

Mogeifaco: un GIS esperto per la gestione integrata della fascia costiera

di G. Pernice e I. Patti

Le zone costiere rappresentano ecosistemi complessi e fragili fortemente influenzate da una quantità elevata di pressioni e fattori sia di origine antropica che naturale, sia nelle componenti terrestri che marine (climatici, antropici, idrologici, geomorfologici e socio-economici). Questi fattori vanno continuamente monitorati e controllati per assicurare una gestione sostenibile delle risorse ambientali.

Un GIS, opportunamente interfacciato con una rete neurale bayesiana, permette di potere prevedere e visualizzare l'evoluzione dei fenomeni in atto in un'area costiera.

La "Gestione integrata della fascia costiera" (ICZM) è un processo volto al perseguimento di uno sviluppo sostenibile nell'area costiera, attraverso la gestione delle attività, esistenti o pianificate, riguardanti una certa area mediante una mediazione degli obiettivi, spesso conflittuali, in un ambiente complesso e caratterizzato da processi non conosciuti appieno, cioè caratterizzati da incertezza. Lo sviluppo di una metodologia scientifica per questa attività, fortemente suggerita dall'Unione Europea, richiede la realizzazione di modelli previsionali basati sull'analisi dei dati che caratterizzano il sistema supportati dalla visualizzazione su un sistema informativo geografico.

Obiettivo

Presso lo IAMC-CNR (Istituto per l'Ambiente Marino Costiero) di Mazara del Vallo è stato sviluppato "Mogeifaco", modello "esperto" di gestione integrata della fascia costiera che, con il supporto di metodologie innovative quali quelle dei sistemi informativi geografici (GIS), delle reti neurali artificiali (ANN) e del telerilevamento satellitare, è capace di prevedere l'evoluzione del sistema costiero in funzione delle pressioni cui è sottoposto.

Il GIS “esperto”, attraverso l’ausilio di specifici indicatori, indica lo stato attuale del sistema costiero nelle singole zone e ne prevede l’evoluzione, visualizzando su GIS l’indice di sostenibilità ambientale, permettendo così di programmare le azioni necessarie ad assicurare la sostenibilità e la rinnovabilità delle risorse ambientali ed alieutiche.

L'obiettivo della "gestione integrata della fascia costiera" è, infatti, quello di realizzare uno sviluppo sostenibile di queste delicate aree mediante una gestione responsabile ed ecosostenibile delle attività (esistenti o pianificate) e delle risorse ivi presenti, pianificando lo sviluppo del territorio attraverso un processo di concertazione tra gli stakeholders.

Area oggetto di studio

Mogefaco è stato testato sulla fascia costiera sud occidentale della Sicilia (fig. 1), in un'area che comprende i comuni di Marsala, Petrosino, Mazara del Vallo, Campobello di Mazara e Castelvetro.

Lungo questo tratto di costa, estesa circa 90 Km, sono presenti diversi porti turistici e di pesca artigianale. Inoltre in questa area è presente la più grande flotta peschereccia d'Italia e una delle più grandi del Mediterraneo, quella di Mazara del Vallo. Sono inoltre presenti aree di inestimabile valore naturalistico e,

nello stesso tempo, fenomeni di antropizzazione selvaggia. E' quindi un'area che si presta in maniera perfetta a fungere da laboratorio per la realizzazione di un modello per la gestione integrata della fascia costiera.

Scientificamente viene definita “zona costiera” l’area geografica in cui l’ambiente di dominio marino e quello di dominio terrestre vengono ad incontrarsi in una lingua di terra e acqua. La delimitazione della zona costiera di Mogefaco è stata effettuata utilizzando come limite terrestre 1000 m. dalla costa, con buffers intermedi di 150 e 300 m. e come limite marino la batimetrica di -50 m., (profondità massima per le praterie di *Posidonia oceanica*). E’ indubbio che tanto più estesa è la zona costiera di interesse, tanto più problematico sarà creare un modello “esperto” dell’intera area.

Metodologia

La prima fase nell'elaborazione del modello è stata la creazione di una "banca dati", denominata Mogeidata, comprendente le informazioni aventi diretta attinenza con la gestione integrata della fascia costiera, con una sufficiente copertura temporale e territoriale. Una tipica banca dati per la gestione integrata della fascia costiera deve comprendere i seguenti dati: a) territoriali; b) chimico-fisico-biologici; c) climatici; d) socio-economici.

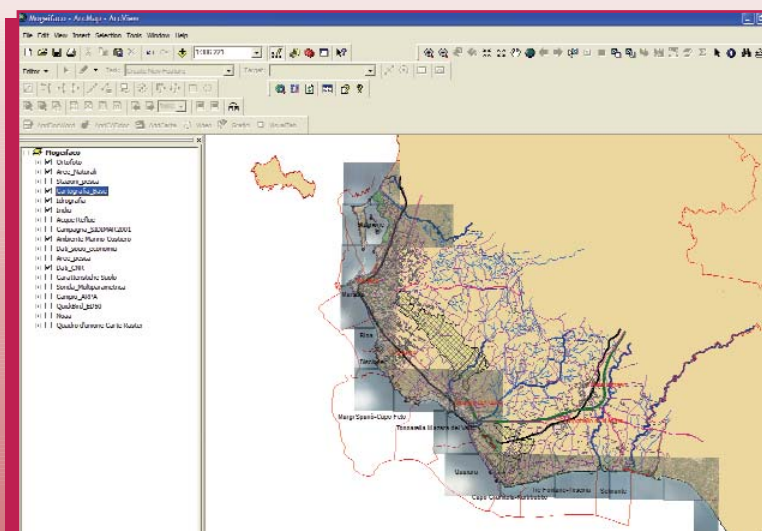


Figura 1

I dati chimico-fisici-biologici (temperatura a diverse profondità, temperatura superficiale del mare (SST), clorofilla "a", profondità, conducibilità, ossigeno disciolto, pH, salinità, torbidità, nutrienti, coliformi fecali, coliformi totali, streptococchi, colorazione, trasparenza, tensioattivi e fenoli), sono stati ottenuti attraverso una serie di campionamenti con sonda multiparametrica e il recupero di serie storiche bibliografiche e dall'analisi di dati satellitari.

I dati climatici (piovosità, temperatura, umidità relativa e ventosità) sono stati acquisiti presso le stazioni operative dell'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste.

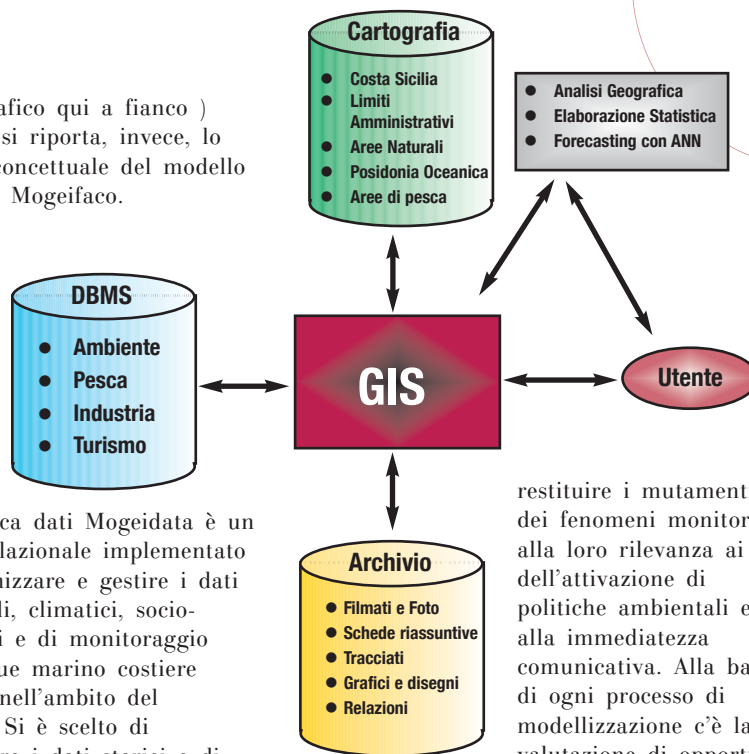
I dati socio-economici (popolazione, densità abitativa, flussi turistici, attività ricettive, attività produttive) sono stati ricavati da dati ISTAT e Camera di Commercio. Ogni dato è stato correlato con una unità territoriale.

L'unità territoriale scelta come base è la "unità fisiografica-paesaggistica-costiera" (UFPC), definita come "porzione di territorio (sia marino che costiero) sufficientemente omogeneo nelle sue caratteristiche geologiche, morfologiche, climatiche in cui i materiali che formano o contribuiscono a formare la costa presentano movimenti confinati al suo interno o hanno scambi con l'esterno in misura non influenzata da quanto accade alla restante parte del litorale". Ogni UFPC è stata suddivisa in "tratti". L'utilizzo di queste unità rende più facile lo studio delle caratteristiche territoriali e la sua rappresentazione ed analisi mediante il GIS.

Nell'area in oggetto sono state individuate dieci unità fisiografiche-paesaggistiche-costiere (e 23 tratti), riportate tabella 1 (qui sotto).

Nel grafico qui a fianco) figura 2 si riporta, invece, lo schema concettuale del modello "esperto" Mogeifaco.

Figura 2



La banca dati Mogeidata è un DBMS relazionale implementato per organizzare e gestire i dati ambientali, climatici, socio-economici e di monitoraggio delle acque marino costiere acquisiti nell'ambito del progetto. Si è scelto di organizzare i dati storici e di campagna in un DBMS esterno al GIS al fine di operare autonomamente dall'ambiente GIS per soddisfare le esigenze di data-entry, di consultazione, di elaborazione e di archiviazione dei dati, utilizzando come software Microsoft Access che permette una maggiore facilità di utilizzo rispetto a strumenti, sicuramente tecnologicamente più avanzati, ma riservati a specialisti informatici e in modo da rendere semplice l'aggiornamento dei dati anche ai non addetti ai lavori.

Successivamente si è proceduto alla valutazione di opportuni "indicatori" ambientali.

Gli indicatori ambientali rispondono, da un lato, a precisi requisiti di disponibilità ed aggiornabilità dei dati, dall'altro, vengono scelti in base alla rappresentatività delle problematiche ambientali considerate e alla loro sensibilità, ossia la capacità di

restituire i mutamenti dei fenomeni monitorati, alla loro rilevanza ai fini dell'attivazione di politiche ambientali e alla immediatezza comunicativa. Alla base di ogni processo di modellizzazione c'è la valutazione di opportuni

"indicatori".

Si definisce "indicatore" uno strumento che fornisce informazioni in forma sintetica di un fenomeno più complesso, favorendo in questo modo la comunicazione e il confronto. I programmi di valutazione degli indicatori possono essere catalogati teoricamente in variabili in ingresso, variabili in uscita, variabili di risultato e variabili di impatto.

Per una valutazione dello stato di sostenibilità costiera sono stati scelti gli indicatori riportati nella tabella a pagina seguente (tabella 2).

Infine si è realizzato un modello esperto di classificazione e forecasting, capace di prevedere, partendo dalla banca dati, gli indicatori e l'utilizzo delle "reti bayesiane", l'evoluzione delle caratteristiche fondamentali della fascia costiera, in coerenza con le indicazioni della Unione Europea, visualizzata sul GIS.

Una delle aree di maggior sviluppo in Intelligenza Artificiale è, infatti, lo studio e la progettazione di Sistemi Esperti, detti anche Expert Systems o Knowledge-Based Systems. Il modello esperto è in grado di fornire delle previsioni sulle evoluzioni del sistema costiero in funzione delle modifiche introdotte nei dati di ingresso.

L'interfaccia di analisi e visualizzazione è costituita dal sistema informativo geografico.

Il GIS realizzato, denominato "Mogeifaco_GIS", è dotato di un'interfaccia di gestione e interrogazione semplice ed intuitiva e permette di integrare e associare, in

NUMERO U.F.P.C.	DENOMINAZIONE	TRATTI	LUNGHEZZA COSTA (m)	PERIMETRO (m)	AREA A TERRA (kmq)	AREA A MARE (kmq)
1	Stagnone	7	19307	49593	24.03	34.79
2	Marsala	2	11663	32081	7.4	38.26
3	Rina	1	5040	17184	4.91	13.87
4	Biscione	1	5638	16745	3.78	9.25
5	Capo Feto	2	7131	45614	6.37	100.57
6	Tonnarella-Mazara	4	12609	34087	10.77	57.67
7	Quarara-Capo Granitola	2	8636	31806	6.4	53.23
8	Kartibubbo	1	3687	20312	3.86	14.42
9	Tre Fontane-Triscina	2	106 70	33037	10.28	54.72
10	Selinunte	1	5006	25939	4.9	30.39

Tabella 1

	Indicatori (A)	Sottoindicatore (B)	Banche dati collegate	Serie storica
1.A	Indicatore ambientale			
1.B		Indicatore di balneabilità	Ministero_Salute	2000-2004
1.C		Indicatore trofico TRIX	Campionamenti_sonda	2004-2005
2.A	Indicatore antropico			
2.B		Indicatore di densità di popolazione	Dati ISTAT	2000-2004
2.C		Indicatore di densità edilizia	Ortofoto 1999	2000
2.D		Indicatore di incidenza turistica	APT_ Trapani	2000_2004
2.E		Indicatore di occupazione spiaggia	Dati ISTAT	2004
3.A	Indicatore di pescosità			
3.B		Indicatore catture pesca	Censimenti GIFACO	2004
3.C		Indicatore numero natanti	Censimenti GIFACO	2004-2005
4.A	Indicatore naturalistico			
4.B		Indicatore aree protette	Ministero Ambiente	2000-2004
5.A	Indicatore prospettive economiche			
5.B		Indicatore di attività industriale		
5.C		Indicatore di sfruttamento agricolo	Carta uso suolo	2004
5.D		Indicatore di ricettività turistica	APT Trapani	2000-2004

Tabella 2

un unico contesto geografico, tutti gli elementi cartografici descrittivi della fascia costiera, i dati ambientali, climatici, socio-economici e di monitoraggio delle acque marino costiere, raccolti in Mogeidata, la documentazione generica presente nell'archivio documentale, e i risultati prodotti dalla analisi statistica e dalla elaborazione modellistica.

Tale integrazione consente di condurre analisi spaziali attraverso la rappresentazione digitale di un'area geografica combinata con una serie di altre informazioni di tipo descrittivo e alfanumerico che dipendono sostanzialmente dallo studio che si vuole condurre di volta in volta. In tal modo è possibile rispondere alla domanda di informazione geografica in modo automatico, rapido e preciso, permettendo all'utente di comprendere, gestire e pianificare gli eventuali interventi di tutela.

Mogeifaco_GIS rappresenta, pertanto, uno strumento di supporto a chi deve pianificare attività di intervento e tutela della fascia costiera. In particolare, esso consente di:

- descrivere le condizioni dell'area d'interesse e la distribuzione geografica delle risorse naturali;
- identificare la natura, le sorgenti, l'intensità e la localizzazione degli elementi di pressione ambientale nell'area di indagine;
- descrivere gli ecosistemi attuali e le pressioni a cui sono sottoposti;
- valutare la loro risposta alle pressioni reali o possibili;
- fornire un valido supporto per l'analisi di rischio ambientale, mediante tecniche di forecasting basate su reti neurali artificiali;

- identificare e analizzare alternative progettuali in termini di localizzazione geografica;
- organizzare e gestire i dati per il monitoraggio degli impatti ambientali durante e dopo il completamento dell'intervento, assicurando ampia flessibilità nell'utilizzo dell'informazione per la generazione più idonea di elaborati, mappe e documenti tecnici.

I layers del GIS visualizzano tutte le informazioni raccolte nella banca dati del progetto, e il risultato finale del processo previsionale, denominato "indice di sostenibilità costiera".

Mogeifaco_GIS è stato implementato utilizzando l'ambiente di sviluppo ESRI ArcGIS 9.1 e il linguaggio di programmazione Visual Basic for Application per la personalizzazione dell'Interfaccia utente.

E' dotato di un'interfaccia di gestione e interrogazione semplice ed intuitiva, facile da utilizzare anche da chi non

ha specifiche competenze informatiche, in grado di integrare e associare, in un unico contesto geografico:

- gli elementi cartografici descrittivi del territorio presenti nel database cartografico;
- i dati presenti nel DBMS;
- la documentazione generica presente nel file system.

Tale integrazione consente di condurre analisi spaziali e visualizzazioni 3D attraverso la rappresentazione digitale di un'area geografica combinata con una serie di altre informazioni di tipo descrittivo e alfanumerico che dipendono sostanzialmente dallo studio che si vuole condurre di volta in volta.

In tal modo è stato possibile creare uno strumento di gestione e pianificazione che permette agli utenti di accedere all'informazione geografica in modo automatico, rapido e preciso, e di potere visualizzare le previsioni al variare delle condizioni di ingresso.

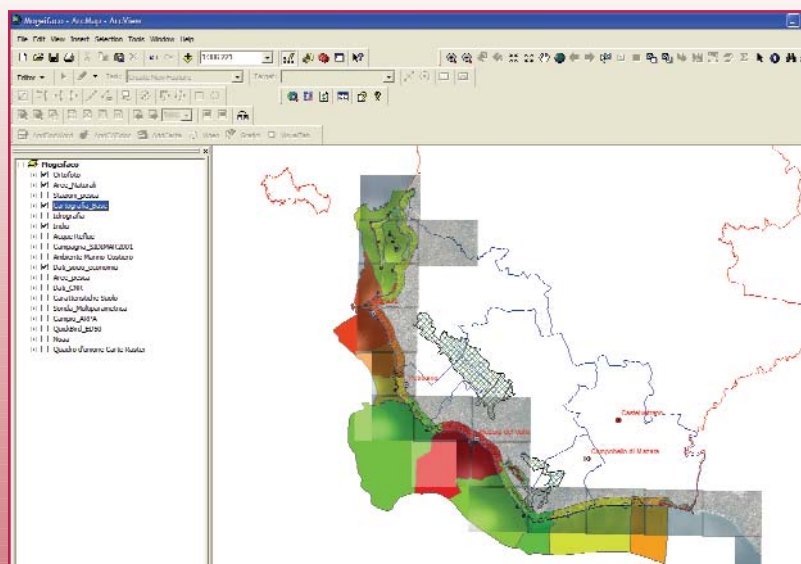


Figura 3, 4



Risultati e discussione

Al fine di fornire un quadro dettagliato e realistico dello stato ambientale della fascia costiera e dell'impatto sull'ecosistema delle attività antropiche si è realizzata un'approfondita elaborazione geografica e statistica dei dati acquisiti nell'ambito del progetto. Tale analisi è avvenuta con l'ausilio di ESRI ArcGIS 9.1 e delle sue estensioni Spatial Analyst e 3D Analyst.

In particolare si è utilizzato Spatial Analyst per la generazione di superfici di concentrazione delle sostanze inquinanti le acque marino-costiere, per la creazione di isolinee (per esempio di temperatura), per effettuare analisi di prossimità e analisi zonale, etc., mentre si è utilizzato 3D Analyst per la visualizzazione tridimensionale delle informazioni direttamente acquisite e/o elaborate.

Il processo previsionale è stato realizzato sviluppando un modello basato sulle reti neurali, di classificazione e forecasting, capace di prevedere, partendo dalla banca dati e con l'utilizzo di indicatori, l'evoluzione delle caratteristiche fondamentali della fascia costiera. Più precisamente si è fatto ricorso alle Reti Bayesiane (RB) per prevedere la dinamica degli indicatori delle dieci zone fisiografiche nelle quattro stagioni. Gli indicatori assumono un valore numerico compreso fra 0 e 10. I valori risultanti sono stati interfacciati sul GIS.

Nella figura sottostante si riporta l'indice di sostenibilità costiera calcolato per le singole U.F.P.C.

Nella gestione integrata della fascia costiera occorre un sistema neutrale che consenta di descrivere l'impatto che, sul medio e lungo periodo, le

varie attività producono su una data area, per informare i cittadini e aumentarne il senso di responsabilità in riferimento alle problematiche ambientali, e, conseguentemente, di incrementare il livello di attenzione politica ed amministrativa sul tema specifico (le "risposte" del modello DIPSIR).

Mogeifaco_GIS si rivela uno strumento molto utile a questo scopo.

La gestione delle zone costiere richiede, infatti, il ricorso ad un insieme di strumenti di intervento: giuridici, economici, accordi volontari, soluzioni tecnologiche, ricerca e formazione. Una migliore concertazione tra i soggetti costituisce la base dello sviluppo sostenibile. Essa infatti, serve a riconoscere le sinergie e le contraddizioni tra azioni derivanti da politiche diverse e facilita l'accettazione dei necessari arbitrati in un processo di responsabilizzazione. Ma la concertazione deve avvenire sulla base di dati scientifici certi, che permettano di valutare le conseguenze delle scelte che vogliono realizzarsi.

Conclusione

Una strategia di gestione integrata per lo sviluppo sostenibile dell'area costiera necessita di una notevole quantità e diversità di dati per descrivere le complesse relazioni che intercorrono tra le componenti sociali, economiche ed ambientali nel tempo e nello spazio.

Una valida tecnologia per la raccolta, memorizzazione, analisi e visualizzazione delle informazioni pertinenti ad una zona geografica, quale un'area costiera, è costituita dal GIS (Geographic Information System).

I vantaggi dell'uso di un GIS nella gestione integrata si possono riassumere in:

- approccio più sistematico nella raccolta delle informazioni ambientali;
- riduzione dei costi complessivi delle operazioni di raccolta e gestione dei dati;
- incremento della comparazione e compatibilità dei gruppi di dati;
- migliore accessibilità e diffusione delle informazioni;
- maggiore facilità nell'analisi spaziale degli impatti ambientali.

Il GIS è, quindi, assai utile nella definizione di una strategia di gestione integrata perché consente di:

- descrivere le condizioni dell'area d'interesse e la distribuzione

geografica delle risorse naturali;

- identificare la natura, le sorgenti, l'intensità e la localizzazione di elementi di pressione ambientale nell'area di indagine;
- descrivere gli ecosistemi attuali e le pressioni a cui sono sottoposti;
- valutare la loro risposta alle pressioni reali o possibili;
- fornire un valido supporto per l'analisi di rischio ambientale nell'ipotesi che avvenga un potenziale impatto;
- identificare e analizzare alternative progettuali in termini di localizzazione geografica e conseguentemente di definire le misure mitigative degli impatti residui;
- organizzare e gestire i dati per il monitoraggio degli impatti ambientali durante e dopo il completamento dell'intervento, assicurando ampia flessibilità nell'utilizzo dell'informazione per la generazione più idonea di elaborati, mappe e documenti tecnici.

Mogeifaco_GIS, in questo contesto, risulta quindi uno strumento per fornire utili indicazioni per la redazione di piani di gestione integrata della fascia costiera finalizzati alla salvaguardia e allo sviluppo sostenibile del territorio.

Bibliografia

Vallega, A.: "Fundamentals of Integrated Coastal Management", Kluwer Academic Publishers, pp. 264, 1999

Pernice G., Patti I., Vitabile S., Maccarrone V., Ialuna R., La Bella G., Titone A., Pernice V., Gancitano P., Micalizzi R.: "Mogeifaco: un modello 'esperto' per la gestione integrata della fascia costiera" in "Atti della 9ª Conferenza Nazionale ASITA - Catania, 15-18 Novembre 2005", volume II, pagg. 1633-1638, 2005

Pernice G. (curatore): "Elaborazione di un modello di gestione integrata della fascia costiera mediante GIS e reti neurali attraverso la raccolta ed analisi di dati ambientali ed alienotici dell'area costiera che si estende dallo Stagnone di Marsala a Marinella di Selinunte" - Rapporto finale - Mazara del Vallo (N.T.R.- I.R.M.A. - Special Publication n. 9 - 2005 IAMC-CNR - Mazara del Vallo), 2005

Autori

GIUSEPPE PERNICE,
IGNAZIO PATTI
IAMC-CNR - Mazara del Vallo

Indice di sostenibilità costiera

