

**Master di secondo livello in Sistemi Informativi Geografici  
applicati alla Pianificazione e alla Progettazione del Territorio  
urbano e rurale (Gis School) - Università degli Studi di Roma  
“La Sapienza”**

**Tirocinio formativo presso il Servizio Difesa delle Coste, Dipartimento  
per la Tutela delle Acque Interne e Marine dell’A.P.A.T.**

**Studio di un Sistema Informativo Territoriale  
applicato alla descrizione e all’analisi delle zone  
costiere in Italia**

**Dott. Massimiliano Archina**

**Tutors:**

**Ing. Angela Barbano, Ing. Stefano Corsini**

## **PREFAZIONE**

Questo lavoro ha lo scopo di contribuire all'attività di individuazione di un procedimento d'indagine incentrato sull'analisi dello stato dei litorali in Italia e delle interazioni fra le numerose variabili caratteristiche di un ecosistema litoraneo.

L'approccio di analisi utilizzato si basa sullo studio delle principali caratteristiche fisiografiche e antropiche di un ambiente costiero e delle relazioni di interdipendenza e di causa-effetto che s'instaurano fra le sue numerose variabili descrittive.

L'obiettivo è di classificare le variabili caratteristiche della fascia costiera e di procedere, con le informazioni disponibili, ad una prima sperimentazione di rappresentazione in forma cartografica di indicatori delle suddette variabili descrittive dei litorali e della condizione di stabilità o instabilità dal punto di vista erosivo.

Lo studio delle caratteristiche e delle problematiche specifiche delle zone costiere richiede l'integrazione dei temi di studio specifici delle scienze della terra, dei settori dell'ingegneria del territorio e delle infrastrutture, e di non trascurare tutte quelle azioni ed opere dell'uomo orientate all'uso e alla difesa dei litorali. Ciò ha portato alla costruzione di una tabella di analisi del territorio litoraneo, suddivisa in categorie, sottocategorie, elementi costitutivi e valutativi del territorio, in base alla quale si è proceduto allo studio dei litorali liguri e toscani.

La limitazione cui ci si è trovati di fronte è stata la modesta quantità di dati effettivamente disponibili e il poco tempo a disposizione per effettuare una ricerca approfondita sui dati necessari ad un'analisi esauriente di tutte le componenti costitutive di un ambiente costiero.

L'obiettivo principale di questo lavoro è stato quello di individuare un procedimento per poter affrontare una prima analisi delle componenti naturali e antropiche che maggiormente intervengono nella modificazione nel tempo di un'area costiera e, successivamente, di cimentarsi nella produzione di alcune carte tematiche dei litorali in esame.

I risultati ottenuti sono soddisfacenti e consentono di portare avanti il lavoro qui iniziato, passando alla suddivisione dei litorali in tratti di costa ritenuti omogenei per caratteristiche simili, desunte dal confronto di più indicatori opportunamente costruiti e relazionati fra loro.

# **INDICE SOMMARIO**

## **INTRODUZIONE**

### **CAPITOLO 1**

#### **OGGETTO DELLO STUDIO**

- 1.1 Progetto e contesto dello studio
- 1.2 Definizione degli obiettivi e descrizione del lavoro
- 1.3 Metodologia utilizzata

### **CAPITOLO 2**

#### **ANALISI PRELIMINARE DI UN'AREA COSTIERA**

- 2.1 Individuazione dei parametri caratteristici di un litorale
- 2.2 Reperimento e selezione dei dati disponibili

### **CAPITOLO 3**

#### **SPERIMENTAZIONE DELLA METODOLOGIA**

- 3.1 Premessa
- 3.2 Costruzione dello schema operativo
- 3.3 Qualificazione delle unità territoriali
- 3.4 Inquadramento degli scenari e produzione dei primi tematismi
- 3.5 Operazioni svolte
- 3.6 Obiettivi futuri

Bibliografia

Appendice cartografica

## INTRODUZIONE

Uno spazio fisico-geografico e la società umana si pongono necessariamente in un continuo rapporto dialettico. Gli spazi costieri in particolare costituiscono un ambiente fra i più complessi e delicati: sono entità labili e articolate che vengono coinvolte in una molteplicità impressionante di usi, dove rischiano di prodursi danni più rovinosi e più rapidi di quelli sviluppabili nell'entroterra, e che per questo devono essere affrontati con un certo spessore culturale e non ritenere di poterli dominare solo attraverso l'intervento tecnologico.

Un tratto di costa, infatti, è costituito da tutta una serie di variabili antropiche (centri abitati, infrastrutture, turismo balneare, opere di difesa) e naturali (pendenza della spiaggia, tipo di costa, sistemi dunali, elementi climatici, parametri meteomarinari) che si relazionano fra loro. La particolarità di un determinato tratto di costa rispetto ad altri è data dal diverso peso relativo assunto da alcune delle sue variabili descrittive (o elementi costitutivi) in quel contesto geografico specifico. In virtù di questo criterio possiamo quindi classificare un tratto di costa come fortemente urbanizzato, ad elevata pressione turistica, con un elevato indice di naturalità o relativamente stabile dal punto di vista erosivo.

Le numerose variabili descrittive si possono relazionare fra loro secondo vari meccanismi che devono essere studiati, e che possono essere di causa-effetto, di dipendenza, di compresenza, di esclusione ecc.

Un litorale è inoltre risultato non solo di tutto ciò che avviene sull'interfaccia terra-mare, ma anche di quello che avviene nell'entroterra, ad esempio all'interno di un bacino idrografico o lungo l'alveo di un fiume che sfocia nelle vicinanze.

Si comprende pertanto come lo studio di un'area costiera comporti un'analisi di tipo multi-settoriale di tutte le componenti costitutive, di tutti i

meccanismi di relazionamento e del peso relativo assunto di volta in volta dalle variabili descrittive.

Un fattore certamente importante è il tempo: se si considerano gli spazi costieri come un complesso ecosistema, essi possono apparire come individualità coerenti rispetto al tempo, cosa che non traspare quando li si considera come spazi prettamente geografici, risultati cioè di un progetto che si mostra assai sensibile alle interazioni delle numerose variabili umane. E' il caso dei tempi di risposta di una spiaggia ai tempi di inserimento di un qualsiasi manufatto su di essa, o di reazione dell'ambiente fisico e vegetale all'improvviso verificarsi di un evento inquinante, che presuppone tempi lunghi per il ripristino delle condizioni preesistenti, o tempi di recupero delle attività economiche. E' chiaro che intercorrono tempi diversi dal momento in cui vi si avvertono l'inizio e la propagazione delle risposte; d'altronde la percezione da parte nostra di queste risposte avviene in tempi successivi, mentre gli eventuali interventi di recupero sono ulteriormente procrastinati al punto che, molto spesso, non solo non riconducono alla situazione di partenza ma innescano anche nuovi processi a catena.

Qualsiasi intervento l'uomo possa fare su un'area costiera, sia esso di intenso utilizzo, come ad esempio la costruzione di edifici a pochi metri dal mare, sia di ricostruzione di una spiaggia scomparsa, è comunque poco rispettoso dell'ambiente e, si potrebbe dire, contro natura: la spiaggia costituisce un ecosistema delicatissimo in continua evoluzione dinamica che può risolversi anche con la sua scomparsa. Non ci si deve quindi meravigliare se oggi l'erosione costiera ha assunto proporzioni enormi anche per l'intervento dell'uomo, che spesso ha intensificato e ingigantito un fenomeno erosivo già in atto naturalmente. Ogni riferimento alla realtà attuale delle aree costiere non può quindi prescindere dalla conoscenza e dalla valutazione dei processi storici che vi si sono inseriti e che vi hanno

impresso delle forme e delle fisionomie che, con il tempo, si sono maggiormente delineate o, al contrario, affievolite. La loro individuazione dà la misura dei complessi rapporti tra l'instaurarsi e l'intensificarsi delle attività umane e il costante evolversi e rimodellarsi della costa, in un alterno gioco in cui ora è prevalso l'uomo ora la natura.

Gli ambienti costieri che presentano bilanci sedimentari positivi sembra che generalmente coincidano con le zone a scarso intervento dell'uomo e dove la gestione umana risulta minore. Per tutelare queste rare oasi ed evitare la loro sparizione, oltre che proteggere col recupero le zone già compromesse è necessario passare dalla cultura difensiva della conservazione alla cultura operativa della gestione. E' necessario, cioè, rivedere il significato di una riprogettazione delle aree costiere partendo dal concetto di "spessore" inteso non solo in senso spaziale, ma anche in senso culturale, concettuale e, quindi, progettuale.

## **CAPITOLO 1**

### **OGGETTO DELLO STUDIO**

#### **1.1 PROGETTO E CONTESTO DELLO STUDIO**

Considerati gli intensi e diffusi fenomeni di erosione registrati nel corso degli ultimi decenni lungo i litorali italiani, la comunità scientifica nazionale si è impegnata, a partire dagli anni '70, in alcuni vasti programmi interdisciplinari di ricerca, allo scopo di stabilire lo stato attuale e le tendenze evolutive delle aree costiere. Tali ricerche hanno coinvolto anche molti ricercatori di diverse sedi universitarie, coordinati a livello nazionale, e sono state condotte principalmente mediante analisi cartografiche, interpretazione di foto aeree, rilevamenti geomorfologici, indagini mineralogiche e sedimentologiche, e analisi di dati meteomarini. Si sono in tal modo avviati, molto spesso col sostegno e il patrocinio delle amministrazioni locali, ampi e complessi progetti di protezione, tutela e rivalorizzazione dell'ambiente litoraneo, basati sul pieno utilizzo delle risorse di queste aree e sul rilancio delle attività edilizie, turistiche, culturali e ricreative, secondo modalità il più possibile ecocompatibili. Questi progetti rientrano in quella serie di interventi avviati per creare un'offerta cumulativa di risorse dei diversi settori, con effetti moltiplicatori importanti, sia per gli utenti che per gli operatori. Al centro della riflessione è soprattutto il tema della rilettura in chiave contemporanea del rapporto tra città e mare: dal lungomare urbano alla riqualificazione della linea di costa, dal rapporto tra tessuto urbano e paesaggio costiero alla valorizzazione delle qualità ambientali, alla fruizione balneare turistica.

Sulla base di questi programmi di ricerca, e in particolare sulla base di quelli finalizzati alla riqualificazione e alla gestione integrata delle aree costiere in Italia, il Servizio Difesa delle Coste del Dipartimento per la



Tutela delle Acque Interne e Marine dell' A.P.A.T. (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici) si propone di avviare un progetto di realizzazione di un Sistema Informativo Territoriale, applicato all'analisi, alla conoscenza e alla gestione degli effetti provocati sui litorali dalle problematiche erosive, sia dal punto di vista dell'evoluzione naturale sia degli effetti indotti da un'eccessiva antropizzazione. L'obiettivo è di realizzare un SIT applicato al tema della gestione integrata delle zone costiere (G.I.Z.C.) su scala nazionale, in inglese I.C.Z.M. (Integrated Coastal Zone Management), e sullo sviluppo ecocompatibile delle coste.

Il presente lavoro s'inserisce nell'attività preliminare di studio del progetto di realizzazione di un SIT per l'ambiente costiero esaminando i seguenti punti

- individuazione dei parametri che caratterizzano i litorali
- ricerca delle informazioni immediatamente disponibili (cartografia, studi, rilievi) nei vari formati (verbale, cartaceo, elettronico)
- prima sperimentazione della metodologia di sviluppo GIS e della metodologia di rappresentazione dell'ambiente costiero secondo unità amministrative (regioni e comuni) utilizzando i dati disponibili.

La base cartografica più importante ai fini di questo progetto è rappresentata dall'Atlante delle Spiagge Italiane<sup>1</sup> sia per le preziose

---

<sup>1</sup> L'Atlante delle Spiagge Italiane del Consiglio Nazionale delle Ricerche consta complessivamente di n.108 Fogli nei quali è condensata graficamente la maggior parte dei risultati di quasi 15 anni di studi, in una sintesi di immediata lettura, rappresentando il primo esempio del genere nel Mediterraneo. Sull'Atlante sono riportati gli elementi necessari per "leggere" lo stato e le tendenze evolutive di ogni spiaggia, come le opere a mare e lo stato di antropizzazione della fascia costiera, le caratteristiche geomorfologiche della spiaggia e notizie sulla sua evoluzione, nonché i dati

informazioni che fornisce sia specificamente per il contesto in cui s'inserisce lo studio.

Dopo una iniziale indagine sui progetti portati a termine da altri enti pubblici e di ricerca, si è riscontrato che il Progetto "R.I.C.A.MA."<sup>2</sup>, promosso dalla Regione Abruzzo, focalizza l'interesse sui fenomeni fisici e sulle metodologie di pianificazione tecnologica volte alla conservazione della natura e allo sviluppo delle componenti socio-economiche dell'area costiera abruzzese, e rappresenta al momento un valido prodotto di riferimento per lo studio del SIT costiero che il Servizio Difesa delle Coste del Dipartimento per la Tutela delle Acque Interne e Marine dell'A.P.A.T. si appresta a intraprendere.

---

sedimentologici, idrologici e sulla dinamica dei sedimenti. La stesura del primo Atlante delle Spiagge Italiane risale al 1985. Le ricerche, proseguite nell'ambito dei progetti coordinati d'interesse nazionale del M.P.I. (oggi M.U.R.S.T.) hanno portato, nel 1988 e nel 1990, alla stampa di ulteriori Fogli. Solo nel 1992, a seguito di finanziamenti del C.N.R., si è potuta completare l'opera.

<sup>2</sup> Il progetto R.I.C.A.MA. (*Rational for Integrated Coastal Area Management*) specificamente risponde alla domanda "come integrare considerazioni di carattere ambientale nella gestione e nello sviluppo della zona costiera regionale", ed è basato sulla convinzione che i maggiori problemi dell'ambiente sono intrinsecamente multisettoriali. E' un progetto ispirato all'esigenza di impostare e impiegare nuovi strumenti metodologici e organizzativi per porre rimedio alla diffusa erosione della costa abruzzese, spesso aggravata da infrastrutture inadeguate e da un caotico e abusivo sviluppo urbanistico vicino al litorale. La costruzione del metodo ha fatto riferimento a tre grandi ambiti interrelati: 1) conoscenza dei fenomeni fisici e morfologici, 2) metodologie e procedure di gestione integrata, 3) tecnologia di supporto per gli interventi di conservazione e protezione. La vera innovazione rispetto allo Stato dell'Arte consiste nell'aver preso atto che la gestione integrata non può essere un'attività fine a se stessa, ma deve necessariamente essere uno strumento; nel caso specifico uno strumento a supporto di obiettivi di sostenibilità per la zona costiera.

## **1.2 DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI E DESCRIZIONE DEL LAVORO**

Questo lavoro, iniziato nel mese di luglio 2003 e terminato a dicembre dello stesso anno, si inserisce nella fase iniziale del progetto di realizzazione di un SIT costiero a scala nazionale.

Gli obiettivi principali sono:

1. approfondire il contesto ambientale di applicazione e individuare un modello concettuale dei parametri delle aree costiere
2. costruire uno schema operativo da poter applicare all'analisi dei litorali e al confronto dei tratti di costa fra loro
3. applicare il modello e lo schema individuati a dei casi di studio, a diversi livelli di analisi, per verificare la validità del procedimento e come inizio di un lavoro, da continuare in seguito, volto alla delineazione dello stato attuale dei litorali lungo tutta la costa della penisola italiana.

Il presente lavoro si articola dunque in due fasi.

- La prima fase, detta “organizzativa”, è volta all'individuazione concettuale del metodo di studio, con la definizione degli obiettivi del lavoro, del contesto dello studio, delle componenti costitutive, e della ricerca dei dati e delle basi cartografiche.
- Nella seconda fase, detta “operativa”, si è proceduto alla sperimentazione di uno schema operativo che porti alla costruzione di indici di misura sintetici, di nuovi strati informativi e alla rappresentazione su carte tematiche.

## **1.3 METODOLOGIA UTILIZZATA**

La metodologia utilizzata nello svolgimento di questa ricerca si basa su principi di tipo analitico-descrittivo. Partendo dallo studio delle variabili

descrittive, del loro grado d'importanza in rapporto all'attuale situazione erosiva e delle complesse relazioni d'interdipendenza fra di esse, si giungerà alla costruzione di indici di misura sintetici, in base ai quali si cercherà di operare una classificazione dei tratti di costa. La metodologia tecnica utilizzata è basata sull'uso di softwares GIS, in particolare ArcGIS-ArcMap e ArcView 3.2. Con questi programmi è stato possibile effettuare alcune operazioni tecniche, come ad esempio queries geografiche, intersezioni di più strati informativi, operazioni di spatial analyst e geoprocessing wizard, che hanno permesso il relazionamento delle variabili descrittive e la costruzione di determinati indici di misura sintetici.

## **CAPITOLO 2**

### **ANALISI PRELIMINARE DI UN'AREA COSTIERA**

#### **2.1 INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI DI UN LITORALE**

Si è proceduto, innanzitutto, con lo studio delle componenti costitutive di un ambiente costiero.

Successivamente sono state selezionate quelle variabili naturali e antropiche che intervengono nell'evoluzione nel tempo della linea di riva in rapporto ai fenomeni erosivi registrati.

Le variabili selezionate sono state divise in 6 categorie, tre per le variabili naturali e tre per le variabili antropiche:

VARIABILI SELEZIONATE	
Ambiente litoraneo	Variabili naturali
Ambiente idrico	
Climatologia	
Assetto urbano e demografico	Variabili antropiche
Assetto territoriale ed economico	
Gestione delle coste	

Ogni categoria è stata successivamente divisa in più sottocategorie che la costituiscono: ad esempio la categoria “ambiente idrico” è suddivisa nelle due sottocategorie “corsi d’acqua” e “acque marine costiere”.

CATEGORIE	SOTTOCATEGORIE
Ambiente litoraneo	Litorale emerso
	Spiaggia sottomarina
Ambiente idrico	Corsi d’acqua
	Acque marine costiere
Climatologia	
Assetto urbano e demografico	Popolazione
	Centri abitati
Assetto territoriale ed economico	Infrastrutture
	Uso del territorio litoraneo
	Attività socio-economiche
	Associazioni per la tutela del territorio
Gestione coste	Opere e interventi
	Monitoraggio

Ogni sottocategoria è stata divisa a sua volta negli elementi costitutivi che la compongono: ad esempio la sottocategoria “acque marine costiere” è suddivisa in “onde”, “correnti lungo riva”, “maree”, “indice di salinità e temperatura dell’acqua” e “torbidità e qualità dell’acqua”.

Per ogni elemento costitutivo vengono forniti:

<b>ELEMENTO COSTITUTIVO</b>	una breve <b>definizione</b>
	la <b>motivazione</b> della sua presenza e della sua importanza all'interno di uno studio sullo stato delle coste
	il suo <b>grado d'importanza</b> ai fini di uno studio sullo stato delle coste
	il <b>livello amministrativo di competenza</b> (comunale, provinciale, regionale, nazionale, comunitario)
	i <b>dati occorrenti</b>
	le <b>fonti</b> di reperimento dei dati (enti, società, siti internet, annali, pubblicazioni ecc.)

Tutto questo processo, brevemente descritto, ha portato alla costruzione della Tabella A “ANALISI DEL TERRITORIO COSTIERO”, che costituisce il primo modello logico dei dati e di organizzazione delle informazioni.

TABELLA A  
ANALISI DEL TERRITORIO COSTIERO

Categoria	Sottocategoria	Elementi costitutivi	Definizioni ed elementi valutativi	Perché	Priorità del dato
<b>Ambiente litoraneo</b>			Insieme delle condizioni fisiche e chimiche (fattori abiotici) e biologiche (fattori biotici) che caratterizzano la fascia costiera		
	Litorale emerso		Zona compresa tra la linea di bassa marea e il limite estremo della terraferma raggiunto dalle onde di tempesta		
		Ampiezza	Larghezza del litorale emerso espressa in metri lineari	Più una spiaggia è stretta più è vulnerabile e meno resiste all'erosione	Alta
		Costituzione della spiaggia	Tessitura del materiale che costituisce la spiaggia (roccioso, ciottoloso, sabbioso, coralligeno, argilloso, inerti di ripascimento)	Più il materiale è grossolano più è difficilmente asportabile; più è sottile più è facilmente erodibile. Questo fenomeno è collegato anche al contorno della spiaggia e alla sua esposizione ai venti e alle onde	Alta
		Sistemi dunali	Depositi di sabbia formati per accumulo contro un ostacolo delle sabbie trasportate dal vento. Possono essere trasversali (perpendicolari alla direz. del vento), longitudinali (parallele alla direz. del vento) o barcane (a mezzaluna)	I sistemi dunali rappresentano un naturale serbatoio di materiale a cui la spiaggia può rivolgersi durante le mareggiate o le tempeste	Alta
		Laghi costieri e lagune collegate al mare	Estensione areale (in kmq) di specchi d'acqua dolce o salmastra presenti lungo la costa separati dal mare aperto da cordoni sabbiosi in parte emersi, che lasciano dei passaggi per le correnti di marea	I laghi e le lagune costiere sono un sistema di retrospiaggia generato dall'interazione tra l'avanzamento della linea di riva e il mare, ed evidenziano una progradazione avvenuta in tempi recenti	Bassa
		Zone umide, paludi costiere	Estensione areale (in kmq) di zone umide, acquitrinose e terreni paludosi presenti lungo la costa	Generate dalla chiusura di uno specchio lacustre nella fase finale di riempimento di una laguna, evidenziano una progradazione del litorale avvenuta in tempi recenti	Bassa
		Tipo di costa	Fascia ove vengono a contatto terraferma e acque marine interessate dal movimento delle onde e dalle maree. Si distingue la costa alta (rocciosa) "a rias, a fiordo, a valloni, a falesia", dalla costa bassa (sabbiosa) "a falcate, a lido, a delta, a estuario"	Il tipo di costa condiziona il tipo di abrasione marina: lungo un tratto di costa alta e rocciosa si origina un solco di battigia con uno scalzamento alla base della parete che subisce crolli e arretra, con la costruzione di una piattaforma di erosione; su coste basse le onde rimaneggiano e spostano continuamente i materiali detritici producendo un'incessante modificazione della configurazione e della pendenza del litorale	Alta
		Pendenza spiaggia	Pendenza verso mare del litorale emerso, espressa in gradi, in sezione longitudinale	Evidenzia lo stato di squilibrio di una spiaggia: minore è la pendenza più la spiaggia è in condizioni stabili	Alta

TABELLA A  
ANALISI DEL TERRITORIO COSTIERO

	Composizione geo-litologica	Struttura e litologia dei sedimenti che costituiscono il litorale emerso	L'origine del materiale di partenza può essere indicativa sulla maggiore o minore difficoltà nella riduzione dei clasti (materiale granitico:maggiore resistenza all'usura; materiale carbonatico:più facilmente solubile)	Media
	Densità e tipologia di vegetazione	Specie vegetali presenti e loro densità sulla fascia sabbiosa	La presenza di vegetazione sulla fascia costiera protegge meglio i sistemi dunali	Alta
Spiaggia sottomarina		Zona estesa dalla linea di bassa marea fino al limite di azione delle onde e delle correnti costiere (livello di base del moto ondoso)		
	Ampiezza	Larghezza della spiaggia sottomarina espressa in metri lineari	Più il fondale è ampio e a debole pendenza più la spiaggia resiste all'erosione	Alta
	Morfologia fondale	Forma della superficie del fondale marino	La morfologia può condizionare il deposito: il materiale può, ad esempio, incanalarsi in canyons sottomarini e scivolare verso il basso. La morfologia influisce anche sul moto ondoso	Media
	Composizione geo-litologica	Struttura e litologia dei sedimenti che costituiscono la spiaggia sottomarina	L'origine del materiale di partenza può essere indicativa sulla maggiore o minore erodibilità dei clasti	Bassa
	Presenza e distribuzione di vegetazione marina	Specie vegetali presenti e loro distribuzione sul fondale	Rappresenta una barriera di intrappolamento dei materiali e di attenuazione dell'energia del moto ondoso	Media
	Pendenza spiaggia sottomarina	Pendenza del fondale, in sezione longitudinale, espressa in gradi	Maggiore è la pendenza più rapidamente si disperde il materiale che arriva	Alta
	Dominio del tipo di foce dei corsi d'acqua presenti	Modalità di sbocco in mare delle aste fluviali che solcano l'area e loro dominio (a prevalente dominio ondoso o fluviale)	Se una foce è a prevalente dominio ondoso prevale un'azione di asporto e ridistribuzione del materiale, se è a prevalente dominio fluviale prevale un'azione di deposito	Alta
	Avanzamento o arretramento linea di riva	Avanzamento o arretramento in metri di un tratto di linea di riva, riferito a un intervallo temporale	E' importante conoscere se un tratto di costa è stato soggetto negli ultimi anni ad avanzamento o a erosione al fine della pianificazione degli interventi di difesa	Alta
	Franosità	La franosità è qui intesa con due significati. 1) Probabilità che eventi franosi si verifichino all'interno del bacino idrografico dei corsi d'acqua 2) Crolli delle pareti rocciose nei tratti di costa alta	In un bacino idrografico più c'è franosità più materiale viene preso in carico dal fiume. Su una costa alta il crollo della falesia fa arretrare la linea di riva e dà avvio alla costruzione di una nuova spiaggia	Media



TABELLA A  
ANALISI DEL TERRITORIO COSTIERO

		Movimenti tettonici	Movimenti della litosfera, dovuti a sollecitazioni dinamiche o alla costipazione dei sedimenti che la costituiscono, che provocano un lento e progressivo abbassamento (subsidenza) o un innalzamento dell'area	La compattazione dei sedimenti fa abbassare l'area per via del peso dei manufatti sovrastanti e dell'emungimento di acqua dal sottosuolo causando la subsidenza e l'ingressione di acque marine che innescano l'erosione	Media
Ambiente idrico			Ambiente interessato dal ciclo delle acque continentali, tra la loro precipitazione sulle terre emerse e il deflusso in mare		
	Corsi d'acqua		Acque incanalate che scorrono in un alveo naturale a pendenza variabile, conseguenza dello scorrimento per gravità di acque meteoriche o di scioglimento glaciale fino al livello di base (livello del mare)		
		Lunghezza	Lunghezza in km dell'asta fluviale dalla sorgente alla foce		Bassa
		Portata solida	Volume d'acqua che passa nell'unità di tempo considerata attraverso una sezione trasversale del corso d'acqua, espresso in mc/s	La portata solida è importantissima per capire quanto materiale viene preso in carico dal fiume e riversato in mare	Alta
		Estensione bacino imbrifero	Tutto il territorio le cui acque affluiscono al corso d'acqua in questione o a uno dei suoi affluenti, delimitato dalla linea spartiacque che separa bacini imbriferi contigui	Maggiore è l'estensione del bacino imbrifero maggiore è la portata solida del corso d'acqua	Media
		Piovosità sul bacino imbrifero	Quantità di pioggia, misurata in mm/anno, che ricade all'interno del bacino imbrifero del corso d'acqua	La piovosità sul bacino imbrifero incide sulla portata del corso d'acqua	Alta
		Regime fluviale alla foce	Complesso delle variazioni delle portate solide alla foce nel corso dell'anno	Se il regime fluviale è costante c'è un continuo apporto solido in mare, che si traduce in una maggiore probabilità e velocità di progradazione; se il regime è torrentizio l'apporto è minore	Alta
		Capacità di trasporto	Quantità di materiale trasportato dal corso d'acqua, riferita al peso massimo trasportabile ( <b>carico limite</b> ) e alle dimensioni massime dei sedimenti trasportabili ( <b>competenza della corrente</b> )	Sia il carico limite che la competenza della corrente dipendono dalla portata liquida del fiume e dalla sua pendenza	Media
		Quantità e dimensioni degli inerti riversati in mare	Quantità media e di picco e dimensioni del materiale depositato attualmente alla foce dal corso d'acqua	L'effettiva quantità di materiale depositato alla foce, comparata con la capacità di trasporto, evidenzia la riduzione del quantitativo di inerti fluviali che giungono a mare, principale causa dell'innescare dell'erosione costiera	Alta
		Opere idrauliche umane	Presenza, lungo il corso d'acqua, di invasi artificiali, soglie, argini, muraglioni, canalizzazioni, escavazioni, e quantità di materiale sottratto dall'opera al corso d'acqua	Opere di regimazione, di sbarramento e di escavazione eseguite sui corsi d'acqua causano, per la maggior parte, l'arretramento della linea di riva: queste opere si traducono in una diminuzione del trasporto solido dei corsi d'acqua e in un deposito dei sedimenti prima che questi giungano in mare	Alta
		Profondità falda acquifera	Profondità in metri del livello freatico della falda sotterranea		Bassa

TABELLA A  
ANALISI DEL TERRITORIO COSTIERO

	Acque marine costiere		Acque di mare comprese tra la linea di riva e il limite di movimento dei sedimenti		
		Onde	Movimenti oscillatori del mare prodotti dall'azione del vento, dalle maree o da altre cause, misurati in altezza significativa, periodo e direzione. Si distinguono le onde di oscillazione (per attrito col fondo) dalle onde di traslazione	Al fine di un'analisi sulla situazione erosiva dei litorali è importante conoscere gli effetti prodotti dalla propagazione delle onde lungo la costa	Alta
		Correnti lungo riva	Spostamenti delle masse d'acqua lungo riva provocati dal vento e dall'interazione del moto ondoso con la riva, misurati in <b>velocità orbitale e direzione</b>	Oltre che contribuire all'azione erosiva delle onde e delle maree, possono esercitare un'erosione sottomarina se agiscono in acque poco profonde su fondali costituiti da sedimenti teneri, soprattutto quando intervengono movimenti tettonici a rendere irregolari i fondali	Media
		Maree	Variazioni del livello del mare: innalzamento (alta marea) e abbassamento (bassa marea), misurate in <b>flusso e riflusso</b>	Esercitano un'azione erosiva nei tratti in cui vi sono foci fluviali, specialmente durante il riflusso: quest'ultimo, infatti, provoca un aumento della velocità delle acque fluviali che si versano in mare, già rallentate durante il flusso mareale; i sedimenti depositi vengono ripresi e trasportati verso il largo, sgombrando così la foce e provocando l'incisione di canali sottomarini	Media
		Indice salinità e temperatura dell'acqua	Quantità di sali in forma ionica contenuti in soluzione nell'acqua di mare e temperatura media dell'acqua in inverno e in estate	La maggiore o minore salinità e temperatura dell'acqua possono aumentare o diminuire la sua capacità di reazione chimica e di aggressione su certi minerali che compongono la spiaggia	Bassa
		Torbidità e qualità dell'acqua	Quantità di particelle sedimentarie o inquinanti in sospensione. Eventuale presenza di alghe eutrofiche (mucillagine)		Bassa
Climatologia			Studio dei caratteri e dell'evoluzione dello stato medio dell'atmosfera in relazione alla superficie terrestre	Il clima influisce sullo stato del mare attraverso le variazioni della frequenza e dell'intensità dei venti e delle precipitazioni. Con le variazioni climatiche variano sia lo stato del mare sia il regime pluviometrico, e quindi le portate fluviali e torrentizie, e viene notevolmente influenzato l'equilibrio litorale	
		Temperatura dell'aria	Variazioni di temperatura dell'aria: andamento delle isoterme (stagionali/mensili/annue) ed escursioni termiche (giornaliere/mensili/annue)		
		Umidità	Quantità in grammi di vapore acqueo contenuto in 1 metro cubo d'aria (umidità assoluta)		

TABELLA A  
ANALISI DEL TERRITORIO COSTIERO

		Pressione atmosferica a livello del mare e venti sottocosta	Peso in millibar (o mm di mercurio) esercitato a livello del mare dalla colonna d'aria sovrastante. I venti sottocosta sono spostamenti di masse d'aria, in senso prevalentemente orizzontale, da zone di alta pressione (anticicloni) a zone di bassa pressione (cicloni), misurati in <b>velocità</b> (in km/h o in m/s) e <b>direzione</b> (senso di provenienza del vento). Calcolo del <b>fetch efficace</b> (massima distanza su cui agisce il vento senza incontrare ostacoli)	I venti sono la causa principale della generazione del moto ondoso che agisce sulle coste	Alta
<b>Assetto urbano e demografico</b>			Colonizzazione e occupazione della fascia costiera		
	Popolazione				
		Popolazione presente	Numero abitanti normalmente presenti		
		Attività lavorativa	Percentuali di occupati nei diversi settori (agricoltura, industria, terziario, lavoro autonomo, turismo)		
	Centri abitati				
		Tipo	Metropoli, città, cittadina, paese, villaggio ecc. Centro agricolo, industriale, turistico, balneare, peschereccio ecc.		
		Estensione areale del comune	Dimensioni del territorio comunale misurate in kmq		
<b>Assetto territoriale ed economico</b>					
	Infrastrutture				
		Impianti stradali e ferroviari	Principali strade, autostrade e linee ferroviarie che percorrono il litorale		
		Porti	Porti marittimi, d'imbarco e sbarco, commerciali, militari o turistici		
		Canali artificiali	Canali di bonifica, di drenaggio, di irrigazione o navigabili che solcano il territorio		
		Discariche e depuratori	Aree di scarico e smaltimento rifiuti solidi e impianti di depurazione degli scarichi fognari urbani e industriali		
	Uso del territorio litoraneo		Costituzione, estensione e valenza economica delle varie aree che compongono il territorio litoraneo		
		Tipo di area	Aree agricole, incolte, prati, pascoli, aree boscate, arenili, comprensori di bonifica. Aree protette (aree archeologiche, riserve e parchi naturali, parchi marini, zone militari, aree extraterritoriali). Spiagge libere		Alta
		Estensione	Dimensioni dell'area misurate in kmq		Media
		Valenza economica	Aree a più forte valenza turistica, aree a più forte valenza economico-industriale, aree a più forte valenza naturalistica		Alta
	Attività socio-economiche		Attività industriali, commerciali, turistiche, ecc. effettuate sul territorio		
		Settore	Tipo settore: industria, commercio, turismo, ecc.		

TABELLA A  
ANALISI DEL TERRITORIO COSTIERO

		Tipo di attività	Industria estrattiva (materiali estratti e siti di prelievo, piattaforme offshore per gas e petrolio), industria alimentare, tessile, meccanica, chimica ecc. Allevamento, impianti di piscicoltura e mitilicoltura. Stabilimenti balneari e ricreativi, campeggi, principali alberghi, ecc.		Alta
		Prodotto	Prodotto industriale elaborato e finito		
		Ubicazione	Ubicazione dei principali impianti sul territorio		
	Associazioni per la tutela del territorio		Costituzione di Comunità Marine o associazioni di cittadini per la tutela e la valorizzazione del territorio		Bassa
Gestione coste					
	Opere e interventi		Opere e interventi di difesa del litorale effettuati o via di attuazione	Le opere marittime producono effetti diretti sul trasporto dei materiali detritici ad opera di onde e correnti, modificando la dinamica del trasporto litoraneo. Censimento delle opere a mare e degli interventi di difesa effettuati o in progetto	
		Tipo di opera o di intervento	Opere di difesa rigide (barriere, pennelli) e di ricostruzione dell'arenile (ripascimenti), aree spianate artificialmente (kmq di spiaggia che hanno subito uno spianamento con mezzi meccanici per la messa in posa di opere umane)		Alta
		Ente/i committente/i			
		Stato dell'opera	In funzione, in dismissione, in fase di realizzazione		
		Periodo di realizzazione	Da quanto tempo è stata realizzata l'opera		
		Interventi manutentivi			
		Costi sostenuti o previsti	I costi si dividono in due gruppi: gli oneri economici d'intervento e gli oneri economici di manutenzione degli interventi eseguiti	La validità di un intervento sussiste se i suoi costi sono ripagati da un beneficio economico, in genere derivante dal rilancio dell'economia legata al turismo. Il prezzo è inoltre funzione di variabili quali il tipo di intervento e le tecniche impiegate	Media
	Monitoraggio			Il monitoraggio rivela lo stato attuale dell'opera e la sua reale efficacia è evidenziata dagli effetti prodotti sui litorali	
		Scopo e risultati	Monitoraggio dei fenomeni di erosione costiera e/o delle opere di difesa e risultati ottenuti		Alta
		Ente/i attuatore/i			
		Tipo di intervento	Metodologie, tecniche e mezzi utilizzati per il monitoraggio		
		Periodo			

## **2.2 REPERIMENTO E SELEZIONE DEI DATI DISPONIBILI**

Dalla precedente Tabella A “ANALISI DEL TERRITORIO COSTIERO”, sono stati scelti quegli elementi costitutivi i cui dati sono attualmente disponibili e utilizzabili per una prima sperimentazione dello schema operativo di realizzazione del Sistema Informativo Territoriale costiero. Su questi dati si è basata tutta la costruzione del presente lavoro.

Il tempo a disposizione per effettuare una ricerca approfondita sui dati necessari non era molto. Per questo, almeno in questa prima fase del lavoro, ci si è basati su quei dati più facilmente accessibili e recuperabili nel giro di poco tempo.

I dati recuperati derivano in parte da cartografia vector, in parte da ortofoto in formato digitale, in parte dall’Atlante delle Spiagge Italiane in formato cartaceo e digitale, e da varie ricerche e studi prettamente di sedimentologia costiera in formato cartaceo.

### **Dati vettoriali**

I dati georeferenziati disponibili si riferiscono a tutto il territorio italiano. Sono relativi ai seguenti settori di studio e alle seguenti scale geografiche:

- limiti amministrativi (confini regionali; confini comunali; centroidi capoluoghi comunali; limiti dei centri abitati) in scala 1:25000
- ambiente e territorio (aree protette, vincolate ai sensi dell’art.1 della Legge n.431 del 1985, suddivise in: parchi nazionali, parchi naturali regionali, riserve naturali regionali e aree protette d’interesse locale; paludi e zone acquitrinose, ai sensi del DPR 488/76; vincoli ambientali ai sensi della Legge n.1497 del 29 giugno 1939 “Protezione delle bellezze naturali”) in scala 1:25000

- uso del suolo (copertura del suolo in 44 classi secondo criteri CORINE LAND-COVER) in scala 1:100000
- geografia fisica (laghi e lagune costiere collegate al mare; corsi d'acqua minori) in scala 1:25000; (fiumi; limiti dei bacini idrografici; isoipse) in scala 1:250000
- monitoraggio (stazioni mareografiche)

L'elenco di tutti i dati originari è riportato nella Tabella B "DATI VETTORIALI DISPONIBILI".

Nella tabella non compaiono le stazioni mareografiche in quanto questi dati sono stati reperiti in un secondo momento e affiancati ai precedenti.

### **Basi cartografiche**

E' stata effettuata anche una ricerca dei riferimenti cartografici da utilizzare come strumento di lavoro per l'analisi e lo studio dei territori costieri italiani. Tale ricerca ha portato al reperimento e quindi all'uso dei seguenti documenti:

- **ortofoto IT 2000**, con sistema di riferimento WGS 84, fusi 32 e 33, tutta Italia mosaicata su scala 1:10000 divisa per regioni, ricavate dai voli relativi agli anni 1998/1999.

Le ortofoto sono state utilizzate in più fasi del lavoro e hanno consentito di visualizzare molti elementi territoriali non visibili nelle tavolette al 25000 dell'I.G.M.I., come ad esempio le opere di difesa, i moli e le banchine portuali, i più recenti insediamenti umani lungo la costa, le infrastrutture di maggior dettaglio, ecc.

- **tavolette I.G.M.I.** in scala 1:25000 digitalizzate e in scala 1:500000 in formato cartaceo relative a tutta la Toscana e a tutta la Liguria
- **Atlante delle Spiagge Italiane** del Consiglio Nazionale delle Ricerche, in formato cartaceo e digitale.

TABELLA B

## DATI VETTORIALI DISPONIBILI

DATI VECTOR	DESCRIZIONE - TEMA	OGGETTO GEOGRAFICO	UNITA' SPAZIALI	AREA	CHIAVE	DATA RIF. DATO	MATERIALE BASE	DI	SCALA	PROIEZIONE CARTOGRAFICA	UNITA' MISURA	DI	ULTIMO UPDATE	FORMATO	PROVENIENZA
IDROGRAFIA	reticolo idrografico scala 1:250.000 corsi d'acqua	idrografia lineare	linee	Italia		1968	carte vettoriali		1:250.000	utm fuso 32	metri		1990	coverage arc-info	ANPA
IDROGRAFIA	reticolo idrografico scala 1:250.000 canali	idrografia lineare	linee	Italia		1968	carte vettoriali		1:250.000	utm fuso 32	metri		1991	coverage arc-info	ANPA
IDROGRAFIA	reticolo idrografico scala 1:250.000 doppie sponde fiumi larghi	idrografia poligonale	poligoni	Italia		1968	carte vettoriali		1:250.000	utm fuso 32	metri		1992	coverage arc-info	ANPA
IDROGRAFIA	rete idrografica (fiumi, canali, acquedotti, condutture forzate, laghi)	idrografia lineare	linee	Italia	cod. istat, tav. IGM		carte vettoriali		1:25.000	utm fuso 32	metri		1996	coverage arc-info	MBCA - UCBA
IDROGRAFIA	rete idrografica (mari, laghi, serbatoi, fiumi, greti, canali, bacini montani, lagune)	idrografia poligonale	poligoni	Italia	cod. istat, tav. IGM		carte vettoriali		1:25.000	utm fuso 32	metri		1996	coverage arc-info	MBCA - UCBA
USO DEL SUOLO	copertura suolo in 44 classi secondo criteri CORINE LAND-COVER	aree omogenee per uso del suolo	poligoni	Italia (parziale)		1996	file grafici di vario tipo		1:100.000	utm fuso 32	metri		1996	arc info export	centro interregionale per la cartografia
LIMITI AMMINISTRATIVI	limiti comunali suddivisi per regione	limiti comunali	poligoni	Italia	cod. istat	1991	carte vettoriali istat '91		1:25.000	utm fuso 32	metri		1991	coverage arc-info	istat '91 - ssn
LIMITI AMMINISTRATIVI	limiti sezioni di censimento	limiti sezioni di censimento	poligoni	Italia	cod. istat	1991	carte vettoriali istat '91		1:25.000 e magg.	utm fuso 32	metri		1991	coverage arc-info	istat '91 - ssn
LIMITI AMMINISTRATIVI	limiti località abitate	limiti località abitate	poligoni	Italia	cod. istat	1991	carte vettoriali istat '91		1:25.000	utm fuso 32	metri		1991	coverage arc-info	istat '91 - ssn
PARCHI E RISERVE	parchi nazionali, regionali e riserve vincolati L.431/85, art.1, lett. f	parchi	poligoni	Italia	cod. istat, tav. IGM	1996	carte vettoriali		1:25.000	utm fuso 32	metri		1996	coverage arc-info	MBCA - UCBA
ZONE UMIDE	zone umide ai sensi del DPR 488/76 e vincolate ai sensi della L.431/85, art.1, lett. i	zone umide	poligoni	Italia	cod. istat, tav. IGM	1996	carte vettoriali		1:25.000	utm fuso 32	metri		1996	coverage arc-info	MBCA - UCBA
VINCOLI AMBIENTALI	aree vincolate ai sensi della L. 1497/39	aree vincolate	poligoni	Italia	cod. reg., tav. IGM	1996	carte vettoriali		1:25.000	utm fuso 32	metri		1996	coverage arc-info	MBCA - UCBA
VINCOLI AMBIENTALI	elementi puntuali vincolati ai sensi della L. 1497/39	aree vincolate	punti	Italia	cod. reg., tav. IGM	1996	carte vettoriali		1:25.000	utm fuso 32	metri		1996	coverage arc-info	MBCA - UCBA
VINCOLI AMBIENTALI	elementi lineari vincolati ai sensi della L. 1497/39	aree vincolate	linee	Italia	cod. reg., tav. IGM	1996	carte vettoriali		1:25.000	utm fuso 32	metri		1996	coverage arc-info	MBCA - UCBA
ALTIMETRIA	piano quotato con maglia di 250 m	quota	punti	Italia		1990	file ascii		1:250.000	utm fuso 32	metri		1990	coverage arc-info	S.G.I.

## **CAPITOLO 3**

### **SPERIMENTAZIONE DELLA METODOLOGIA**

#### **3.1 PREMESSA**

In questo terzo capitolo viene descritta la seconda fase del lavoro, detta “operativa”, ovvero la sperimentazione della metodologia su aree geografiche di riferimento, imposta dalla necessità di avere una conferma della validità del procedimento fin qui descritto. Questo ha comportato la necessaria costruzione di uno schema operativo per l’applicazione del metodo su specifiche “aree campione”, sulle quali si aveva una discreta disponibilità di dati e studi. La fase della scelta delle aree geografiche campione è stata definita “inquadramento degli scenari”.

Fase importantissima nella costruzione dello schema operativo è stata la qualificazione delle unità territoriali di riferimento, avvenuta secondo un preciso ordine logico e soprattutto in base ai dati disponibili.



### **3.2 COSTRUZIONE DELLO SCHEMA OPERATIVO**

Il lavoro si articola su differenti livelli di analisi, via via più specifici al crescere della scala geografica di riferimento. Per ogni livello vengono forniti:

- lo scenario
- l'area geografica di applicazione
- l'unità territoriale di riferimento
- le classi di analisi
- gli indici di misura
- le variabili descrittive
- che cosa si è prodotto

Tutto il procedimento ha portato alla costruzione della Tabella C “SCHEMA OPERATIVO DEI DATI”, per l'analisi dello stato delle coste (in base ai dati ad oggi disponibili).

**TABELLA C**  
**SCHEMA OPERATIVO DEI DATI**

SCENARIO	AREA GEOGRAFICA	UNITA' TERRITORIALE	CLASSI DI ANALISI	INDICI DI MISURA	VARIABILI DESCRITTIVE	PRODOTTO
amministrativo	Italia	regione	spiagge in erosione	km in erosione		carte tematiche delle regioni costiere e del grado di erosione e di stabilità dei litorali
				% in erosione	rapporto tra km in erosione e totale km di spiaggia	
			spiagge stabili	km stabili		
				% stabili	rapporto tra km stabili e totale km di spiaggia	
			totale spiagge	km totale spiagge		
				% totale spiagge	rapporto tra km di spiaggia e totale km di litorale	
			limiti amministrativi			
	Liguria-Toscana	comune	grado di naturalità o di antropizzazione	indice di naturalità	rapporto tra il totale delle superfici delle seguenti aree naturali (parchi nazionali, riserve naturali regionali, parchi naturali regionali, aree protette d'interesse locale, laghi costieri e lagune collegate al mare, zone umide e paludi costiere) e la superficie totale dei comuni costieri	indici di misura sintetici - carte tematiche dei comuni costieri sul grado di naturalità, di antropizzazione e di pressione d'uso del territorio costiero
				densità di superficie dei centri abitati	rapporto tra la somma delle aree occupate dai centri abitati e la superficie totale dei comuni costieri	
				densità di popolazione	rapporto tra la somma della popolazione dei comuni costieri e la superficie totale dei comuni costieri su 1000000	
			pressione d'uso del territorio	uso del suolo	rapporto tra la somma delle aree con il medesimo uso del suolo e la superficie totale dei comuni costieri	
				valenza economica delle aree		
			limiti amministrativi			
naturale	Italia	tratti di costa omogenei				

### **3.3 QUALIFICAZIONE DELLE UNITA' TERRITORIALI**

Per unità territoriale s'intende qui il criterio in base al quale si è deciso di porzionare il territorio oggetto di analisi. In questo caso il criterio adottato è di tipo amministrativo in quanto si avevano a disposizione i dati relativi ai limiti dei confini comunali e regionali italiani. Si è infatti considerato come territorio litoraneo regionale quello racchiuso all'interno dei confini dei comuni costieri. Si comprende in tal modo come, per questo lavoro, la scelta delle unità territoriali di riferimento sia strettamente legata alla natura dei dati a disposizione.

La qualificazione delle unità territoriali oggetto di studio è avvenuta in base alla considerazione di questi quattro punti:

1. quali variabili sono significative per la qualificazione delle unità territoriali di analisi
2. quali indici sono costruibili a partire dalle variabili identificate
3. come si costruiscono e misurano gli indici sintetici
4. quali sono le modalità di relazionare le variabili fra loro

Ogni unità territoriale di riferimento è suddivisa in più classi di analisi (vedi Tabella D "QUALIFICAZIONE DELLE UNITA' TERRITORIALI). Per ciascuna classe di analisi vengono calcolati più indici di misura sintetici.

Ogni indice di misura è costituito da più variabili descrittive.



### **3.4 INQUADRAMENTO DEGLI SCENARI E PRODUZIONE DEI PRIMI TEMATISMI**

#### **Scenario amministrativo**

#### **Area geografica: Italia**

Analisi a scala nazionale: selezione delle 15 regioni costiere italiane.

Lo scopo è delineare un quadro complessivo dello stato attuale dei litorali italiani, sia dal punto di vista dei fenomeni di arretramento della linea di riva, sia della conseguente necessità di una maggiore tutela e protezione con opere di difesa.

Da quanto riportato sull'Atlante delle Spiagge Italiane risulta che, su uno sviluppo litoraneo complessivo di circa 7500 km (isole comprese), l'estensione delle spiagge italiane è di quasi 3500 km; circa il 35% di esse è attualmente in erosione, il 5% è in accrescimento, mentre il 60% si può considerare relativamente stabile, molto spesso a seguito della realizzazione di opere di difesa.

In base alla terminologia in uso sull'Atlante delle Spiagge Italiane, per "litorale" s'intende l'intero sviluppo costiero della regione. Il litorale risulta in tal modo costituito da spiagge (litorale basso sabbioso o ciottoloso), tratti di ripa o di costa alta e tratti occupati da opere portuali e banchine.

<b>LITORALE</b>		
<b>SPIAGGE</b>	<b>COSTA ALTA</b>	<b>OPERE PORTUALI E BANCHINE</b>

L'analisi di questi dati ha portato alla costruzione della Tabella E "LO STATO DEI LITORALI ITALIANI - REGIONI" e della Tabella F "LO STATO DEI LITORALI ITALIANI – MARI", dove per ognuna delle 15 regioni costiere sono riportati la composizione e lo stato del litorale.

Gli indici di misura sono costituiti dai km e dalle % di spiagge in arretramento, di spiagge relativamente stabili e di spiagge totali in rapporto all'intero sviluppo litoraneo regionale.

Con un successivo processo di tematizzazione si è arrivati alla costruzione di legende informative, divise in classi a colori, e quindi a una prima produzione di carte tematiche, relative al grado di erosione e di stabilità dei litorali delle 15 regioni costiere (riportate in appendice).

## TABELLA E

### Lo stato dei litorali italiani - Regioni

Regioni	Opere portuali e banchine		Coste alte		Spiagge erosione		Spiagge accrescimento		Spiagge stabili		Totale spiagge		Totale litorali	Codice regione
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	
Friuli Venezia Giulia	29	28	15	14	2	3	2	3	56	94	60	58	104	6
Veneto					18	11	20	13	122	76	160	100	160	5
Liguria	63	15	145	35	70	33	3	1	138	66	211	50	419	7
Emilia Romagna	2	1			31	20	16	10	108	70	155	99	157	8
Toscana	14	3	242	51	122	57	22	10	72	33	216	46	472	9
Marche	4	2	37	22	57	44	7	5	65	51	129	76	170	11
Lazio	13	5	61	21	117	54	12	6	87	40	216	74	290	12
Abruzzo	3	2	23	19	48	48	2	2	49	50	99	79	125	13
Molise	1	3	2	6	26	81			6	19	32	91	35	14
Campania	23	6	200	54	100	67	0	0	50	33	150	40	373	15
Puglia	58	7	450	56	89	30	1	0	212	70	302	37	810	16
Basilicata			19	32	40	98			1	2	41	68	60	17
Calabria	5	1	44	6	300	43	23	4	369	53	692	93	741	18
Sicilia	44	4	375	36	167	27	34	5	420	68	621	60	1040	19
Sardegna	12	1	960	71	62	17	17	4	295	79	374	28	1346	20

Fonte: *Atlante delle Spiagge Italiane* , C.N.R. - M.U.R.S.T., 1985-1997

TABELLA F

## Lo stato dei litorali italiani - Mari

Mare	Opere portuali e banchine		Coste alte		Spiagge erosione		Spiagge accrescimento		Spiagge stabili		Totale spiagge		Totale litorali
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km
<b>Tirreno</b>	136	4	1796	50	659	40	74	5	896	55	1629	46	3561
<b>Adriatico</b>	80	6	353	28	229	27	48	6	568	67	845	66	1278
<b>Ionio</b>	55	4	422	29	361	37	37	4	586	59	984	67	1461
<b>Italia</b>	<b>271</b>	<b>4</b>	<b>2571</b>	<b>41</b>	<b>1249</b>	<b>36</b>	<b>159</b>	<b>5</b>	<b>2050</b>	<b>59</b>	<b>3458</b>	<b>55</b>	<b>6300</b>

Al valore relativo alle spiagge in erosione occorre aggiungere un ulteriore 9% (oltre 300 km), per quei litorali che sono stati resi stabili mediante opere di protezione. Pertanto le spiagge "naturalmente" stabili costituiscono circa il 50% del totale

Il totale dei km dei litorali italiani comprende l'Isola d'Elba ma non comprende le isole minori, i cui litorali hanno uno sviluppo di circa 1200 km (per la gran parte coste alte)

Fonte: *Atlante delle Spiagge Italiane*, C.N.R. - M.U.R.S.T., 1985-1997



## **Scenario amministrativo**

### **Area geografica: Liguria e Toscana**

Analisi a scala regionale: l'area geografica su cui si è deciso di focalizzare lo studio è costituita dalle coste della Liguria e della Toscana, dal confine nazionale Francia-Italia al confine interregionale Toscana-Lazio, per un totale di circa 890 km di sviluppo costiero.

**Liguria.** [D'ALESSANDRO & LA MONICA, 1999] La costa ligure si estende per circa 420 km (145 km di costa alta, 211 di spiagge e 63 di opere portuali e banchine) e deve le sue caratteristiche morfologiche principalmente alla litologia e alla tessitura delle rocce presenti e all'assetto geologico-strutturale. I processi erosivi, e quindi l'entità del rischio, si sono accentuati a partire dagli anni '50, allorché l'incremento del turismo ha comportato un'urbanizzazione, talvolta incontrollata, che in molti casi ha completamente impegnato la fascia costiera, con particolare intensità in corrispondenza delle spiagge, spesso poco ampie. Delle spiagge liguri circa il 15% (32 km) sono a rischio molto elevato e altri 38 km a rischio elevato. A causa di tali situazioni, che spesso compromettono anche vie di comunicazione di importanza nazionale, ben il 30% circa dell'intero arco litoraneo è difeso da opere di diversa tipologia. Attualmente i tratti litoranei più esposti sono la costa bassa a SW di Capo Noli e le principali spiagge del settore appenninico (Lavagna, Marinella).

**Toscana.** [D'ALESSANDRO & LA MONICA, 1999] Il litorale toscano è esteso per circa 470 km e circa il 46% delle sue spiagge (estese 216 km) è soggetto a erosione; tuttavia solo il 17% può considerarsi a rischio molto elevato e la limitazione del livello di rischio è dovuta al modesto sviluppo urbano e industriale della fascia costiera centro meridionale. L'arretramento della linea di riva è più rapido alle ali deltizie

dei fiumi Arno e Ombrone, ove l'erosione raggiunge la sua massima intensità anche per la quasi totale assenza di opere di difesa. In queste zone, un'opera di salvaguardia e di protezione del litorale sarebbe più che mai necessaria, in quanto si tratta di ambienti idrofili e di sistemi dunali di grande importanza e unici in Italia. Altri tratti a rischio molto elevato sono in corrispondenza delle foci di fiumi minori, a riprova che la causa principale dell'erosione risiede nell'impoverimento degli apporti fluviali e quindi nella cattiva gestione dei bacini imbriferi nell'entroterra. In tratti di estensione limitata il rischio elevato è dovuto alla presenza di zone archeologiche e biotopi.

Lo scenario è di tipo amministrativo, con la selezione di tutti i comuni costieri di Liguria e Toscana.

L'analisi effettuata è incentrata:

- 1) sul grado di naturalità e di antropizzazione di tutti i comuni selezionati
  - 2) sulla pressione d'uso del territorio
- mediante il calcolo dei seguenti indici di misura

- densità di superficie dei centri abitati, all'interno del comune
- densità di popolazione
- quantità di aree protette e vincolate
- uso del suolo
- valenza economica delle aree in esame

La costruzione degli indici di misura, applicati ai comuni costieri selezionati, serve sia come elemento conoscitivo dei litorali per la zona in esame, sia come elemento da considerare nella sintesi e nella determinazione dei pesi delle principali cause che hanno recentemente modificato lo stato del litorale su quel tratto di costa.

Gli indici di misura possono, in definitiva, essere confrontati con gli specifici elementi costitutivi dei comuni in esame, per esempio: presenza di

una foce di un fiume importante, presenza di aree fortemente antropizzate, ecc. E' ormai noto che generalmente i fenomeni erosivi risultano più accentuati in corrispondenza delle fasce costiere più intensamente antropizzate e degli apici deltizi. Le principali cause sono da attribuire all'esteso prelievo di inerti dagli alvei fluviali e dalle spiagge stesse, ai numerosi sbarramenti e invasi artificiali lungo i corsi d'acqua, alla presenza di opere di difesa non sempre adeguate, e in alcuni casi alla subsidenza, che si sommano alle variazioni delle condizioni meteomarine.

L'analisi degli attributi e la successiva tematizzazione hanno consentito una prima produzione di carte tematiche, relative al grado di naturalità, di antropizzazione e di pressione d'uso del territorio dei comuni costieri della Toscana e della Liguria (riportate in appendice).

## **Scenario naturale**

### **Area geografica: Italia**

La qualificazione delle unità territoriali, in questo caso, non è più basata su una ripartizione del territorio di tipo amministrativo, ma sull'individuazione di unità fisiografiche di riferimento, ovvero di tratti di costa considerati omogenei per caratteristiche simili.

E' un tipo di analisi di grande dettaglio, che presuppone l'utilizzo di basi cartografiche in scala almeno 1:10000, perché focalizza l'attenzione su elementi distintivi della fascia costiera, come ad esempio il tipo di costa, la tessitura del materiale che costituisce la spiaggia, la pendenza verso mare del litorale emerso, l'esposizione a parametri meteomarini, gli effetti prodotti dalla propagazione delle onde lungo la costa, il tipo di opere di difesa installate sul litorale.

L'analisi di questi elementi richiede un livello di approfondimento e di studio del territorio che non si può più basare su una sua ripartizione amministrativa a scala comunale o tanto meno provinciale o regionale.

### **3.5 OPERAZIONI SVOLTE**

- **Costruzione degli indici di misura sintetici**

Prodotti usati: software ArcGis – ArcMap; software ArcView 3.2

Input: shapefile      Output: indice di misura sintetico (indicatore)

Alcuni esempi:

**Indice di naturalità** (% di aree protette all'interno del comune)

- Somma di tutte le aree naturali protette in un unico shapefile (parchi nazionali, parchi naturali regionali, riserve naturali regionali, aree protette d'interesse locale, laghi e lagune costiere, zone umide e paludi costiere)
- Intersezione tra la somma delle aree naturali protette e le superfici dei comuni costieri, per partizionare le aree all'interno dei comuni selezionati
- Ricalcolo delle aree dei poligoni d'intersezione
- Calcolo dell'indice sintetico:

$$[\text{somma delle aree naturali ricalcolate} / \text{area del comune costiero}] \times 100$$

**Uso del suolo** (% di aree a diverso uso del suolo)

- Somma di tutte le aree destinate al medesimo uso del suolo
- Intersezione tra la somma delle aree e le superfici dei comuni costieri, per partizionare le aree all'interno dei comuni selezionati
- Ricalcolo delle aree dei poligoni d'intersezione
- Calcolo dell'indice sintetico:

$$[\text{somma delle aree ricalcolate} / \text{area del comune costiero}] \times 100$$

**Densità di superficie dei centri abitati** (% di aree occupate dalle località abitate)

- Somma delle aree occupate dalle località abitate all'interno del comune costiero

- Calcolo dell'indice sintetico:

$$[\text{somma aree abitate} / \text{area del comune costiero}] \times 100$$

**Densità di popolazione**

- Somma della popolazione di tutte le località abitate all'interno del comune costiero

- Calcolo dell'indice sintetico:

$$[\text{somma popolazione} / (\text{area comune costiero} / 1000000)]$$

• **Creazione di nuovi strati informativi**

Prodotti usati: software ArcGis – ArcMap; software ArcView 3.2

Input: shapefiles originali

Output: nuovi shapefiles

Nuovi shapefiles creati		Shapefiles originali	
Denominazione	Cosa rappresenta	Denominazione	Cosa rappresenta
regioni91_Toscana.shp	Regione Toscana	regioni91.shp	Regioni italiane
comuni91_costa_Toscana.shp	Comuni costieri toscani	comuni91.shp	Comuni italiani
comuni91p_costa_Toscana.shp	Capoluoghi dei suddetti comuni	comuni91p.shp	Capoluoghi comunali (centroidi)
italocab_costa_Toscana.shp	Centri abitati costieri	italocab.shp	Località abitate
32aap_costa_Toscana.shp	Aree protette d'interesse locale lungo la costa toscana	32aap.shp	Aree protette d'interesse locale
32pnz_costa_Toscana.shp	Parchi nazionali costieri toscani	32pnz.shp	Parchi nazionali
32pnr_costa_Toscana.shp	Parchi naturali regionali costieri toscani	32pnr.shp	Parchi naturali regionali
32rnr_costa_Toscana.shp	Riserve naturali regionali costiere toscane	32rnr.shp	Riserva naturali regionali
fiumi_principali_costa_Toscana.shp	Principali fiumi toscani che sfociano in mare	fiumi.shp	Fiumi italiani
bacinienel_costa_Toscana.shp	Bacini idrografici dei suddetti fiumi	bacinienel.shp	Bacini idrografici
fiumi_Toscana.shp	Fiumi toscani	fiumi.shp	Fiumi italiani
corsi_Toscana.shp	Corsi d'acqua minori toscani	corsi.shp	Corsi d'acqua minori
laghi-lagune_costa_Toscana.shp	Laghi costieri e lagune collegate al mare in Toscana	laghi.shp	Laghi e lagune
ramsar32_costa_Toscana.shp	Zone umide e paludi costiere toscane	ramsar32.shp	Zone umide e paludose
isoipse_costa_Toscana.shp	Curve di livello prossime alla costa in Toscana	isoipse.shp	Isoipse d'Italia
tosclc_costa_Toscana.shp	Uso del suolo lungo la costa della Toscana	tosclc.shp	Uso del suolo in Toscana
stazioni_mareo_Toscana.shp	Stazioni mareografiche in Toscana	stazioni_mareo.shp	Stazioni mareografiche italiane

Nuovi shapefiles creati		Shapefiles originali	
Denominazione	Cosa rappresenta	Denominazione	Cosa rappresenta
regioni91_Liguria.shp	Regione Liguria	regioni91.shp	Regioni italiane
comuni91_costa_Liguria.shp	Comuni costieri liguri	comuni91.shp	Comuni italiani
comuni91p_costa_Liguria.shp	Capoluoghi dei suddetti comuni	comuni91p.shp	Capoluoghi comunali (centroidi)
italocab_costa_Liguria.shp	Centri abitati costieri	italocab.shp	Località abitate
32aap_costa_Liguria.shp	Aree protette d'interesse locale lungo la costa ligure	32aap.shp	Aree protette d'interesse locale
32pnz_costa_Liguria.shp	Parchi nazionali costieri liguri	32pnz.shp	Parchi nazionali
32pnr_costa_Liguria.shp	Parchi naturali regionali costieri liguri	32pnr.shp	Parchi naturali regionali
32rnr_costa_Liguria.shp	Riserve naturali regionali costiere liguri	32rnr.shp	Riserve naturali regionali
fiumi_principali_costa_Liguria.shp	Principali fiumi toscani che sfociano in mare	fiumi.shp	Fiumi italiani
bacinienel_costa_Liguria.shp	Bacini idrografici dei suddetti fiumi	bacinienel.shp	Bacini idrografici
fiumi_Liguria.shp	Fiumi liguri	fiumi.shp	Fiumi italiani
corsi_Liguria.shp	Corsi d'acqua minori liguri	corsi.shp	Corsi d'acqua minori
isoipse_costa_Liguria.shp	Curve di livello prossime alla costa in Liguria	isoipse.shp	Isoipse d'Italia
liglc_costa_Liguria.shp	Uso del suolo lungo la costa della Liguria	liglc.shp	Uso del suolo in Liguria
stazioni_mareo_Liguria.shp	Stazioni mareografiche in Liguria	stazioni_mareo.shp	Stazioni mareografiche italiane

### **3.6 OBIETTIVI FUTURI**

- Aggiornamento dei dati già in possesso
- Costruzione di altri indici di misura per i comuni costieri
- Estendere il lavoro a tutto il territorio costiero nazionale
- Approfondire lo scenario naturale: individuazione di unità fisiografiche di riferimento per la suddivisione dei litorali in tratti di costa considerati omogenei per caratteristiche simili
- Ricerca dati sui tassi di erosione costiera a livello locale e confronto con gli indici di misura e il loro peso, per individuare le principali cause d'innescò dell'erosione e le condizioni attuali delle aree selezionate

## BIBLIOGRAFIA

- ARCHINA M. (2002) – *La piana deltizia del Fiume Tevere, interrelazioni tra evoluzione naturale e presenza umana. Il caso della recente ricostruzione della spiaggia di Ostia*. Tesi di Laurea sperimentale in Geologia, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Facoltà di Lettere e Filosofia, Anno Accademico 2001/2002
- AUTORITA’ per l’INFORMATICA nella PUBBLICA AMMINISTRAZIONE (1997) – *Linee guida per la realizzazione di studi di fattibilità*. Suppl. al n. 3/97 di Informazioni, Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per l’Informazione e l’Editoria, Roma
- BERRIOLO G. & SIRITO G. (1972) - *Spiagge e porti turistici*. Edizioni Hoepli, Milano
- BIALLO G. (2002) - *Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici*. MondoGis Roma
- BOSELLINI A., MUTTI E. & RICCI LUCCHI F. (1989) - *Rocce e successioni sedimentarie*. Edizioni U.T.E.T. Torino
- CAPUTO C., D’ALESSANDRO L., LA MONICA G.B., LANDINI B. & LUPIA PALMIERI E. (1991) - *Present erosion and dynamics of Italian beaches*. Gebruder Borntraeger, Berlino
- CASTIGLIONI G.B. (1986) - *Geomorfologia*. Edizioni U.T.E.T. Torino
- CONSIGLIO NAZIONALE delle RICERCHE & M.U.R.S.T. (1985-1997) - *Atlante delle Spiagge Italiane. Dinamismo – tendenza evolutiva – opere umane*. C.N.R. Roma



- D'ALESSANDRO L. & LA MONICA G.B. (1999) - *Rischio per erosione dei litorali italiani*. Estratto dagli Atti del convegno: "Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo", Accademia Nazionale dei Lincei, Roma
- FONTI L. & MANETTI M. (1998) - *Il problema della fattibilità degli interventi nelle aree naturali protette*. Estratto dagli Atti della XXII Conferenza Italiana di Scienze Regionali, Roma
- IOANNILLI M. & SCHIAVONI SCHIAVONI M.A.U. (2002) - *Fondamenti di Sistemi Informativi Geografici Texmat*, Roma
- ISTITUTO GEOGRAFICO DE AGOSTINI (1996) - *L'enciclopedia della geografia*. Serie Compact, I.G.D.A., Novara
- LA MONICA G.B. & LANDINI B. (1983) - *Tendenza evolutiva delle coste basse della penisola italiana*. Estratto dagli Atti del XXIII Congresso Geografico Italiano, Catania 9-13 maggio 1983. Vol.II – Tomo III
- LUPIA PALMIERI E. & PAROTTO M. (2000) - *Il globo terrestre e la sua evoluzione*. Quinta edizione. Edizioni Zanichelli, Bologna
- METALLO A. (1983) – *Indagini preliminari sui fenomeni geomorfologici del litorale laziale*. In: Indagini geo-meteo-oceanografiche sul litorale laziale. Pubblicazioni dell'Istituto di Geografia, Università di Roma "La Sapienza", Facoltà di Lettere e Filosofia
- NOLI A., DE GIROLAMO P. & SAMMARCO P. (1996) – *Parametri meteomarini e dinamica costiera*. In: Il mare del Lazio. Oceanografia fisica e chimica, biologia e geologia marina, clima meteomarino, dinamica dei sedimenti e apporti continentali. Università degli Studi

di Roma “La Sapienza” & Regione Lazio/Assessorato Opere e Reti  
di Servizi e Mobilità

PANIZZA M. (1995) – *Geomorfologia*. Edizioni Pitagora

PINNA M. (1996) – *Le variazioni del clima: dall’ultima grande  
glaciazione alle prospettive per il XXI secolo*. Edizioni  
FrancoAngeli, Milano

PRANZINI E. (1983) – *Studi di geomorfologia costiera: XI – L’erosione  
del delta dell’Arno*. Quaderni Mus. St. Nat. Livorno, 4: 7-18

RICCI LUCCHI F. (1992) – *I riti del mare. Sedimenti e dinamica delle  
acque*. La Nuova Italia Scientifica, Roma

RICCI LUCCHI F. (1980) – *Sedimentologia*. Vol I-II-III. Edizioni  
C.L.U.E.B., Bologna

SCHENONE C. (1997) - *Sistemi Informativi Territoriali. Strumenti GIS  
nella gestione e pianificazione del territorio*. Lackson Libri

U.S.ARMY CORPS of ENGINEERS (1984) – *Shore Protection Manual*.  
Dept. of the Army, Washington D.C.

ZINGARELLI N. (2003) – *Vocabolario della lingua italiana*. Edizioni  
Zanichelli, Bologna

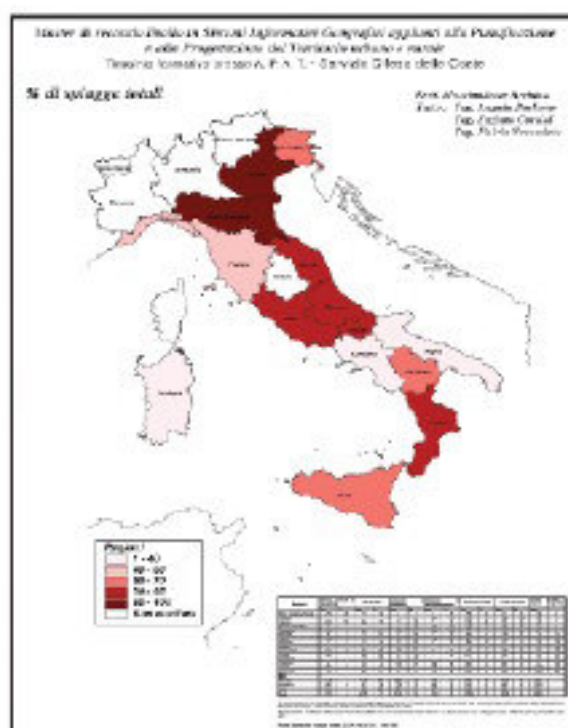
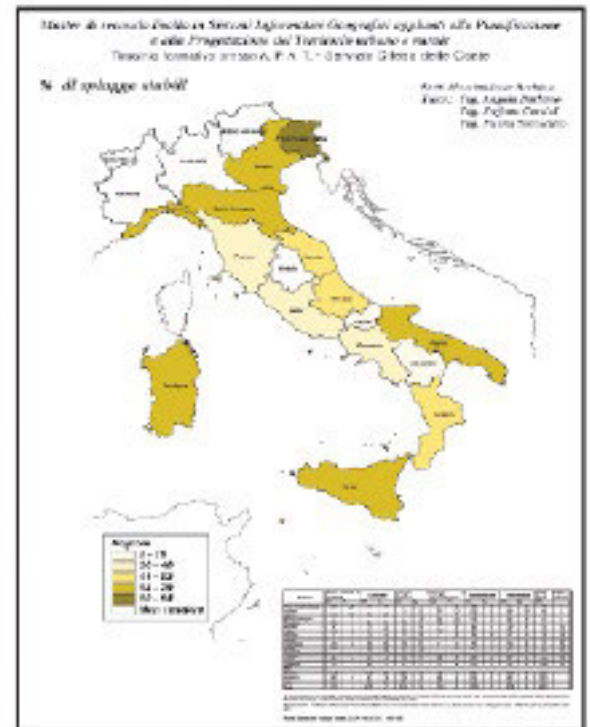
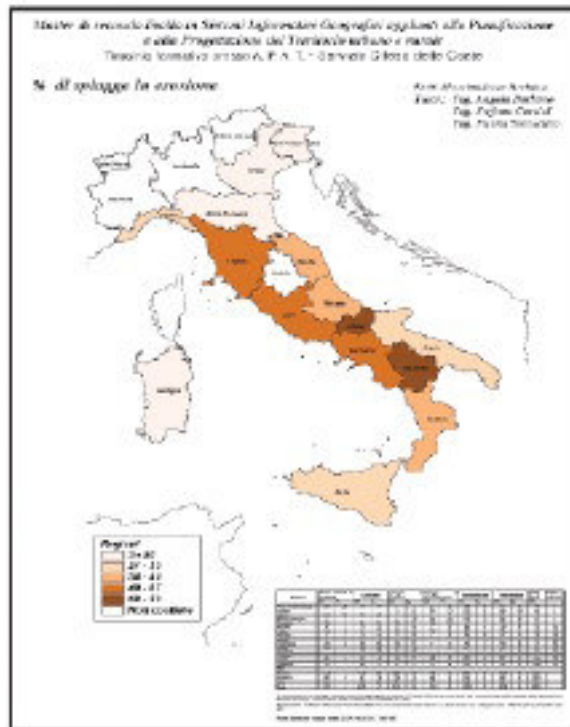
ZUNICA M. (1987) – *Lo spazio costiero in Italia. Dinamiche fisiche e  
umane*. Edizioni ValerioLevi, Roma

## APPENDICE CARTOGRAFICA

### ALCUNE DELLE CARTE TEMATICHE PRODOTTE

**Scenario amministrativo. Area geografica: Italia**

**Carte tematiche delle 15 regioni costiere italiane: alcuni esempi**



## Scenario amministrativo. Area geografica: Liguria e Toscana

### Carte tematiche dei comuni costieri: alcuni esempi (Toscana)

