inondazione marina, utili per orientare gli operatori locali nell'utilizzo delle informazioni e nel processo di partecipazione dei soggetti pubblici e privati coinvolti nel sistema di gestione del rischio.

Le inondazioni marine sono strettamente correlate e conseguenti ai fenomeni di erosione costiera, e si registrano soprattutto nelle coste basse (con altezze di spiaggia inferiori ai valori di run up massimo). Un primo passo fondamentale è lo studio della fascia costiera finalizzato alla mappatura dei settori potenzialmente inondabili.

La gestione del rischio costiero si affronta con strumenti di allertamento che sono adottati da parte della Protezione civile e richiede una solida capacità di previsione degli effetti del moto ondoso lungo la costa.

La strategia di gestione del rischio proposta è strutturata a più livelli: il livello regionale definito con la partecipazione dei servizi amministrativi con competenze nel settore ed il livello locale, nel quale si implementano i piani e si organizzano le informazioni con un adeguato livello di dettaglio.

Il livello regionale della pianificazione garantisce la coerenza fra i diversi sistemi di previsione e allerta e gestione del rischio, messi a punto a livello locale, di cui si daranno indicazioni nel capitolo conclusivo del presente documento.

## 1.3 LE AREE PILOTA

### 1.3.1 Criteri di individuazione e specificità dei siti (report T2.6.7)

Propedeutica alla definizione della strategia transfrontaliera è stata l'individuazione delle aree pilota, nelle quali fossero riconoscibili situazioni di riconosciuta criticità rispetto al tema dell'erosione costiera e di rappresentatività ai fini della replicabilità dei risultati a livello transfrontaliero. Al termine dell'attività sono state proposte da parte di ciascuna Regione numerose aree pilota e successivamente, operando un'ulteriore fase di selezione, un'area o più aree, rappresentative di ogni regione, in cui risultasse evidente la necessità di adottare un approccio integrato alla pianificazione e applicare tutte le metodologie proposte su moto ondoso, bilancio sedimentario, coste rocciose, stato di habitat ed ecosistemi e gestione del rischio.

Il Progetto Maregot ha inoltre previsto la realizzazione di opere e interventi in aree nelle quali è prevista l'attuazione di piani locali di intervento mirati, come la costruzione di opere a Vieux salins Grimaud o Arinella in Bastia), oppure il ridimensionamento delle barriere a Senzuno e la rimozione di difese rocciose a Hyères saranno determinanti per la comprensione delle basi scientifiche a supporto delle scelte gestionali operate.

Nelle aree pilota selezionate saranno effettuati rilevamenti e studi finalizzati alla redazione dei piani d'intervento, utilizzando dati disponibili e, dove necessario e possibile, raccogliendo nuove misure, anche al fine di testare l'applicabilità e mettere a punto le metodologie di indagine sopra illustrate.

Nell'ambito di ciascun territorio regionale sarà scelto un sito in cui redigere i piani di interventi di difesa costiera e saranno date indicazioni per la gestione del rischio da inondazione marina utili alla redazione dei piani di protezione civile.

Per ogni area pilota è stata redatta una monografia che descrive le caratteristiche fisiografiche ed ecosistemiche salienti, i processi erosivi, i trend evolutivi con gli eventuali rischi, e gli elementi di transfrontalierità che rendono l'area significativa per la gestione del rischio costiero.

Di seguito una scheda sintetica, descrittiva dei siti pilota indicati dal partenariato.

Sito	Geomorfologia	gestione	Interesse metodologico	Interesse transfrontaliero
<b>Vieux-Salins d'Hyères (FR)</b>	Costa sabbiosa, lido	Naturale	Smantellamento delle protezioni della zona litoranea adiacente	Esperimento pilota per la rinaturalizzazione di una costa sabbiosa Interesse ecologico (prateria di <i>Posidonia oceanica</i> )
<b>Vieux-Moulin Grimaud (FR)</b>	Spiaggia a tasca	Ripascimento opere di difesa	Piano di gestione dell'erosione	Metodologia di gestione innovativa Dimensionamento delle strutture
<b>Veillat Saint-Raphael (FR)</b>	Spiaggia a tasca urbane	Ripascimento	Piano di gestione dell'erosione	Metodologia di gestione innovativa
<b>Riviera Ligure di Levante (IT)</b>	Spiagge a tasca e coste alte	Opere di difesa sulle spiagge	Approccio integrato regionale Strategia completa di gestione dell'erosione su spiagge e coste alte	Lineare costiero misto con spiagge e coste alte. Sovrapposizione degli usi del suolo (sviluppo del porto, aree turistiche, parchi naturali) Continuità territoriale Liguria - Toscana
<b>Foce F. Magra-Foce F. Versilia (IT)</b>	Coste basse sabbiose Spiaggia protetta urbana	Infrastrutture portuali e opere di difesa	Impatto di eventi intensi di mareggiata Rischio a breve termine Approccio integrato sul litorale	Sperimentazione pilota (sistemi di previsione degli impatti da mareggiate). Sviluppo metodologico sul monitoraggio degli impatti da mareggiate (Sistemi di osservazione a scala locale).
<b>Senzuno (IT)</b>	Spiagge a tasca	Ripascimento e opere di difesa	Dimensionamento delle strutture	Sviluppo metodologico sulle opere esistenti
<b>Pratoranieri (IT)</b>	Spiagge a tasca	Ripascimento e opere di difesa	Ripascimento con una granulometria superiore	Sviluppo metodologico sulle opere di ripascimento
<b>San Vincenzo (IT)</b>	Costa sabbiosa Lido	Infrastrutture portuali e opere di difesa	Impatto delle opere sul litorale naturale. Approccio integrato sul litorale	Sperimentazione pilota. Sviluppi metodologici sulla conoscenza di stock sedimentario e dinamica dei sedimenti
<b>Parco regionale della Maremma (IT)</b>	Costa bassa sabbiosa	Naturale	Studio di fattibilità per interventi di gestione dell'erosione	Gestione di un'area costiera ad alto valore naturalistico ed ecologico, oggetto di sperimentazioni sia in termini di metodi di

				monitoraggio, sia di elaborazione ed interpretazione dei dati ai fini gestionali
<b>Calvi (FR)</b>	Spiaggia a tasca	Barriere	Monitoraggio a lungo termine	Sviluppo metodologico sul monitoraggio. Monitoraggio degli impatti da mareggiate
<b>Moriani (FR)</b>	Coste basse sabbiose	Ripascimento	Monitoraggio a lungo termine	Sviluppo metodologico sul monitoraggio. Monitoraggio degli impatti da mareggiate. Monitoraggio dei ripascimenti.
<b>Bastia (FR)</b>	Coste basse sabbiose	Progetto di un porto	Monitoraggio a lungo termine	Sviluppo metodologico sul monitoraggio. Monitoraggio degli impatti da mareggiate. Monitoraggio della spiaggia naturale con progettazione di un porto
<b>Aléria – Ghisonnaccia (FR)</b>	Coste basse sabbiose foce	Naturale	Modellistica dei rischi di inondazione marina	Sviluppo metodologico di caratterizzazione dei rischi costieri Gestione delle crisi
<b>Capo Altano (IT)</b>	Coste alte	Naturale	Gestione del rischio geologico (frane)	Sito rappresentativo delle coste alte vulcaniche (Massif des Maures)
<b>Capo Mannu (IT)</b>	Coste alte	Naturale	Gestione del rischio geologico (frane)	Sito rappresentativo delle coste alte silico-clastiche (Corse, Var, Liguria)
<b>Sella del Diavolo (IT)</b>	Coste alte	Naturale	Strategia integrata di prevenzione dei rischi geologici gravitativi	Sito rappresentativo delle coste alte calcaree (Bonifacio in Corsica, Calanques in Provence)
<b>Villaggio Nurra (IT)</b>	Coste alte	Naturale	Gestione del rischio geologico (frane)	Sito rappresentativo delle coste alte con alta probabilità di frane (es: Liguria)
<b>Santa Margherita (IT)</b>	Spiagge a tasca e Coste alte	Opere di difesa sulle coste sabbiose	Approccio integrato locale Strategia globale di gestione dell'erosione in spiagge e coste alte Ruolo dei fiumi sul bilancio sedimentario Impatto delle opere di difesa	Lineare misto spiagge/ coste alte
<b>Torre delle Stelle (IT)</b>	Spiagge a tasca e Coste alte	Opere di difesa sulle coste sabbiose	Strategia globale di gestione dell'erosione di spiagge e coste alte	Lineare misto spiagge/ coste alte Sito rappresentativo di coste alte granitiche (Corsica, Provence)

### 1.3.2 Scala spaziale e contenuti metodologici

I siti selezionati esprimono un forte carattere di rappresentatività dello spazio transfrontaliero in relazione alla diversità degli specifici assetti fisiografici che vi si riconoscono. Essi includono spiagge semplici (ad esempio la spiaggia di Veillat a Saint-Raphel) e versanti rocciosi (Sella del Diavolo) e tratti misti complessi in cui è possibile operare secondo fattori di scala variabili da quella locale (Santa Margherita) a quella regionale (Riviera di Levante).

Costituiscono per tanto un insieme di contesti in cui applicare le metodologie di indagine proposte in MAREGOT, testare e mettere a punto i protocolli, sperimentare l'approccio integrato e redigere proposte strategiche di gestione dei tratti costieri a breve e lungo termine, piani di interventi a scala regionale, e piani di gestione a scala locale.

Le attività nei siti pilota, previste nelle fasi successive del progetto (component T3), implementano campagne di rilevamento e indagine per l'applicazione dei protocolli metodologici proposti, definiscono i fondamenti tecnico scientifici per la redazione di piani di intervento in coerenza con i principi strategici comuni e condivisi nell'ambito del partenariato. Alcune delle azioni previste portano vantaggi concreti benefici nei territori interessati dove è prevista l'installazione di strumentazione per l'implementazione dei locali sistemi webcam di monitoraggio (Corsica) o l'acquisizione di nuovi sistemi per le rilevazioni batimetriche (San Vincenzo – Toscana) per l'affinamento delle stime sugli stock sedimentari e delle conoscenze delle dinamiche litoranee; la realizzazione di specifici monitoraggi per la valutazione del dimensionamento di strutture esistenti (Senzuno-Toscana) e di un intervento di ripascimento con ghiaia (Pratoranieri – Toscana); l'acquisizione di un nuovo sistema di modellizzazione del rischio di inondazione marina che sarà testato in un sito caratterizzato da complesse problematiche di gestione del rischio (Aléria – Corsica).

Nella costruzione del modello di indagine per lo studio delle coste alte, giocano un ruolo importante i siti individuati che, nel loro insieme, rispondono alla necessità di contestualizzare le svariate fenomenologie di

dissesto presenti nei principali tipologie di versanti rocciosi, tenuto conto particolarmente della diversità geolitologica e dell'esposizione del paraggio.

La diversità dai siti selezionati, offre il vantaggio di una forte rappresentatività delle principali facies litologiche di interesse: carbonatiche, granitiche, vulcaniche, metamorfiche e detritiche che si ritrovano nelle coste dell'area transfrontaliera, come in Sardegna, Corsica (granito, carbonati), Provenza-Alpi-Costa Azzurra (carbonati), regione Liguria (scisti, gneiss), ma anche nelle coste di altri paesi europei che si affacciano al mediterraneo (Croazia, Grecia, Spagna, etc.).



## 2. PROPOSTA METODOLOGICA PER LA REDAZIONE DEI PIANI DI INTERVENTO DI DIFESA COSTIERA NELLE AREE PILOTA

### 2.1 LA STRATEGIA (GIZC) NELLO SPAZIO TRANSFRONTALIERO ITALO-FRANCESE - STATO DELL'ARTE

Come detto in premessa, la definizione della strategia congiunta transfrontaliera per la redazione dei piani degli interventi fa riferimento ai principi generali del Protocollo sulla Gestione Integrata delle Zone Costiere del Mediterraneo (GIZC) della Convenzione di Barcellona, adottato da Italia e Francia a Madrid il 21 Gennaio 2008 ed entrato in vigore il 24 Marzo 2011 e più specificatamente espressi nell'articolo 6 e richiamati nel box sottostante [*Principi generali del protocollo GIZC - art.6*] .

- a) *Considerare come unica entità il patrimonio biologico, le dinamiche ed il funzionamento naturale della zona intercotidale e l'interdipendenza della parte marina e terrestre;*
- b) *Evitare di superare la capacità di carico delle zone costiere, favorire la prevenzione dei disastri naturali attraverso lo studio integrato dei sistemi idrologici, geomorfologici, climatici, ecologici, socio economici e culturali;*
- c) *Assicurare lo sviluppo sostenibile attraverso un approccio eco sistemico alla pianificazione e alla gestione delle coste*
- d) *Garantire un'azione di governance rivolta alle popolazioni ed ai soggetti interessati attraverso un processo partecipativo e decisionale trasparente;*
- e) *Garantire un coordinamento tra le varie istituzioni competenti per le zone costiere*
- f) *Tenere conto nello sviluppo urbano e delle attività socio economiche di strategie, piani e programmi per l'utilizzo del territorio*
- g) *Occorre tener conto della molteplicità e della diversità delle attività nelle zone costiere e dare priorità, ove necessario, ai servizi pubblici e alle attività che richiedono, in termini di uso e di ubicazione, l'immediata vicinanza al mare.*
- h) *Occorre garantire una distribuzione bilanciata degli usi sull'intera zona costiera, evitando la concentrazione non necessaria e una sovraccrescita urbana.*
- i) *Occorre effettuare valutazioni preliminari dei rischi associati alle varie attività umane e infrastrutture, in modo da prevenirne e ridurre gli impatti negativi sulle zone costiere.*
- j) *Occorre prevenire i danni all'ambiente costiero e, qualora essi si verificano provvedere a un adeguato ripristino un quadro comune al fine di promuovere e attuare la protezione di aree di interesse ecologico e paesaggistico, un uso razionale delle risorse naturali e la gestione integrata delle zone costiere.*

In riferimento allo spazio transfrontaliero Italo Francese, il Protocollo adottato a Madrid stabiliva che le parti si impegnavano, cooperando, al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile e la gestione integrata delle zone costiere, tenendo conto della strategia mediterranea per lo sviluppo sostenibile e, se necessario, integrandola e definendo un quadro comune, da attuare mediante idonei piani d'azione regionali e altri strumenti operativi, nonché nell'ambito delle rispettive strategie nazionali.

Le parti s'impegnavano, inoltre (art.18), a rafforzare o elaborare una strategia nazionale specificando le misure da adottare, i relativi costi e gli strumenti istituzionali giuridici e finanziari disponibili; i piani degli interventi e i programmi per le zone costiere dovevano precisare gli orientamenti della strategia nazionale e attuare tale strategia a un livello territoriale adeguato.

Il Protocollo tratta più specificatamente il tema "rischio da erosione costiera" negli articoli 22 e 23 i quali stabiliscono che nell'ambito delle strategie nazionali per la GIZC, le parti elaborino politiche di prevenzione dei rischi naturali e, a tal fine, realizzino valutazioni di "vulnerabilità" e di "rischio", adottando

misure di prevenzione, mitigazione e adattamento intese a far fronte alle conseguenze dei disastri naturali, in particolare a quelli connessi ai cambiamenti climatici.

I firmatari del "Protocollo" si impegnarono a prevenire gli impatti dell'erosione costiera anche attraverso la gestione integrata delle attività e, segnatamente, adottando misure specifiche per la gestione dei sedimenti e delle opere costiere, anche condividendo i dati scientifici atti a migliorare le conoscenze sullo stato, l'evoluzione e gli impatti dell'erosione costiera.

Le strategie, i piani e i programmi nazionali riguardanti zone costiere contigue devono essere coordinati a livello bilaterale o multilaterale (cooperazione transfrontaliera) anche avvalendosi (articolo 28) dell'impegno diretto o dell'aiuto dell'organizzazione o delle organizzazioni internazionali competenti.

Lo "stato dell'arte" riferito all'applicazione del Protocollo/della Strategia nei due paesi, Italia e Francia, segue percorsi comparabili.

Per quanto riguarda la Francia, si fa riferimento alla pubblicazione di carattere nazionale *"À l'interface entre terre et mer: La gestion du trait de cote"* (2009).

Tale documento elaborato con il coordinamento del Ministero dell'ecologia, dell'energia, dello sviluppo sostenibile insieme a partner pubblici e privati, aiuta a capire il funzionamento degli ambiti costieri, fornisce approfondimenti sulla conduzione di un progetto di gestione integrata delle coste, rappresenta possibili strategie per la gestione costiera ed infine suggerisce metodi di studio e tecniche di difesa da attuare conto le mareggiate.

Analogamente, in Italia, più recentemente (2017-18), il Ministero dell'Ambiente, in accordo e collaborazione con le Regioni, e con il coordinamento tecnico di ISPRA, ha elaborato il già citato documento *"Linee guida nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione costiera e dagli effetti dei cambiamenti climatici"* nel quale vengono richiamati i principi e la strategia del Protocollo e le indicazioni gestionali della problematica dei fenomeni dell'erosione costiera.

## 2.2 INDIRIZZI STRATEGICI

Il riconoscimento dei principali generali del Protocollo GIZC e l'adozione di tale strategia congiunta e transfrontaliera conduce/indirizza in ultimo, alla stesura della proposta metodologica per la redazione dei piani degli interventi di difesa costiera alla scala di Unità fisiografica o di sub unità.

Come detto sopra, in Francia e in Italia i principi strategici e la loro applicazione, sono contenuti nei due documenti citati nel precedente capitolo; in entrambi è contenuta una sintesi storica e critica dell'evoluzione dei sistemi fino ad oggi adottati nella gestione dell'erosione costiera che ha condotto i due Paesi verso l'attuale approccio comune di gestione integrata.

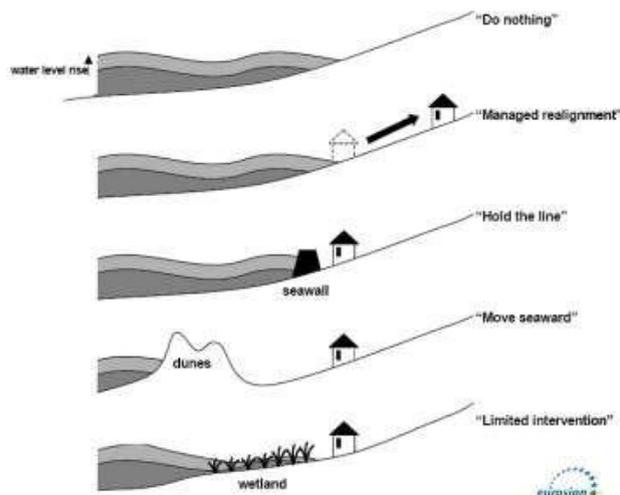
Il primo approccio, utilizzato fino alla fine del XX secolo, si è basato sulla volontà da parte dell'uomo di "padroneggiare la natura" proteggendo le coste dall'azione del mare con la realizzazione di opere di difesa rigide, (dighe, pennelli, scogliere, etc) costose e che, spesso, modificando le dinamiche, hanno aggravato l'erosione costiera.

A partire dagli anni '90 l'approccio "ambientale" si è basato sulla gestione non più degli effetti ma delle cause dell'erosione; si prediligono metodi d'intervento, quali i ripascimenti delle spiagge e la rinaturalizzazione delle dune e del retrospiaggia.

Successivamente, si è fatto strada un terzo approccio, complementare al precedente e che indirizza le politiche in favore della protezione dei litorali verso un approccio integrato che risponda, tanto alle esigenze di protezione degli spazi urbani o industriali, dei porti e delle località turistiche, quanto degli spazi di alto valore patrimoniale integrando la loro evoluzione e i probabili impatti derivati dagli effetti dei cambiamenti. La considerazione globale dei parametri umani, economici, urbani e ambientali diventa così una garanzia del successo delle politiche pubbliche a favore della tutela delle coste.

La gestione integrata delle zone costiere risulta innovativa verso gli approcci precedenti in quanto propone modalità di *governance* e gestione dell'erosione costiera unendo ulteriormente le esperienze passate di difesa sistematica contro il mare e le questioni/esigenze ambientali.

Partendo da tali premesse, il tema dell'erosione costiera è affrontato adottando alternative strategiche di gestione del tratto costiero combinabili anche sullo stesso territorio, i cui contenuti sono già sistematizzati nel Rapporto Eurosion<sup>1</sup> e che si ripropongono nello schema sotto riportato, allo scopo di rappresentare, se pur in modo molto sintetico, le opzioni da considerarsi nel processo decisionale e nei ragionamenti a monte di qualsiasi pianificazione, strategia di gestione e adattamento costiero o programma di interventi.



Nell'opzione "do nothing", o anche "opzione zero", (**Suivre l'évolution naturelle là où les enjeux ne justifient pas une action**) non si prevede alcun intervento di difesa, nessuna attività di gestione degli effetti dell'erosione o della linea di costa, nessuna operazione nell'immediato entroterra. Sono situazioni in cui non vi è interferenza, o minaccia d'interferenza, significativa dell'erosione ed eventuale ingressione marina con elementi antropici o con aree naturali di particolare pregio o funzione, oppure dove tale eventualità può essere accettata lasciando libera manifestazione ai processi dinamici costieri.

Nell'opzione "managed realignment", o "riallineamento gestito", (**Organiser le repli des constructions derrière une nouvelle ligne de**

**défense naturelle ou aménagée**) si prevedono interventi di riassetto del territorio costiero, arretramento di infrastrutture o edifici. Tale opzione presuppone un sufficiente spazio nell'immediato entroterra costiero e l'identificazione di una nuova linea di difesa rispetto a quella precedente.

Nell'opzione "hold the line", si prevede il "mantenimento della linea di difesa" (**Maintenir le trait de côte**) e di costa, con interventi che mantengano o migliorino lo standard di protezione della attuale linea di difesa, opere o ripascimenti di manutenzione. Questa opzione include interventi sul litorale ed immediato entroterra (es. elevazione in quota dell'arenile, strutture longitudinali rilevate, ecc.) che vanno a costituire parte integrante del sistema di difesa costiero.

Nell'opzione "move seaward", si prevede un "avanzamento della linea di difesa", o costruendo nuove difese a mare rispetto alle precedenti o avanzando con ingenti ripascimenti e la costruzione di cordoni dunari. Questa opzione presuppone la disponibilità di importanti quantitativi di sedimenti, generalmente da fonti esterne al sistema litoraneo.

Nell'opzione "limited intervention", (**Intervenir de façon limitée en accompagnant les processus naturels**) si prevede di procedere con "interventi limitati", non invasivi, lavorando con i processi naturali nella riduzione dei rischi e permettendo le variazioni costiere. Questa opzione può prevedere una serie di misure, dal rallentamento o arresto dell'erosione e dell'arretramento delle spiagge e delle coste alte, attraverso ripascimenti manutentivi e/o consolidamento delle scogliere, a misure per la sicurezza delle persone e degli elementi naturali o antropici esposti (sistemi di allerta per le inondazioni, manutenzione o ripristino di dune, foreste e zone umide costiere, restrizione dell'edificazione in fascia costiera, ecc.).

Queste opzioni sono da considerarsi in fase decisionale e nei ragionamenti a monte di qualsiasi pianificazione, strategia di gestione e adattamento costiero o programma di interventi, in risposta ai quesiti dove e come intervenire e con quale finalità, preservando o ripristinando la capacità adattativa della costa rispetto alle mutazioni in atto anche connesse agli effetti dei cambiamenti climatici oppure difendendo rigidamente l'attuale configurazione/posizione della linea di riva con opere che contrastano gli eventi calamitosi. Le decisioni sulle opzioni adottabili devono far parte di un processo consapevole di tutti i fattori in gioco e "partecipato" da parte dei diversi portatori d'interesse.

Per quanto riguarda gli scenari dei cambiamenti climatici e gli effetti sui sistemi costieri, è di primaria importanza e riferimento il lavoro portato avanti dal Panel Intergovernativo di esperti sul Cambiamento Climatico (IPCC), che si traduce periodicamente in Rapporti di Valutazione (Assessment Report) aggiornati in funzione a nuovi dati ed elaborazioni che le nuove tecnologie ed osservazioni rendono via via disponibili.



### **3. INDICAZIONI PER LA GESTIONE DELLA FASCIA COSTIERA A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEI PIANI D'INTERVENTO**

La fascia costiera rappresenta una porzione di territorio dove si concentrano attività spesso tra loro conflittuali e il cui sviluppo non controllato sta minando lo sviluppo sostenibile di questo ambiente. La gestione di questo territorio specifico è quindi particolarmente cruciale ed importante ed è nel contempo ormai riconosciuto che l'adozione di soluzioni puntuali sia oltre modo inadeguata.

Sulla base di queste premesse si è inteso sviluppare queste linee guida con lo scopo di fornire le indicazioni utili alla redazione di piani d'intervento rivolti alla tutela e la valorizzazione della qualità ambientale della zona costiera e delle sue risorse. Questi piani devono costituire gli strumenti con i quali le amministrazioni interverranno in maniera integrata nella protezione e nella tutela dell'ambiente marino, e nella programmazione, pianificazione e gestione degli interventi di difesa della costa e degli abitati costieri.

Obiettivo finale dei piani è quello di garantire alla fascia costiera uno sviluppo durevole e sostenibile attraverso la tutela della costa dall'erosione marina e la valorizzazione della qualità ambientale. Quindi garantendo un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni erosivi e di dissesto derivanti dall'azione del moto ondoso e tutelando la biodiversità e gli habitat marino – costieri.

In particolare i piani dovranno perseguire queste finalità:

- a) ripristinare e mantenere le caratteristiche dinamiche naturali delle spiagge e delle falesie;
- b) ridurre il rischio da erosione e da frana di falesie anche ai fini della pubblica incolumità;
- c) proteggere i tratti di costa ad elevato valore naturalistico da insediamenti antropici;
- d) tutelare e ripristinare se necessario gli habitat marini e terrestri afferenti alla fascia costiera.

#### **3.1 REDAZIONE DEI PIANI D'INTERVENTO**

Di seguito si presenta uno schema per la redazione dei piani d'intervento di difesa costiera, funzionale alla successiva fase tecnica della component T3 di progetto, durante la quale ciascuna Regione partner redigerà il piano di interventi per il sito pilota scelto nel proprio territorio. La component T3 è anche la fase di MAREGOT dedicata alla verifica delle metodologie di analisi dei fenomeni legati al moto ondoso e alla gestione del rischio costiero a breve e lungo termine, associati alle dinamiche sedimentarie sotto costa (bilancio sedimentario) e impatti antropici su habitat ed ecosistemi costieri, ovvero alla messa a punto dei protocolli di indagine sui bacini idrografici costieri e sulle coste alte rocciose.

Lo schema è strutturato in quattro fasi logico-concettuali. Le Regioni partner potranno adottare questo schema in base alle peculiarità locali dei siti, alle differenti diversità/varietà di obiettivi territoriali che si sono prefissi di trarre, comunque in coerenza con il quadro strategico delineato per lo spazio transfrontaliero e condiviso nel corso delle attività progettuali finora condotte.

##### **3.1.1 Identificazione dei problemi e delle criticità**

In questa fase si individuano e identificano i problemi e le criticità presenti a livello di unità fisiografica o sub unità, secondo una logica di priorità e con l'acquisizione di conoscenze attraverso monitoraggi e studi specialistici rivolti alla comprensione dei meccanismi che regolano il processo evolutivo.

Il quadro conoscitivo è realizzato secondo un approccio sistemico che tiene conto delle forzanti e delle loro reciproche interazioni responsabili del processo evolutivo considerato nel settore/tratto costiero sotteso, entro il quale lo stesso processo si intende confinato. Questo approccio è fondamentale per guidare i partner verso una risposta pianificata degli interventi, sul tratto costiero, a scapito di soluzioni tampone di carattere emergenziale.

Come già evidenziato, i sistemi di monitoraggio e i dati disponibili a livello transfrontaliero, sono generalmente disomogenei e difficilmente confrontabili tra loro; per questo nell'ambito di MAREGOT si è inteso sottolineare l'importanza di condividere una lista comune di indicatori di monitoraggio ottenuti da protocolli di rilevamento condivisi, riferibili a validi standard di accuratezza e precisione.

Pertanto le attività possono essere organizzate secondo un protocollo così strutturato:

- organizzare incontri con i portatori d'interesse locali (amministrazioni pubbliche, associazioni ricreative, associazioni di categoria, fruitori, ecc.) allo scopo di identificare le loro esigenze e le loro problematiche;
- intraprendere un'analisi storica allo scopo di identificare eventuali trend evolutivi, della costa sia deposita che rocciosa, che possano evidenziare situazioni di reale o potenziale criticità;
- avviare una raccolta di tutte le informazioni utili a definire il quadro conoscitivo del tratto costiero: dati meteomarini (attraverso misure dirette ed indirette), rilievi topografici e batimetrici di dettaglio della spiaggia, rilievi geologici e geomeccanici della costa rocciosa, prelievo di campioni di sedimento, stima del trasporto solido;
- elaborare carte tematiche dedicate: carte dei trend evolutivi, carte batimetriche, carte sedimentologiche, carte delle biocenosi, carte della suscettività al dissesto;
- realizzare modelli descrittivi (propagazione del moto ondoso largo – riva, vettori di trasporto dei sedimenti) e predittivi (penetrazione del moto sulla costa con differenti tempi di ritorno) che, successivamente, posti in relazione con gli elementi a rischio, permetteranno di individuare le aree critiche.

### 3.1.2 Comprensione dei processi

Questa fase ha come obiettivo la comprensione delle fenomenologie individuate e quindi prevedere gli scenari evolutivi ad essi associati. È la fase in cui si completa il quadro conoscitivo del contesto costiero sottoposto ad indagine, attraverso l'applicazione delle metodologie di analisi elaborate e proposte nel corso della component T2 di MAREGOT che, contestualmente, saranno validate e/o messe a punto.

Lo schema di lavoro, che si propone successivamente, si basa sul concetto di analisi integrata per la ricostruzione dei meccanismi che regolano i trend morfoevolutivi, di breve e lungo periodo, nelle spiagge e nelle coste alte, sotto l'azione delle forzanti in gioco. È stata sottolineata la necessità di estendere gli studi includendo i bacini idrografici costieri, ampliando lo spazio geografico di analisi oltre il tratto costiero considerato, la cui conoscenza consente valutazioni sul trasporto solido alle foci e, mediante la caratterizzazione del sistema idrografico (stato attuale, dinamiche e trend evolutivi alle diverse scale spaziali e temporali), l'individuazione dei settori critici prioritari su cui definire interventi e azioni gestionali.

Gli habitat ed ecosistemi costieri oltre a svolgere un ruolo attivo di mitigazione nei confronti dei fenomeni erosivi legati al moto ondoso su spiagge e coste alte (praterie sommerse e depositi litorali di *posidonia oceanica* habitat dunali ed ecosistemi degli ambienti di transizione), sono un importante indicatore per la misura degli impatti antropici sui sistemi costieri e della loro capacità di adattamento rispetto alle variazioni della linea di riva di breve e lungo periodo. La loro valutazione è imprescindibile per una corretta impostazione delle successive fasi, di individuazione e scelta integrata delle possibili soluzioni.

In base a queste premesse le linee guida di questa fase possono essere così sintetizzate:

- determinare il bilancio sedimentario e le sue variazioni temporali anche in relazione agli input sedimentari naturali (corsi d'acqua) e artificiali (ripascimenti, discariche);
- definire le relazioni, anche attraverso una scansione temporale dei fenomeni, intercorrenti tra la tendenza evolutiva del tratto indagato e la presenza di opere rigide;
- definire la dinamica sedimentaria del tratto indagato attraverso il confronto dei modelli elaborati con i dati meteomarini e sedimentologici, con le informazioni desunte dai confronti batimetrici (zone di accumulo/erosione) e dalla distribuzione delle praterie di *Posidonia oceanica* (canali erosivi);
- individuare, in base ai risultati ottenuti dal modello di propagazione del moto ondoso, le aree esondabili e, in base alla presenza di strutture sensibili, le maggiori criticità presenti nel tratto costiero;

- individuare e classificare, attraverso la sovrapposizione delle informazioni relative alla suscettività al dissesto delle falesie con le infrastrutture presenti sul territorio, le situazioni di rischio nei tratti di costa rocciosa;
- valutare lo stato di salute delle biocenosi anche in relazione alle caratteristiche fisiche del sito d'indagine, alle indagini di campo ed al confronto con eventuali informazioni storiche.

### 3.1.3 Definire le possibili tipologie di intervento.

In questa fase sono individuate le soluzioni e successivamente sono analizzate e messe a confronto. L'analisi di valutazione delle possibili soluzioni, interventi o azioni gestionali, anche secondo una proposta combinata, è sviluppata tenuto conto degli usi consolidati della fascia costiera, dei vincoli ambientali, delle prospettive delineate dalle programmazioni e pianificazioni territoriali, della presenza di conflitti.

In tale fase, notevole importanza assumono i modelli di simulazione che consentono di valutare le risposte del contesto costiero alla realizzazione delle opere proposte. In sintesi si parla di modellistica relativa al moto ondoso, a dinamiche litoranee, nonché di trasporto solido e bilancio sedimentario dell'unità fisiografica/cella sedimentaria. In ultimo, ma non certo per rilevanza, la valutazione degli impatti delle opere sulle biocenosi e sugli habitat.

In questa fase assume rilevanza l'attività di *governance* che supporta i procedimenti di valutazione ambientale previsti dalle normative europee che è l'impianto strategico proposto per la redazione dei piani di intervento.

Quindi si può ipotizzare di sviluppare questa fase secondo queste linee:

- individuata la tendenza evolutiva attuale, si devono ipotizzare gli scenari futuri dell'assetto costiero, sia in relazione ad una prosecuzione dei fenomeni, sia in previsione di variazioni di quest'ultimi (cambiamento climatico, variazioni d'uso della fascia costiera, variazioni del trasporto solido naturale ecc.);
- i futuri scenari possono essere sviluppati anche attraverso l'utilizzo di modelli matematici. Con questi si può valutare l'efficacia delle soluzioni proposte per la soluzione dei problemi individuati e prevedere gli effetti positivi e negativi delle scelte effettuate, oltre che sul sito d'intervento anche sui tratti di costa limitrofi, specie per quanto riguarda gli aspetti ambientali;
- tutte le soluzioni valutate devono essere sottoposte ad un'analisi dei costi e benefici anche in relazione alla qualità ambientale. Oltre alla valutazione dei costi di realizzazione deve essere stimata anche la futura manutenzione dell'intervento.

### 3.1.4 Scelta strategica integrata.

Questa è la fase decisionale che individua l'opzione strategica di gestione, o una combinazione di esse, del tratto costiero considerato. Partendo dall'obiettivo primario di privilegiare interventi capaci di adattarsi agli eventi ed a preservare la capacità naturale della costa di adattarsi ai cambiamenti climatici, la scelta deve essere condotta secondo lo schema proposto dal protocollo GIZC e adottate nella strategia transfrontaliera e dalla loro combinazione:

- no intervento;
- riallineamento gestito;
- delocalizzazione;
- mantenimento della linea di difesa;
- avanzamento della linea di difesa.

Le scelte possono essere una o più di una tra le soluzioni sopra evidenziate e proposte in più fasi nel tempo e nello spazio accompagnate da continue attività di monitoraggio che consentano nel tempo di modificare le scelte in relazione alla risposta della costa.

Una volta scelta una o più opzioni a livello locale, o una strategia complessiva a livello costiero nell'ambito della quale diverse opzioni sono considerate, è importante che il processo di valutazione e decisionale non si fermi ma, anzi, continui ad essere alimentato relativamente ai risultati, monitoraggio di effetti ed efficacia, che le scelte fatte manifestano sul campo.

Gli aspetti che devono essere maggiormente considerati affinché la scelta sia efficace e risponda alle esigenze di gestione integrata, possono essere così definiti:

- l'intervento deve prioritariamente non limitarsi alla sola risoluzione della criticità, ma deve riguardare oltre l'obiettivo stesso. Devono essere privilegiate soluzioni in grado di adattarsi a nuovi scenari e che permettano di preservare o ripristinare la capacità naturale della costa ad adattarsi ai cambiamenti climatici;
- le criticità residue o nuove problematiche indotte dalle soluzioni adottate, se presenti, devono essere attentamente descritte e considerate nella pianificazione dei successivi interventi di monitoraggio e manutenzione.

### **3.2 SCENARI DI GESTIONE DEL RISCHIO PRE E POST INTERVENTO.**

Elemento di novità rispetto alle esperienze del passato è l'approccio di analisi critica e comparata delle pratiche di monitoraggio che permetterà di migliorare la qualità dei dati raccolti ai fini del miglioramento dei sistemi di previsione e allertamento, cui si rimanda al capitolo finale della presente strategia.

### **3.3 ELABORAZIONE DEI RISULTATI**

I risultati delle fasi descritte precedentemente potranno essere organizzati in report finalizzati a fornire tutte le indicazioni utili ad una corretta gestione del tratto indagato.

In particolare dovranno essere descritti gli aspetti relativi all'assetto geo – morfologico e naturalistico dell'area di studio. Dovrà essere effettuata l'analisi dello stato del litorale e delle dinamiche in atto. Infine sulla base dei risultati ottenuti redigere un documento relativo al rischio associato sia agli eventi meteomarinari, sia al degrado della qualità delle acque e degli habitat costieri. Tutti questi aspetti potranno essere approfonditi con relazioni tematiche dedicate.

Infine si dovranno fornire le indicazioni relative al piano degli interventi. Questi potranno essere organizzati in interventi sulla costa deposita (ripascimenti, nuove strutture, rimozione di strutture, ecc.), sulla costa rocciosa (consolidamento, ripristino, ecc.) e di miglioramento ambientale (ripristino e riqualificazione delle biocenosi marine e di spiaggia, riorganizzazione del diporto, qualità delle acque, ecc.). Unitamente a queste indicazioni dovrà essere definita una priorità d'intervento anche in relazione alla pericolosità costiera individuata.

## 4. INDICAZIONI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO COSTIERO A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEI PIANI DI PROTEZIONE CIVILE

Lungo le coste dell'area transfrontaliera e, più in generale, lungo tutti i litorali, esistono numerose situazioni di potenziale pericolo per l'ambiente naturale, per gli insediamenti urbani o per la vita dell'uomo che vanno correttamente identificate e, ove possibile, previste, al fine di ridurre il rischio. L'ambiente costiero è infatti caratterizzato da un'intensa energia che si origina per effetto delle interazioni tra l'atmosfera e il mare, si propaga anche per lunghissime distanze e si scarica sulla costa durante le mareggiate che la investono.

La gestione del rischio, in generale, si affronta con gli strumenti di allertamento che sono adottati da parte della Protezione Civile, che richiede alla base una buona capacità di previsione degli effetti prodotti dal mare e, in particolare dal moto ondoso lungo la costa. Il cuore della presente attività è costituito dai prodotti previsionali in tempo reale. Occorre sottolineare che il rischio non è limitato agli effetti del moto ondoso ma anche ad effetti concomitanti, quali ad esempio il maggior rischio di alluvionamento causato, lungo la costa, dall'innalzamento del livello medio del mare a seguito di una mareggiata, che può determinare anche un maggior rischio di esondazione fluviale.

La mitigazione del rischio passa quindi anche attraverso la realizzazione di interventi strutturali che richiedono, alla base, sia la capacità di analizzare gli effetti prodotti dal mare sulla costa, sia la necessità di disporre di dati quanto più possibile accurati per la progettazione delle opere di difesa.

La scelta della o delle soluzioni (piani di interventi di difesa costiera) non può prescindere dalla previsione degli scenari di rischio in funzione di valutazioni della pericolosità da mareggiata e da frana costiera e del rischio per la vita umana, per le infrastrutture, i beni di valenza storica, paesaggistica e ambientale.

### 4.1 ANALISI DEL RISCHIO DA MAREGGIATA E DA FRANA

Il rischio da mareggiata e da frana, deve essere integrato a scala regionale unitamente ai potenziali rischi per la popolazione, i beni e i servizi ecosistemici (capitale naturale), nell'ambito dei piani di protezione civile. L'elaborazione richiede un approccio multidisciplinare e il supporto di tutti i Servizi tecnici delle Amministrazioni territoriali con competenze in materia.

Il livello locale della pianificazione deve rappresentare la realtà territoriale cui si riferisce, per cui le Amministrazioni locali (Comuni) rappresentano il cardine per la costruzione delle strategie locali.

Specificamente MAREGOT, in particolare nell'ambito dello sviluppo delle metodologie di indagine legate al moto ondoso e alle coste alte, ha fornito utili indicazioni a supporto della redazione dei piani di protezione civile. Inoltre, la strategia definita per la redazione dei piani di interventi di difesa costiera, propone numerose indicazioni e valutazioni previsionali degli scenari attuali e futuri degli spazi costieri, direttamente ricollegabili agli effetti connessi ai mutamenti climatici, riguardo alle oscillazioni del livello medio del mare.

I fenomeni legati all'intensità del moto ondoso e delle correnti da esso indotte lungo la costa rappresentano un forte rischio per le zone densamente popolate della fascia costiera e anche per l'ambiente naturale.

La stima delle perdite conseguenti l'evento in termini sia di vite umane che economici implica la quantificazione della probabilità di occorrenza di un dato evento meteomarinico e del danno che ne potrebbe conseguire.

Dall'analisi della pericolosità e del danno potenziale atteso è possibile determinare i diversi valori di rischio mediante l'applicazione di classiche matrici; concetti riassunti nella formulazione classica per la classificazione del rischio:

$$R = H \times V \times E$$

Dove:

H = pericolosità (Hazard): è la probabilità che un fenomeno di determinata intensità si verifichi in un certo intervallo di tempo e in una data zona;

V = Vulnerabilità: è la propensione di un elemento - persone, edifici, infrastrutture, attività economiche - a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità;

E = Esposizione o valore esposto: è il numero di unità, o "valore", di ognuno degli elementi a rischio, come vite umane o case, presenti in una data area.

#### **4.1.1 Pericolosità**

La pericolosità idraulica, in riferimento alle spiagge ovvero alle coste basse, si stima mediante modellazione numerica ed è associata a fenomeni fisici che caratterizzano l'azione del mare (inondabilità, alluvionamento costiero, fenomeni erosivi associati all'evento (breve termine) o conseguenti ai trend evolutivi di lungo termine.

La pericolosità da frana indotta dall'azione del moto ondoso nei versanti costieri, è da correlarsi alle caratteristiche di suscettività e propensione al dissesto di un determinato tratto costiero, che implica valutazioni sui volumi e sulle dinamiche (frequenza di accadimento e sviluppo temporale del fenomeno, in relazione al processo morfoevolutivo considerato.

#### **4.1.2 Rischio**

I territori dello spazio di cooperazione transfrontaliero presentano caratteristiche di esposizione ai rischi molto complesse e variegate. I fattori di rischio variano lungo la costa, a seconda della tipo di costa (alta, bassa), della sua orientazione, delle sue caratteristiche geomorfologiche e sedimentologiche, ma anche dell'utilizzo e della fruizione della costa da parte dell'uomo.

Il "rischio da mareggiata", più in generale, riguarda il potenziale distruttivo che ha l'azione combinata del moto ondoso e dell'innalzamento della superficie libera del mare lungo la costa. Quest'azione combinata può causare distruzione e smantellamento di tratti costieri e rappresentare un pericolo per gli insediamenti umani e le infrastrutture.

L'inondazione delle aree costiere provocata dal mare rientra nella direttiva Alluvioni (2007/60/CE) relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, anche se gli effetti del moto ondoso sono più complessi e possono ad esempio riguardare il potenziale distruttivo delle onde verso porti e infrastrutture anche in assenza di alluvionamento. Le stesse alluvioni di fiumi, torrenti, canali in prossimità della costa possono avere, come concausa (non sempre), la presenza di livelli marini più alti lungo la costa, causati dall'azione concomitante del vento, della mareggiata, della pressione atmosferica o della marea astronomica, che pertanto necessitano di essere accuratamente previsti tramite modelli dedicati, meglio se integrati con osservazioni in-situ.

### **4.2 INDICAZIONI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO MAREGGIATE E PER LA REDAZIONE DEI PIANI DI PROTEZIONE CIVILE.**

Il rischio da mareggiata deve essere valutato a scala regionale come tutti gli altri rischi che mettono potenzialmente in pericolo la popolazione e i beni. Pertanto la strategia di gestione, deve essere elaborata con il supporto tecnico di tutti i Servizi tecnici territoriali competenti.

La strategia regionale, successivamente, sarà declinata a livello locale. I piani locali sono i soli che possono avere il livello di dettaglio necessario per la salvaguardia della vita umana. È questa la ragione per cui i Sindaci dei Comuni sono il cardine per la costruzione delle strategie locali.

Nella gestione del rischio, elementi essenziali sono i sistemi di previsione e i sistemi di allerta

#### **4.2.1 Sistemi di previsione**

Questa fase è essenziale per la gestione dell'operazione.

Comprende la presa di conoscenza dei dati meteorologici, la loro analisi e se necessario l'attuazione di tutte o parte delle misure prestabilite in casi di fenomeni di inondazione.

Gli Strumenti di previsione consistono in:

- piani di emergenza e di protezione civile (comunali, dipartimentali e regionali);
- raccolta di dati meteo disponibili e loro interpretazione;
- consultazione di tutte le piattaforme disponibili;
- simulazione di allagamento/flood marine, attraverso simulatori e programmi di modellistica.

#### **4.2.2 Sistemi di allerta**

La fase di riconoscimento dell'evento è cruciale per definire le zone geografiche interessate, per determinare l'accessibilità e per l'organizzazione della risposta operativa. Questa fase può avvenire simultaneamente con la fase di valutazione.

Il livello di mobilitazione dei servizi di soccorso dipende dal rischio meteorologico, definito dai servizi meteo secondo la scala di pericolo in vigore nel territorio.

#### **4.2.3 La gestione del rischio**

La gestione del rischio è basata su un diagramma di flusso diviso in tre fasi:

- l'operatività che risponde a una logica di impegno di mezzi di salvataggio, di controllo delle problematiche e supporto per la popolazione;
- il ritorno alla normalità che risponde a una logica di ripristino delle reti, delle attività umane e delle attività economiche;
- il ritorno di esperienza che permette di imparare dell'evento e di capitalizzare le esperienze.

#### **4.2.4 Operatività**

##### Piano operativo

Prima dell'evento e a seconda del livello di allerta selezionato alla luce delle procedure codificate, i servizi di emergenza prendono misure e annunciano le disposizioni preventive in relazione con la violenza prevista dell'evento al fine di gestire il rischio. Squadre di specialisti in soccorso e salvataggio acquatico nonché mezzi specifici vengono distribuiti preventivamente in campo a seguito di un piano operativo che va discusso quanto prima, rispetto dell'evento, in un Planning Meeting.

Questo piano operativo è adattato qualche ora prima dell'evento in occasione del "Operation Meeting " organizzato dal centro di coordinamento. Gli adattamenti sono basati sull'aggiornamento delle previsioni meteorologiche (*Nowcasting*)

Servizi responsabile della sicurezza (polizia, gendarmeria, sindaco), se ritenuto necessario, possono adottare misure preventive di evacuazione (ad es. campeggi), chiusure di strutture e impianti (scuole, istituzioni che ricevono il pubblico, ecc.), chiusure o restrizioni d'accesso (chiusure di strada, trasporto in comune ecc..).

In taluni casi, può essere necessario far spostare tutti i veicoli dalle aree più esposte al rischio di inondazione, al fine di evitare che siano trasportati dalla violenza delle onde e vadano ad ostacolare i soccorsi.

##### Dispositivo di risposta

Basato su richieste di emergenza e/o richieste delle autorità di polizia, i servizi di emergenza implementano i mezzi previsti nei piani d'intervento, tra cui possibili rinforzi nazionali.

I soccorsi sono organizzati per settori secondo la dottrina del comando di gestione vigente nel territorio in questione. Il flusso di informazioni avviene dai settori verso il posto di comando che trasmette la sintesi al centro di coordinamento per informare le autorità.

#### **4.2.5 Ritorno alla normalità**

Il ritorno alla normalità post evento è di competenza dei servizi dei Comuni interessati, tuttavia può essere concessa l'assistenza dei Servizi di emergenza. L'obiettivo prioritario riguarda il ripristino immediato delle reti di trasporto, dell'energia, reti idriche e viabilità, garantendo l'immediata ripresa economica e sociale.

#### **4.2.6 Ritorno di esperienza**

Un lavoro collettivo di feedback post evento è particolarmente auspicabile al fine di capitalizzare l'esperienza maturata nei diversi settori, prima, durante e dopo l'evento. Un aggiornamento dei piani di emergenza e/o di prevenzione può essere utile o necessario successivamente ad un evento.

I dati raccolti nella preparazione dell'esperienza, feedback, devono essere identici affinché gli eventi possano essere paragonati a vicenda. I Feedback andrebbero fascicolati e catalogati in una raccolta di eventi al fine di essere consultati. Tali informazioni potrebbero portare a suggerimenti per la messa in sicurezza delle infrastrutture, come per esempio la creazione di un'area sopraelevata in case realizzate al piano terra in zone ad alto rischio al fine di creare un rifugio di sopravvivenza.