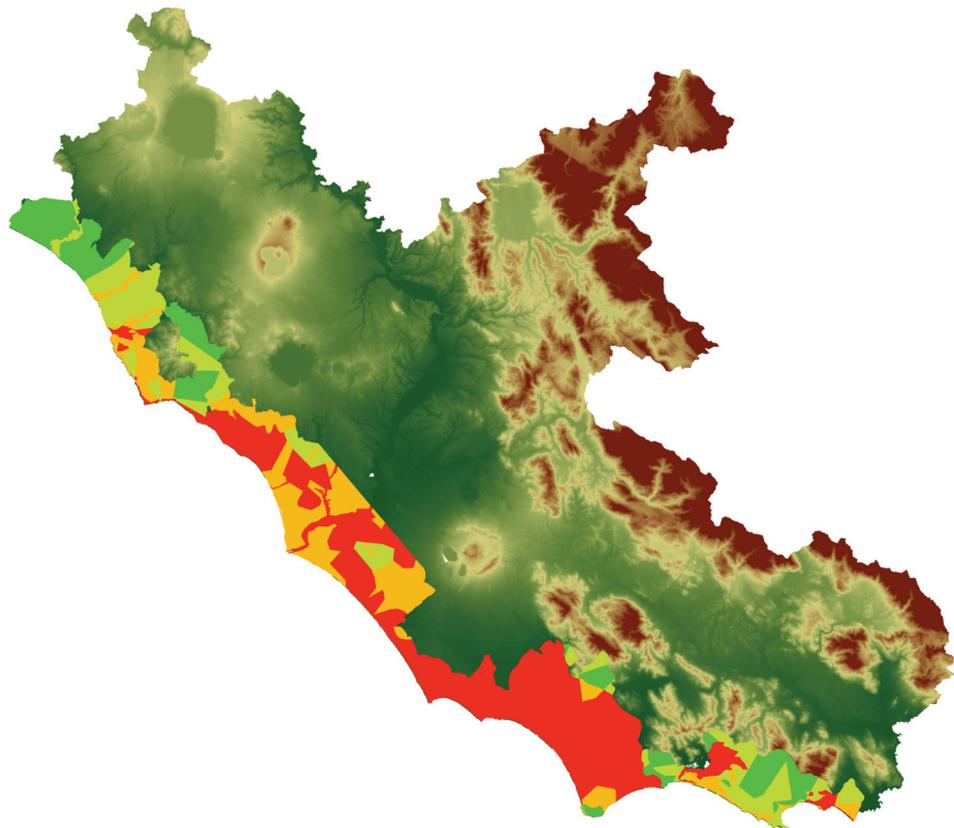


Azione I.1.7

Programma integrato di interventi per lo sviluppo del litorale del Lazio

“Sperimentazione ICZM in aree pilota”



FASE 2

2^a Relazione Intermedia

Introduzione

Nell'ambito del progetto della Regione Lazio "Sperimentazione ICZM in aree pilota", la prima fase di lavoro ha portato alla definizione dei contesti costieri laziali, individuati sulla base delle caratteristiche ambientali, storico-insediative e socio-economiche.

La seconda fase del progetto ha come obiettivo l'individuazione delle aree pilota entro le quali poter applicare le pratiche di buon governo proprie di un approccio ICZM, attraverso la stesura di linee guida condivise da poter esportare in altre aree costiere.

Per arrivare alla loro individuazione si è proceduto ad una zonazione del litorale laziale sulla base di quelle che sono state definite criticità ambientali, ovvero di quei fattori che possono rappresentare un rischio ed avere un impatto sulla salute dei delicati ecosistemi costieri e su quella dell'uomo.

Le aree costiere sono caratterizzate da un alto grado di antropizzazione e da una elevata densità insediativa, ma sono anche sede di sistemi fragili e vulnerabili, che subiscono alterazioni nel loro equilibrio a causa dell'eccessivo carico antropico e dello sfruttamento incontrollato delle risorse.

La Gestione Integrata delle Zone Costiere tenta di risolvere i conflitti che vengono a generarsi cercando di offrire delle metodologie di sviluppo e di gestione di queste aree che vadano verso i principi della sostenibilità e del rispetto e tutela degli ecosistemi costieri e marini.

1 Realizzazione della carta delle criticità ambientali: elaborazione sui dati puntuali -

Per la zonazione dei contesti costieri individuati in classi di criticità sono stati utilizzati i dati forniti dal Servizio Cartografico Ambientale della Regione Lazio (SIRA).

In particolare:

- Siti potenzialmente contaminati
- Discariche
- Scarichi urbani ed industriali
- Dati sulla balneazione

Oltre i dati regionali, è stata aggiunta una nuova elaborazione, integrata successivamente con le elaborazioni derivanti dal primo set di dati:

- Perdita di habitat

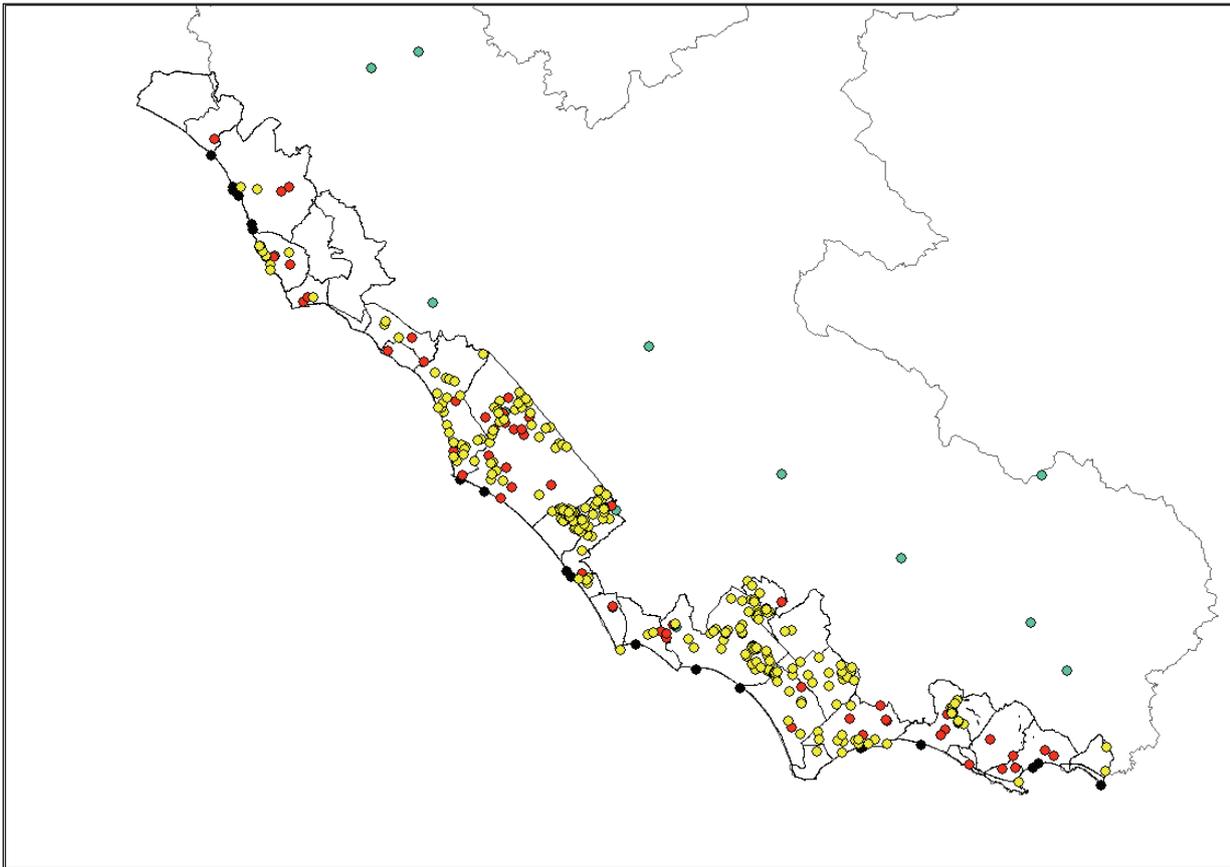


Figura 1 – Distribuzione dei siti potenzialmente contaminati (in rosso), discariche (in azzurro), gli scarichi industriali (in giallo) e i punti interdetti alla balneazione (in nero)

Nella figura precedente (fig.1) sono riportati gli *shape files* relativi ai dati utilizzati nella prima elaborazione in ambiente GIS (ArcView PRO 9).

Va precisato che i dati, con molta probabilità, risultano sottostimati poiché si basano su censimenti non aggiornati, ad esclusione dei punti sfavorevoli alla balneazione che derivano direttamente dalle analisi chimiche effettuate da ARPA Lazio.

Gli *shape* sono stati tagliati sulla base dei confini dei contesti costieri individuati, in maniera tale da poter effettuare l'elaborazione solamente nell'intorno di quel confine.

La prima parte del lavoro che ha portato alla zonazione dei contesti sulla base delle principali criticità ambientali si è basata sulla ricostruzione dei poligoni di *Thiessen* utilizzando come *input* gli *shape* di punti precedentemente elencati.

I poligoni di *Thiessen* (*Voronoi*) definiscono le aree di influenza di un determinato set di punti; l'area del poligono viene determinata dalla distanza minima di un punto relativamente al vicino più prossimo.

Questi vengono triangolati attraverso un TIN (*Triangular Irregural Network*) utilizzando il criterio di Delaunay.

Viene generata la bisettrice perpendicolare ad ogni lato dei triangoli, le cui intersezioni rappresentano i vertici dei poligoni di *Thiessen* e così viene creata la topologia per ognuno di essi (fig.2).

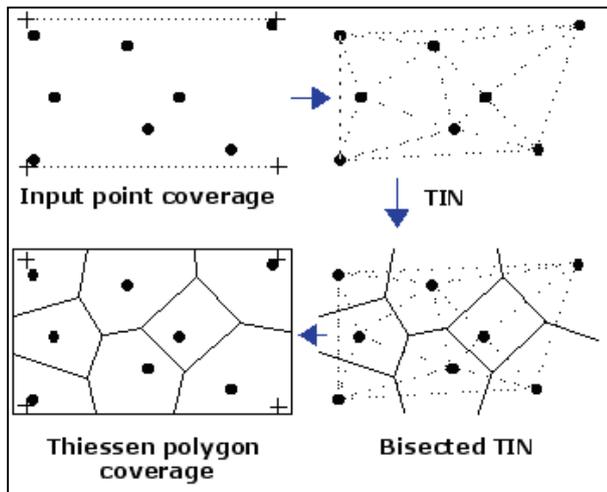


Figura 2 – *Triangular Irregular Network (TIN)* per la creazione dei poligoni di *Thiessen*

Per la ricostruzione dei poligoni è stato realizzato un unico *shape* di punti, derivante dalla unione dei siti potenzialmente contaminati, le discariche e gli scarichi industriali, su cui è stata effettuata la elaborazione che ha portato ad una prima parziale suddivisione dei contesti (fig.3).

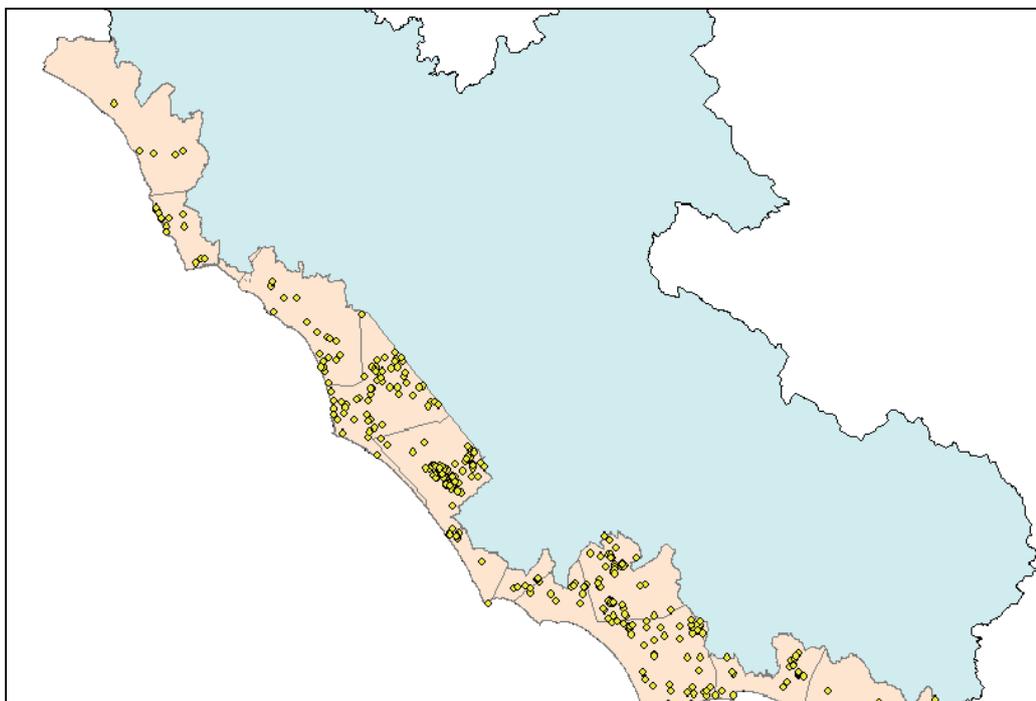


Figura3 – Poligoni di *Thiessen*

I poligoni vengono originati sulla base della distanza tra ogni singolo punto e danno una stima della densità di punti all'interno di questi.

Per una maggiore chiarezza e comprensione del dato è stata eseguita la normalizzazione dell'area dei poligoni sulla percentuale, calcolata sul totale, dei punti presenti al loro interno:

$$A / ((n/tot)*100))$$

A = area del poligono

n = numero di punti presenti nel poligono

tot = totale dei punti utilizzati per l'interpolazione

Questo metodo, semplice ma efficace da un punto di vista matematico, ha permesso di suddividere l'area in quattro classi principali di criticità, suddivise in intervalli (tabella 1.1.):

Tabella 1.1 – Classi di criticità

	Classi di criticità	Intervalli
	Molto bassa	3,96 – 8,69
	Bassa	1,28 – 3,95
	Media	0,43 -1,27
	Alta	0,05 – 0,42

I valori più bassi corrispondono alle più alte situazioni di criticità poiché tanto più alto sarà il numero di punti presenti nel poligono, maggiore sarà la percentuale sul totale e minore il rapporto, essendo l'area inversamente proporzionale al numero di punti (fig.4).

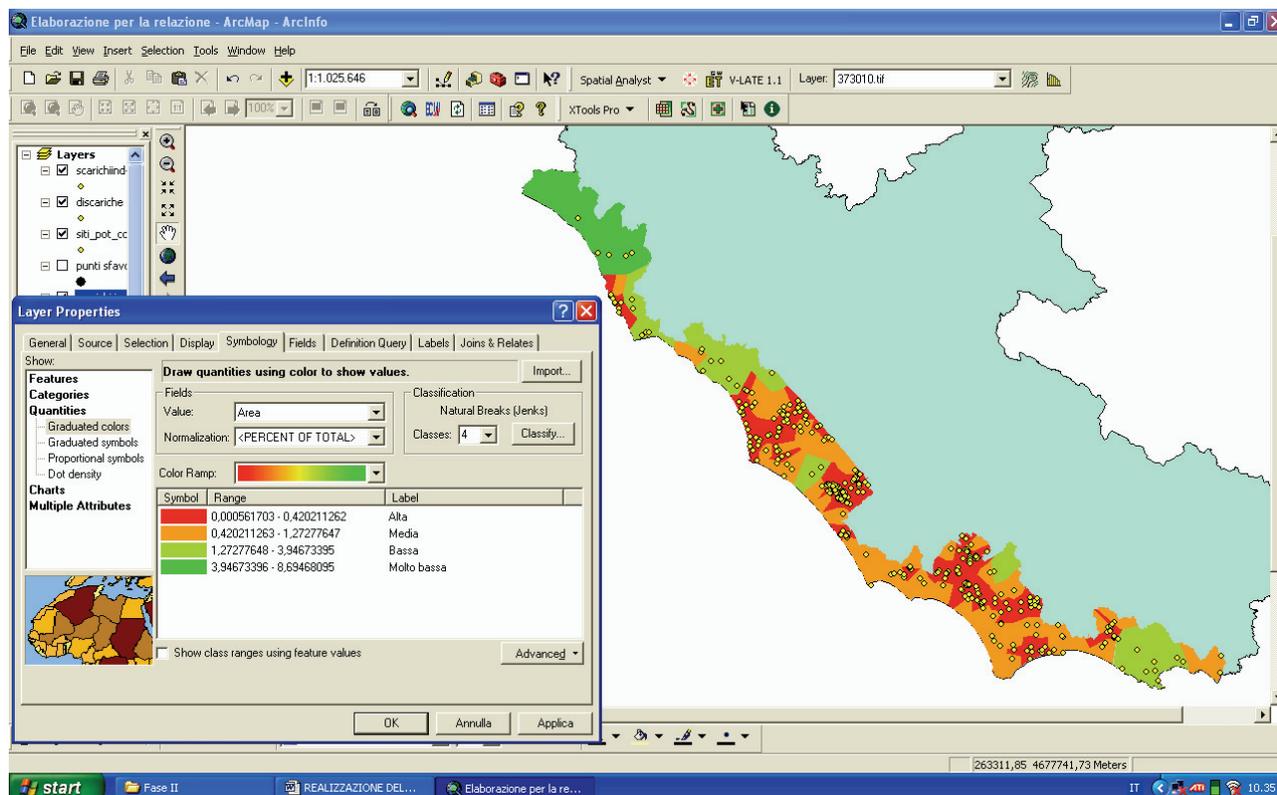


Figura4 – Risultato della prima fase di realizzazione della carta delle criticità ambientali

2 **Analisi della perdita di *habitat***

A completamento dell'analisi delle criticità ambientali è stata effettuata un'analisi della perdita di *habitat* lungo la costa laziale.

L'unità di riferimento rispetto alla quale calcolare la percentuale di perdita di *habitat* non può essere rappresentata dai Comuni, ma deve esser individuata su basi ecologiche, e a scala di Paesaggio, che di fatto costituisce la scala a cui agisce il fenomeno da rappresentare.

Quanto appena detto unito alla tipologia di dati disponibili per le elaborazioni ha portato alla scelta dei Sistemi Paesistici come unità di riferimento ambientale, individuati secondo la metodologia definita da *Blasi* (2000). Questa metodologia prevede la classificazione e tipizzazione del territorio a scala regionale secondo un approccio che integra l'Ecologia del Paesaggio e la Geografia.

I dati di base utilizzati per l'individuazione dei Sistemi paesistici costieri sono:

- ⇒ Litologia, ricavata dalla Carta geologica (1: 100.000) realizzata *ad hoc* nella prima Fase del presente Progetto (cfr. Tav 1 allegata alla relazione sulla Fase I);
- ⇒ Clima, ricavato dalla Carta del fitoclima del Lazio (scala 1:250.000);
- ⇒ Vegetazione, ricavata dalla Carta del fitoclima del Lazio (scala 1:250.000)

Tutti i dati elencati sono stati acquisiti in formato digitale come *layers* tematici, in modo da poter eseguire un'elaborazione integrata in ambiente GIS, l'unica in grado di permettere una rappresentazione dei Sistemi Paesistici efficace. Il nuovo strato informativo così ottenuto, rappresenta la classificazione della costa laziale in otto Sistemi Paesistici (cfr. Tav 10 allegata alla relazione sulla Fase I), tutti appartenenti alla Regione macroclimatica Mediterranea; gli elementi caratterizzanti ciascuno degli otto Sistemi Paesistici sono riportati nella tabella 1.2.

Tabella 1.2 – I Sistemi Paesistici della costa laziale

Sistemi Paesistici	Clima	Morfologia e litologia	Altitudine	Vegetazione
<u>Sistema della Piana costiera</u>	Termotipo mesomediterraneo inferiore, ombrotipo secco superiore/subumido inferiore. Regione xerotica (sottoregione termomediterranea/mesomediterranea)	Piana costiera. Depositi eluviali, dune recenti ed attuali, alluvioni recenti palustri, terreni lacustri di colmata, sedimenti limo-palustri argillosi (Olocene), dune antiche, sabbie argillose e conglomerati poligenici, depositi clastici sabbiosi e argillosi, alluvioni antiche (Pleistocene)	0 - 100 m s.l.m.	Serie del cerro (<i>Teucro siculi-Quercino cerridis fragm.</i>); serie della roverella e del cerro (<i>Lonicero-Quercion pubescentis; ostryo-Carpinion orientalis</i>); serie del leccio e della sughera (<i>Quercino ilicis fragm.</i>); serie della macchia (<i>Quercino ilicis, Oleo-Ceratonion fragm.</i>); serie del frassino meridionale (<i>Alno-Ulmion</i>); serie dell'ontano nero, dei salici e dei pioppi (<i>Alno-Ulmion fragm.; Salicion albae fragm.</i>)
<u>Sistema delle coline argillose</u>	Termotipo mesomediterraneo inferiore, ombrotipo secco superiore/subumido inferiore. Regione xerotica (sottoregione termomediterranea/mesomediterranea)	Colline, conglomerati poligenici e sabbie poco coerenti con intercalazioni di argille (Pliocene), sabbie argillose, argille e ciottolame poligenico (Pleistocene).	40 - 150 m s.l.m.	Serie del cerro (<i>Teucro siculi-Quercino cerridis fragm.</i>); serie della roverella e del cerro (<i>Lonicero-Quercion pubescentis; ostryo-Carpinion orientalis</i>); serie del leccio e della sughera (<i>Quercino ilicis fragm.</i>); serie della macchia (<i>Quercino ilicis, Oleo-Ceratonion fragm.</i>); serie del frassino meridionale (<i>Alno-Ulmion</i>); serie dell'ontano nero, dei salici e dei pioppi (<i>Alno-Ulmion fragm.; Salicion albae fragm.</i>)
<u>Sistema fluviale</u>	Termotipo mesomediterraneo inferiore, ombrotipo secco superiore/subumido inferiore. Regione xerotica (sottoregione termomediterranea/mesomediterranea)	Alluvioni recenti e antiche palustri, depositi eluviali, (Olocene)	0 a 40 m s.l.m.	Serie del cerro (<i>Teucro siculi-Quercino cerridis fragm.</i>); serie della roverella e del cerro (<i>Lonicero-Quercion pubescentis; ostryo-Carpinion orientalis</i>); serie del leccio e della sughera (<i>Quercino ilicis fragm.</i>); serie della macchia

				(<i>Quercino ilicis</i> , <i>Oleo- Ceratonion fragm.</i>); serie del frassino meridionale (<i>Alno-Ulmion</i>); serie dell'ontano nero, dei salici e dei pioppi (<i>Alno-Ulmion fragm.</i> ; <i>Salicion albae fragm.</i>)
<u>Sistema dei rilievi vulcanici</u>	termotipo mesomediterraneo medio o collinare inferiore, ombrotipo subumido superiore, regione xerotica/mesaxerica (sottoregione mesomediterranea/ipomesaxerica)	Rilievi, agglomerati vulcanici dell'Apparato Vulcanico Vicano, vulcaniti acide dell'Apparato Vulcanico dei Tolfa, prodotti piroclastici di lancio dell'Apparato Vulcanico Sabatino, colate piroclastiche dell'Apparato Vulcanico dei Colli Albani (Pleistocene)	60 a 400 m s.l.m.	Serie del carpino bianco (<i>Aquifolio Ragion fragm.</i>); serie del cerro (<i>Teucrion siculi-Quercion cerridis</i>); serie della roverella e del cerro (<i>Ostryo- Carpinion orientalis</i> ; <i>Lonicero Quercino pubescentis fragm.</i>); serie del leccio e della sughera (<i>Quercion ilicis</i>)
<u>Sistema della piana costiera pontina:</u>	Termotipo mesomediterraneo inferiore, ombrotipo secco superiore/subumido inferiore. Regione xerotica (sottoregione termomediterranea/mesomediterranea)	Piana costiera. Depositi eluviali, dune recenti ed attuali, alluvioni recenti palustri, terreni lacustri di colmata, sedimenti limo-palustri argillosi (Olocene), dune antiche, sabbie argillose e conglomerati poligenici, depositi clastici sabbiosi e argillosi, alluvioni antiche (Pleistocene)	0 - 100 m s.l.m.	Serie del cerro (<i>Teucrion siculi-Quercino cerridis fragm.</i>); serie del leccio e della sughera (<i>Quercino ilicis fragm.</i>); serie della macchia (<i>Quercino ilicis, Oleo-Ceratonion fragm.</i>); serie del frassino meridionale (<i>Alno-Ulmion</i>); serie dell'ontano nero, dei salici e dei pioppi (<i>Alno-Ulmion fragm.</i> ; <i>Salicion albae fragm.</i>)
<u>Sistema dei rilievi calcarei:</u>	Termotipo mesomediterraneo inferiore o termocollinare, ombrotipo umido inferiore, regione xerotica (sottoregione mesomediterranea)	Calcari e calcari dolomitici (Lias Inferiore), calcari eterogenei (Cretacico Inferiore-Giurassico)	0 a 1000 m s.l.m.	Serie del carpino nero (<i>Ostryo Carpinion orientalis</i>); serie della roverella e del cerro (<i>Ostryo- Carpinion orientalis</i>); serie del leccio (<i>Quercino ilicis</i>); serie del cerro (<i>Teucrion siculi-Quercion cerridis</i>)
<u>Sistema dei rilievi flyschoidi</u>	Termotipo mesomediterraneo medio o termocollinare. Ombrotipo subumido superiore/umido inferiore, Regione xerotica (sottoregione mesomediterranea)	Serie comprensiva argilloso-calcareo-arenacea (Cretacico-Oligocene).	30 a 350 m s.l.m.	Serie della roverella e del cerro (<i>Ostryo- Carpinion orientalis</i> ; <i>Lonicero Quercino pubescentis fragm.</i>); serie del leccio (<i>Quercino ilicis fragm.</i>)

<p style="text-align: center;"><u>Sistema delle scogliere calcaree</u></p>	<p>Termotipo termomediterraneo superiore, ombrotipo umido inferiore/subumido inferiore. Regione xeroterica (sottoregione termomediterranea)</p>	<p>Calcari e calcari dolomitici (Lias Inferiore), calcari eterogenei (Cretacico Inferiore-Giurassico)</p>	<p>0 a 1000 m s.l.m</p>	<p>Serie della roverella e del carpino nero (<i>Ostryo-Carpinion orientalis fragm.</i>); serie del leccio (<i>Quercino ilicis fragm.</i>); serie del ginepro fenicio e del ginepro coccolone (Oleo-Ceratonion fragm.); serie del cerro (<i>Teucrio siculi-Quercion cerridis</i>)</p>
--	---	---	-------------------------	--

2.1 Valutazione del grado di perdita di *habitat* dei singoli sistemi paesistici

Il grado di perdita di *habitat* lungo la costa è stato valutato a partire dalla Carta dell'uso del suolo *Corine –Land Cover* (1:100.000) fornita dalla Regione Lazio.

Per realizzare lo strato informativo della perdita di *habitat* si è proceduto al seguente modo:

- a partire dalla Carta dell'uso del suolo *Corine –Land Cover* (1:100.000) attraverso la funzione “clip” di ArcGIS è stato ricavato l'uso del suolo di ciascuno dei Sistemi Paesistici;
- riclassificazione (tabella 2.1) delle categorie di uso del suolo in *habitat* naturale (HN) ed *habitat* umano (HU) per ciascuno degli otto *layers* così ottenuti;

Tabella 2.1 – Riclassificazione delle categorie di uso del suolo del *Corine Land Cover*.

Classi del Corine Land Cover	Riclassificazione
11	Habitat umano
12	Habitat umano
131	Habitat umano
141	Habitat umano
143	Habitat umano
221	Habitat umano
222	Habitat umano
223	Habitat umano
241	Habitat umano
242	Habitat umano
243	Habitat umano
311	Habitat naturale
312	Habitat naturale
313	Habitat naturale
321	Habitat naturale
322	Habitat naturale
322	Habitat naturale
323	Habitat naturale
331	Habitat naturale
333	Habitat naturale
523	Habitat naturale
1321	Habitat umano

1322	Habitat umano
1331	Habitat umano
1332	Habitat umano
1421	Habitat umano
1422	Habitat umano
1423	Habitat umano
1424	Habitat umano
2111	Habitat umano
2113	Habitat umano
2121	Habitat umano
2122	Habitat umano
2123	Habitat umano
2243	Habitat umano
3241	Habitat naturale
3242	Habitat umano
5111	Habitat naturale
5121	Habitat umano
5122	Habitat umano
5123	Habitat umano
22412	Habitat naturale

- calcolo della superficie totale di HN ed HU per ciascuno degli otto Sistemi Paesistici “riclassificati”, e sulla base di questi valori di superficie è stata calcolata la perdita di *habitat* ricavando il rapporto:

$$\text{HN/HU}$$

dove:

HN= *habitat* naturale

HU= *habitat* umano

- unione dei singoli *layers* in un’unica carta della perdita di *habitat* attraverso la funzione “merge”.
- i valori ottenuti indicano la “naturalità” residua ancora presente sul territorio, e risultano inversamente proporzionali alla perdita di *habitat*, fattore di cui si è tenuto conto nella definizione delle quattro classi riportate di seguito (tabella 2.2):

Tabella 2.2 – Perdita di *habitat* naturale

	Classe di perdita di <i>habitat</i>	Intervalli
	Molto bassa	0.78 – 3.13
	Bassa	0.77 – 0.39
	Media	0.38 – 0.25
	Alta	0.24 – 0.15

- lo strato informativo relativo alla perdita di *habitat* (fig 5) è stato convertito dal formato vettoriale a raster per consentire una migliore integrazione e rielaborazione con gli altri strati informativi relativi alle criticità ambientali.

La cartografia ottenuta ha permesso da un lato di ricostruire l'andamento della perdita di *habitat* naturale lungo la costa laziale (fig 5), dall'altro di aggiungere all'analisi delle criticità ambientali un elemento estremamente significativo nel determinare la vulnerabilità degli ecosistemi.

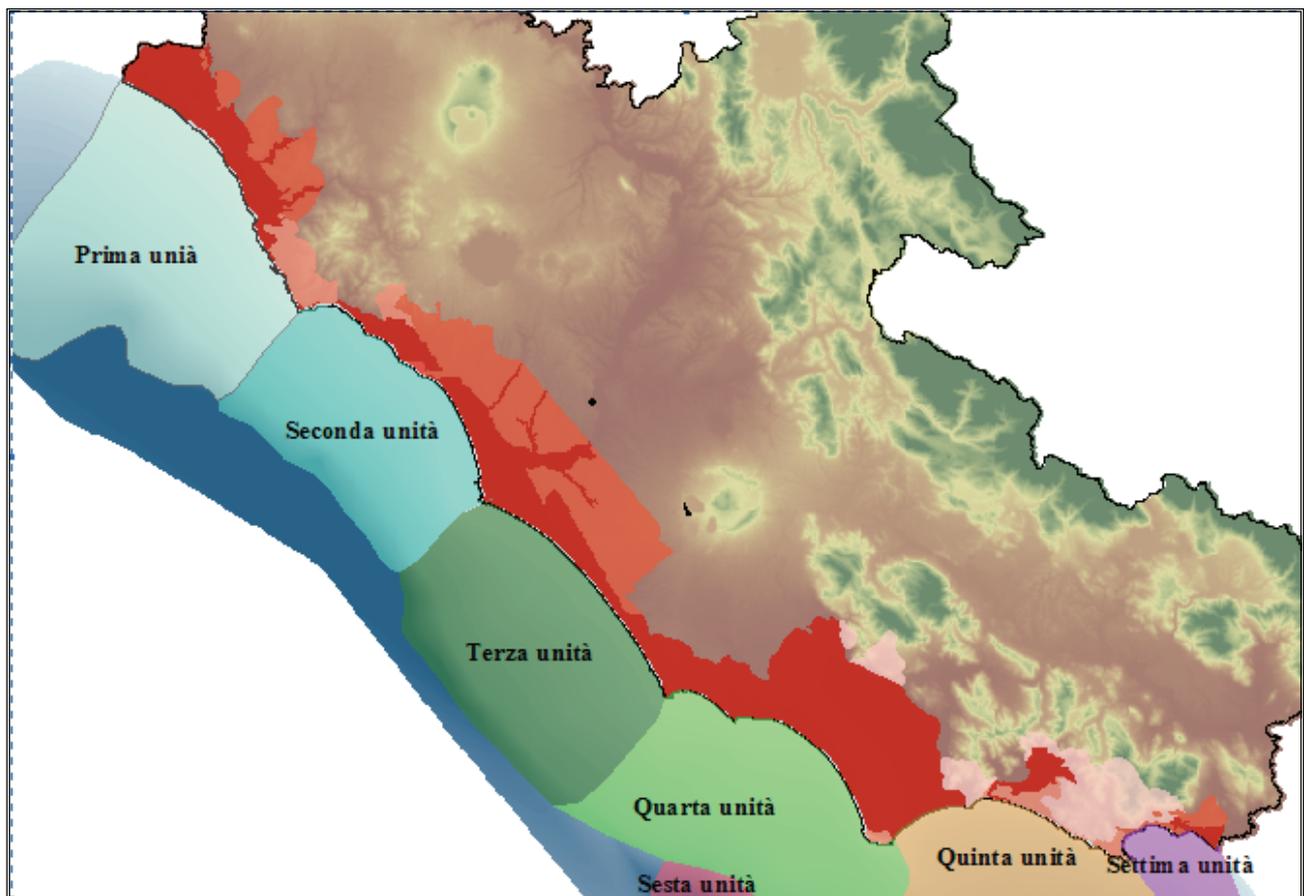


Figura 5 – Andamento della perdita di *habitat* nella zona costiera della regione Lazio.

L'analisi dei risultati ottenuti permette di fare alcune osservazioni rilevanti:

- ⇒ I valori maggiori di perdita di *habitat* si hanno lungo la costa ed aumentano notevolmente nelle aree che presentano un uso del suolo prevalente di tipo agricolo;
- ⇒ I valori più bassi si ritrovano nelle aree che presentano zone con rilievi;
- ⇒ La maggior parte del territorio costiero laziale presenta valori medio - alti di perdita di *habitat* naturale.

Quanto appena detto mette in evidenza come uno dei punti di debolezza della costa laziale sia la perdita di *habitat* naturale, che rappresenta il primo passo del processo di frammentazione.

Tale processo influisce direttamente su una delle principali proprietà del Paesaggio, la connettività, fondamentale per un corretto funzionamento dei singoli ecosistemi e dello stesso paesaggio nel suo insieme. Inoltre la contrazione degli *habitat* naturali influisce indirettamente sulla perdita di Biodiversità degli ecosistemi della costa laziale.

3 Sintesi delle criticità ambientali: *raster calculation tra layers*

Per utilizzare al meglio le operazioni statistiche e di elaborazione del GIS si è deciso di utilizzare il formato *raster*¹ in luogo dello *shape* poligonale, che invece consente di effettuare solamente semplici operazioni di sovrapposizione.

La conversione in *grid*² viene effettuata attraverso la funzione *convert* dello *spatial analyst* di ArcGIS che permette di convertire un punto, una linea o un poligono (le cosiddette primitive grafiche) in un raster i cui *pixel* hanno come valore quello scelto dall'utente tra i campi che compongono la tabella degli attributi, nel nostro caso i valori precedentemente calcolati nella realizzazione dei poligoni di *Thiessen*.

La conversione è stata fatta attribuendo alle celle del *raster* le stesse dimensioni del modello digitale di terreno (DTM) della Regione Lazio, 20 x 20 m, in modo tale da mantenere una congruenza tra i dati a nostra disposizione.

I due *raster* così ottenuti sono stati incrociati ed elaborati attraverso la funzione *cell statistics*, che ha permesso di ricavare i valori medi dei due *grid* di partenza originando un nuovo *raster* di sintesi. La funzione *cell statistics* è una funzione che permette di effettuare operazioni statistiche (come la media, la mediana, la deviazione standard, il range) tra due o più strati informativi (Fig.6).

¹ Il *raster* è un formato in cui un elemento grafico viene rappresentato da *pixel* (*picture element*), ovvero celle di dimensioni definite a cui è associato un valore numerico DN (*Digital Number*).

² *Grid* è il termine con cui generalmente viene identificato il raster in ambiente GIS

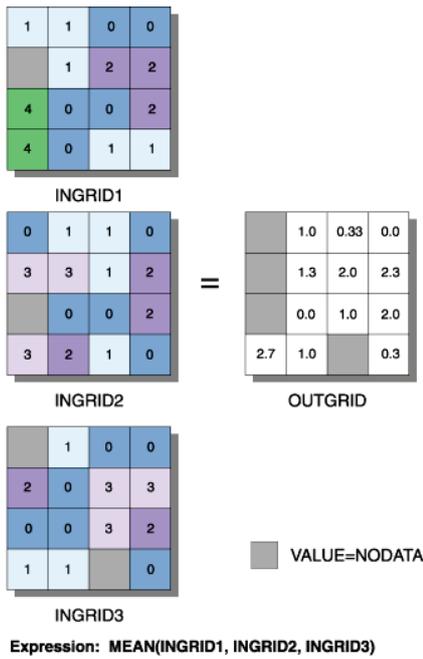
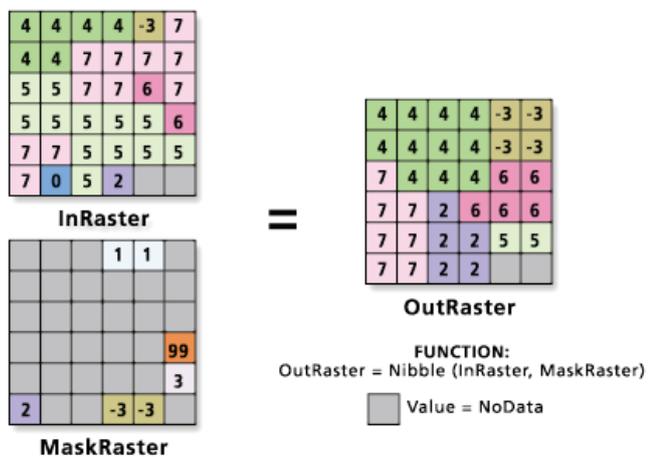


Figura 6 – Esempio di operazione *cell statistics* tra 3 *layer* – Media tra raster-

Il *grid* risultante dalla operazione è un *raster* in cui ogni singolo *pixel* ha il valore medio dei *pixel* dei *layer* di input; una limitazione di questa operazione è che, laddove esistono valori *no data*³ nelle celle dei *layer* di partenza, il risultato sarà sempre un *no data*.

Per superare il problema è stata successivamente effettuata una operazione di *nibble*, operatore di *zonal statistics*⁴, che restituisce per le celle *no data* il valore medio di un intorno stabilito dall'utente. Queste vengono inizialmente identificate e successivamente il loro valore viene ricampionato sulla base di quello delle celle più vicine (distanza calcolata secondo i criteri della geometria Euclidea) (Fig.7).

Figura 7 – Esempio di applicazione dell'operatore *nibble*.

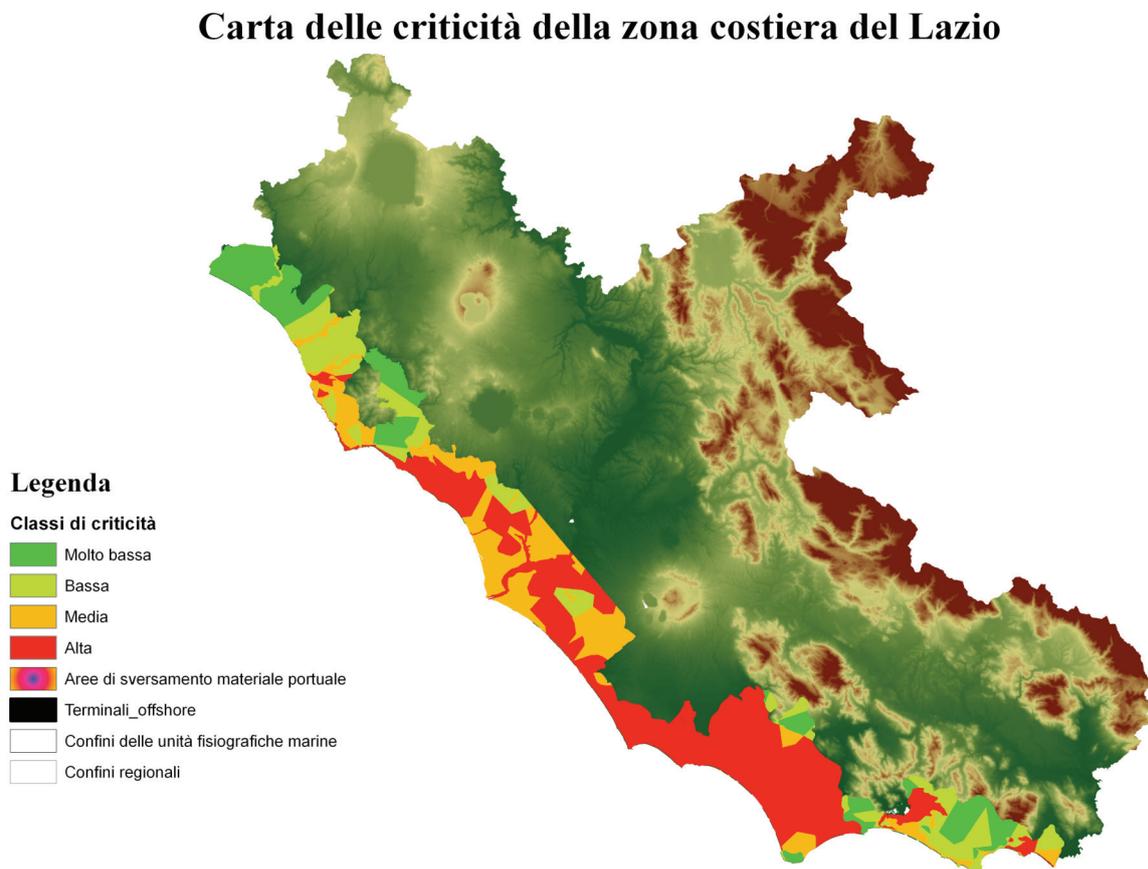


³ Il *no data* value è il non valore di alcune celle del *raster*; a volte può succedere che nella ricostruzione di un *grid* vengano perse alcune informazioni per cui alcuni *pixel* possono risultare con il campo *value* vuoto

⁴ Gli operatori zionali (*zonal statistics*) sono operatori statistici di media, deviazione standard etc..., che operano in un intorno di celle definite dall'operatore.

Attraverso la serie di elaborazioni sopra elencate si è arrivati alla creazione della carta delle criticità ambientali (Fig.8).

Figura 8 – Carta delle criticità ambientali dei contesti costieri laziali



La carta evidenzia le zone che possono essere considerate “critiche” dal punto di vista ambientale, avendo preso come *input* per la elaborazione quei tematismi che rappresentano la pressione antropica lungo le aree costiere, ovvero gli scarichi urbani ed industriali, i siti potenzialmente contaminati e la perdita di habitat.

Per quel che concerne le unità fisiografiche marine, è stato possibile dare solo una descrizione sommaria del grado di criticità, poiché scarse e frammentate sono le informazioni cartografate.

Si possono segnalare in particolare le aree di fronte le coste di Fiumicino, Ostia, Cerveteri, Ladispoli, Anzio e Nettuno, dove si ha la presenza di tre grandi aree per lo sversamento di materiale portuale, terminali *off-shore* e numerosi punti sfavorevoli alla balneazione, che rendono questa unità fisiografica quella a più alto grado di criticità.

Dalla carta si possono evidenziare le aree nei contesti a più elevata criticità, in particolare la zona sotto la diretta influenza del polo urbano di Roma e la Pianura Pontina, a causa dell’agricoltura intensiva e il forte impatto antropico unite ad una elevata perdita di habitat naturale.

La carta, pur non essendo composta da tutti gli elementi che possono essere considerati “critici”, è pur sempre rappresentativa della vulnerabilità della zona costiera laziale

Bibliografia

Blasi C., Acosta A., Paura B., Di Martino P., Giordani D.M., Di Marzio P., Fortini P. e Carranza M.L., 2000. *Classificazione e cartografia del paesaggio: i sistemi e i sottosistemi di paesaggio del Molise*. *Informatore Botanico Italiano*, 32 Suppl.1 – Atti del “XIV Convegno G.Gadio”.

Massa R., Ingegnoli V., 1999. *Biodiversità, Estinzione e Conservazione*. Ed UTET.