

Pianificazione ambientale e sistemi di supporto alle decisioni: il caso di Sogliano al Rubicone

A.Pistocchi

1.Introduzione

In vari contesti si parla oggi di pianificazione ambientale (p.es. Legge Regionale Liguria, n. 36/1997; Legge Regionale Toscana, n.5/1995; Alberti *et al.*, 1994; Bettini, 1996): è diffusa l'esigenza di integrare nei processi di decisione sul territorio la conoscenza dei sistemi naturali e degli effetti che l'azione dell'uomo può avere su essi. La pianificazione ambientale dovrebbe distinguersi dalle forme tradizionali di urbanistica e pianificazione, per l'interesse esplicito verso:

- la tutela degli equilibri e la sostenibilità in termini ambientali delle scelte di piano;
- la valorizzazione delle risorse naturali come elemento di qualità e di sviluppo della comunità che le utilizza.

Esistono già alcuni strumenti urbanistici che si sono fatti carico della pianificazione ambientale (p.es. Reggio Emilia, 1999). Tuttavia, pochi di essi sono collegati a sistemi previsionali in grado di valutare le conseguenze delle scelte di piano sui sistemi ambientali. L'esigenza di una capacità previsionale si manifesta ogni volta che si voglia effettuare una valutazione ambientale delle strategie (VAS; *strategic environmental assessment*, SEA), e diventa pervasiva con l'aumento del numero di enti locali che aderiscono alle iniziative dell'Agenda 21 (ICLEI, 1994).

Mentre la ricerca scientifica in campo ambientale mette oggi a disposizione strumenti per affrontare virtualmente ogni problema di previsione (almeno in termini locali e di breve-medio periodo), poco si è approfondito riguardo alle condizioni di effettiva applicabilità, nei casi correnti al di fuori delle condizioni sperimentali della ricerca, di questi strumenti. Sono state sviluppate ricerche mirate allo studio di come le tecnologie dell'informazione geografica si diffondono nelle amministrazioni, e quale uso ne viene fatto (Ciancarella *et al.*, 1998), ma poco è stato detto circa le modalità con cui effettivamente i modelli previsionali, in particolare per i sistemi fisici dell'ambiente, possono essere impiegati e migliorare la qualità della gestione del territorio. Mentre in quasi tutti i contesti della ricerca è chiaro il quadro teorico della modellistica, l'aspetto politico e applicativo rimane quasi inesplorato. Restano ancora largamente irrisolte domande quali:

- che tipo di modelli (semplici/complessi, deterministici/stocastici, di uso "tecnocratico" o inglobati negli strumenti di cartografia usati dalle amministrazioni...) è meglio utilizzare per prevedere gli effetti del piano in relazione alle varie problematiche?
- quale uso (in termini politici, come base di discussione e di governo dei conflitti, come fonte di autorità nelle decisioni...) dovrebbe essere fatto del modello?
- fino a che punto è necessario approfondire la conoscenza dei sistemi ambientali (campagne di acquisizione dei dati, monitoraggi, approfondimento teorico dei modelli...) per pervenire a una base razionale adeguata per le decisioni?
- quale rappresentazione (cartografica "divulgativa", cartografica "tecnica", sintetica in forma di tabelle e grafici...) dovrebbe essere fatta dei risultati dei modelli previsionali?
- fino a che punto, e con quali modalità, è possibile fare uso delle indicazioni dell'analisi scientifica per produrre indirizzi, norme e vincoli di piano?
- come dovrebbero essere acquisiti, organizzati e rappresentati i dati per poter rendere operativo l'uso corrente di modelli di previsione nelle scelte di piano?

Alcuni autori si sono interrogati sulla diversa diffusione dell'uso dei modelli previsionali per difendere posizioni e scelte di pubblico dominio (refs. Nei proceedings GIS and Environmental Modeling), ma i problemi richiamati rimangono ancora aperti.

La necessità nella pianificazione ambientale di un approccio profondamente interdisciplinare, che molti urbanisti "classici" non sono più in grado di gestire, ha prodotto una situazione di separazione stagna fra le scienze ambientali e la progettazione. Fino ad oggi le prime hanno sviluppato una *pars destruens*, senza reali capacità propositive, e la seconda si è appropriata di un lessico ambientalista spesso ingenuo e con pochissime ricadute concrete in termini di sviluppo sostenibile.

Nel presente contributo si descrive l'approccio seguito nella messa a punto di un quadro ambientale per il Comune di Sogliano al Rubicone (Preger *et al.*, 2000). Si tratta di un piccolo comune collinare della Provincia di Forlì-Cesena, caratterizzato da una bassa densità di popolazione e con pesanti limiti fisici all'uso di un territorio, che comunque fornisce spunti progettuali interessanti per uno sfruttamento razionale, attento agli equilibri naturali, delle risorse.

Nel mettere a punto un quadro ambientale, da utilizzarsi poi come base di supporto alla stesura del Piano Regolatore Generale, si è partiti dalla considerazione delle domande che possono sorgere dal piano, e si sono costruiti banche dati e modelli previsionali orientati a dare risposte adeguate. Si è affrontato il problema di quale modello fosse più opportuno a descrivere ciascuno dei fenomeni di rilievo, optando per schemi quantitativi deterministici in alcuni casi, schemi quantitativi probabilistici in altri, e analisi morfologiche sinottiche di tipo tradizionale in altri ancora. La raccolta dei dati è stata sviluppata in senso strettamente orientato alla messa a punto degli strumenti previsionali. E' apparso chiaramente che i livelli di analisi ambientale accessibili dipendono dalla disponibilità dei dati e dagli obiettivi di conoscenza. Nel caso della pianificazione territoriale, è quasi sempre sufficiente un'analisi di prima approssimazione

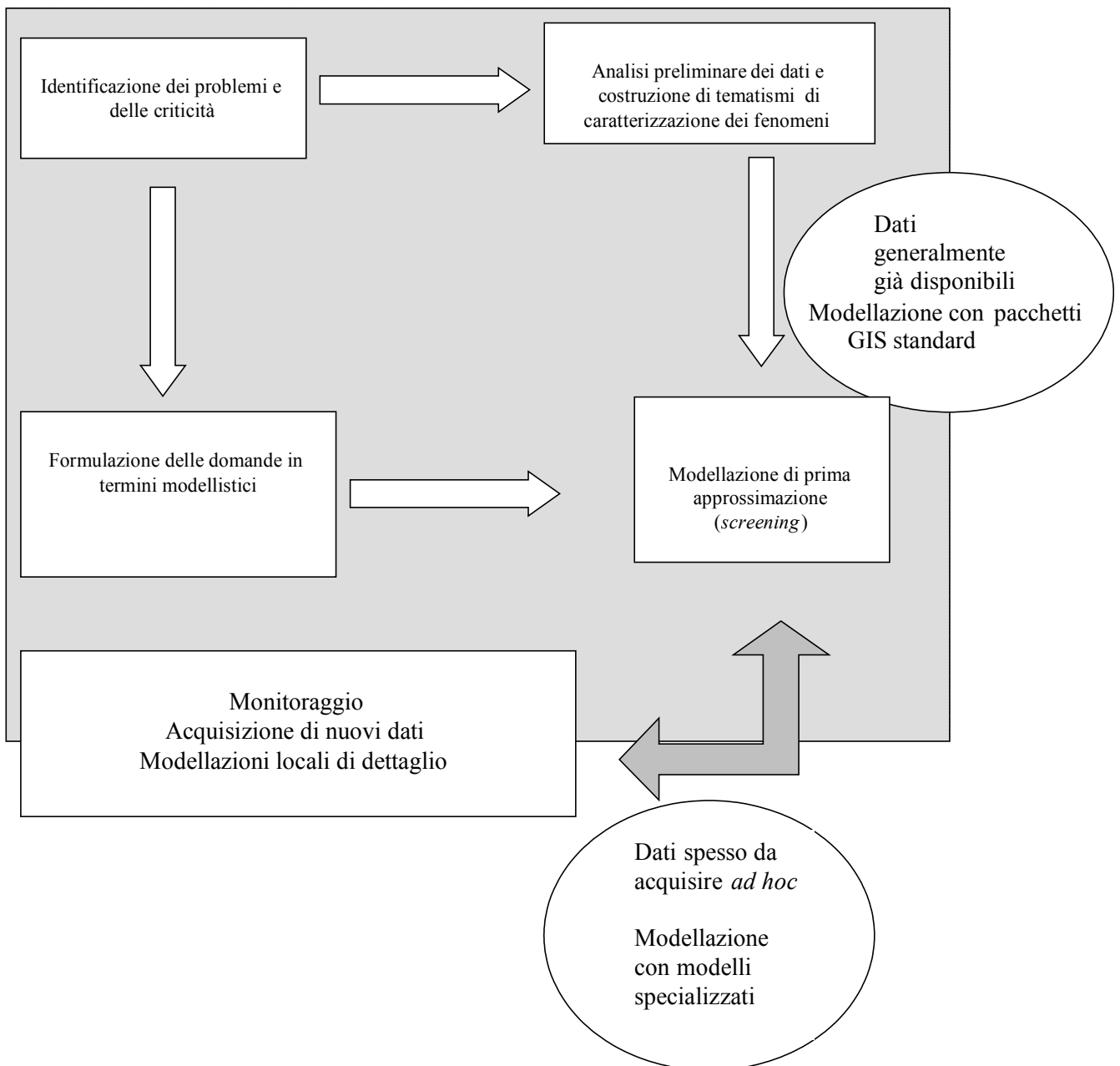
che consenta di inquadrare la distribuzione spaziale dei fenomeni e l'ordine di grandezza della loro importanza, mentre per scopi di maggiore dettaglio e per i problemi principali si scende successivamente a livello più approfondito. La Tabella 1 riporta alcuni esempi di organizzazione gerarchica delle analisi ambientali in vari contesti. Lo scopo della tabella è orientativo, per rendere conto delle implicazioni in termini di disponibilità di dati dell'approfondimento dell'analisi.

Contesto di analisi	Livello di conoscenza disponibile	Valutazione possibile
Reti ecologiche	<ol style="list-style-type: none"> 1) uso del suolo 'ragionato' 2) uso del suolo + rilievo qualità uso suolo 3) campionatura faunistica 	<ol style="list-style-type: none"> 1) animal flow simulation esplorativa 2) animal flow simulation di screening 3) animal flow simulation previsionale
Rumore	<ol style="list-style-type: none"> 1) dati bibliografici + sorgenti 2) misure di 'controllo' (pochi punti mirati) 3) misure 'di copertura' (misure a maglia 'fitta') 	<ol style="list-style-type: none"> 1) modellazione di screening secondo ISO 9613-2 2) validazione della prima modellazione 3) interpolazione geostatistica
Aria	<ol style="list-style-type: none"> 1) dati bibliografici + sorgenti + rosa dei venti 2) dati sorgenti ('di controllo') + venti passo orario 3) campo di moto noto 	<ol style="list-style-type: none"> 1) modelli gaussiani di screening 2) validazione dei modelli 3) modelli lagrangiani
Inquinamento delle acque e dei suoli: agro-zootecnico, urbano	<ol style="list-style-type: none"> 1) uso del suolo, sorgenti point, dosi fertilizzanti, abitanti equivalenti, peso vivo allevato,... 2) bilancio idrologico a passo mensile 3) conoscenza del singolo evento climatico 4) dati dettagliati di inquinamento e portate liquide/solide o piezometrie per la taratura dei modelli 	<ol style="list-style-type: none"> 1) assegnazione parametrica dei rilasci (kg/ha di inquinante, a seconda del tipo di uso del suolo) 2) assegnazione dei rilasci in base ai modelli tipo CREAMS applicati alla scala di un singolo campo 3) applicazione di modelli tipo CREAMS alla scala di bacino (modellazione idrologica complessa) 4.1) fiumi: modellazione di scarichi e prelievi: modelli diffusivo-avvettivi (es. QUAL2E) o flusso a pistone (Streeter & Phelps) 4.2) laghi: carico trofico, eq. di Vollenweider 4.3) acquiferi: propagazione inquinanti con modelli di trasporto e di flusso
Subsidenza	<ol style="list-style-type: none"> 1) dati su litologie interessate ed emungimenti 2) conoscenza geotecnica terreni da fonti indirette, dati sugli emungimenti 	<ol style="list-style-type: none"> 1) assegnazione parametrica dei rischi 2) modellazione geomeccanica della compattazione
Stabilità versanti	<ol style="list-style-type: none"> 1) conoscenza qualitativa di litologia, pendenza, sismicità e altri fattori causali 2) conoscenza dei terreni (dati bibliografici) 3) prove in situ, spessori, parametri geomeccanici 	<ol style="list-style-type: none"> 1) zonazioni generali non parametriche (modelli rule-based, favourability functions etc...) 2) zonazioni generali parametriche 3) calcolo dei coefficienti di sicurezza
Pericolosità delle piene	<ol style="list-style-type: none"> 1) zone a deflusso idrico rallentato, direzioni di deflusso, volumi disponibili nel territorio 2) conoscenza della topografia di dettaglio del territorio (quote, ostacoli...) 3) conoscenza degli afflussi, modellazione idrologica e geometria dell'alveo 	<ol style="list-style-type: none"> 1) analisi per 'celle idrauliche' 2) modello di screening della propagazione 2D per onde di piena uscente stimata in via preliminare 3) modello di propagazione dinamica dell'onda di piena, estrazione dei tratti critici e simulazione dell'onda di piena uscente
Irrigazione	<ol style="list-style-type: none"> 1) temperature e precipitazioni 2) umidità e vento 	<ol style="list-style-type: none"> 1) bilancio idrologico tipo Thornthwaite a stima preliminare dei fabbisogni 2) metodi tipo FAO (Penman, Blaney-Criddle) per la stima dei fabbisogni
Incendi	<ol style="list-style-type: none"> 1) uso del suolo ragionato e altri fattori causali 2) uso del suolo + rilievo biomassa + misure meteorologiche 	<ol style="list-style-type: none"> 1) modello probabilistico (bayesiano, con fuzzy logic, ..) 2) previsione in tempo reale del rischio
Campi elettromagnetici	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dati bibliografici + sorgenti 	<ol style="list-style-type: none"> 1) modelli di screening

Tabella 1- livelli di approfondimento successivi per alcuni tipi di analisi nella pianificazione ambientale

La messa a punto di un sistema di supporto alle decisioni di pianificazione territoriale passa sempre per il primo livello di caratterizzazione dei fenomeni indicato nella tabella precedente. L'analisi ambientale dovrebbe sempre svolgersi all'interno del quadrato grigio della Figura 1: occorre innanzitutto identificare i problemi rilevanti (*scoping*), operazione intrinsecamente qualitativa, e successivamente formulare le domande in termini modellistici (cioè individuando lo schema previsionale che può in qualche modo darci le risposte). Il passo della formulazione delle domande è quasi sempre carente nei piani urbanistici: spesso le cartografie di analisi prodotte non hanno alcuna capacità predittiva. Il nodo fondamentale delle analisi ambientali è nella necessità di mettere a punto un quadro utile per la valutazione delle scelte, e ciò può essere ottenuto solo dopo aver dato le esigenze e gli obiettivi in forma chiara e distinta.

Questa fase preliminare, che può essere gestita interamente all'interno dei pacchetti GIS tradizionali, che invece sono oggi utilizzati quasi solo per le loro potenzialità grafiche o di gestione dei dati. La necessità di analisi di maggiore dettaglio è quasi sempre assente, e comunque spetta a livelli operativi successivi.

**Figura 1- un modello di articolazione dei sistemi di supporto alle decisioni**

2. Identificazione dei problemi e formulazione delle domande in termini modellistici

Nel caso del Comune di Sogliano al Rubicone, i problemi della pianificazione sono quasi tutti di tipo “non urbano”, vista la bassa densità di popolazione e la modesta domanda di trasformazione del territorio a scopo sia residenziale, sia produttivo. Un problema rilevante è invece la caratterizzazione dei vincoli esistenti, sia per opera degli strumenti di piano sovraordinati, sia per effetto dei sistemi naturali. La Tabella 2 riporta il quadro delle mappe di analisi messe a punto. Si vuole sottolineare che, a differenza delle cartografie di analisi che solitamente accompagnano i piani, molte delle mappe in questo caso sono modelli previsionali: sistemi di equazioni o relazioni concettuali che associano ad un ingresso (una variazione dello stato attuale del territorio) un'uscita (una risposta, in termini di un indice ritenuto significativo). Ciò significa che, se si fanno ipotesi di piano relative a determinate azioni, interventi migliorativi ecc., le mappe possono venire direttamente modificate fornendo l'indicazione quantitativa delle variazioni prodotte dall'azione. In tal modo, è possibile effettuare le valutazioni strategiche di impatto ambientale che consentono di simulare gli scenari futuri prodotti da ciascuna ipotesi di piano. Chiaramente, alcune delle mappe hanno un significato diretto, mentre altre devono essere valutate in termini di maggiore complessità (p.es. nel caso, in riferimento alla Tabella 2, della carta delle risorse percettive).

CARTA	SIGNIFICATO	OBIETTIVI
Vincoli vigenti	Piano Territoriale di Coord. Prov., Vincolo Idrogeologico ...	Inserimento PRG nel quadro generale di piano (prov.le e reg.le)
ecologia del paesaggio	corridoi di spostamento per la fauna, per collegare fra loro aree di pregio naturalistico ('reti ecologiche')	Dove costruire siepi, fare rimboschimenti, rinaturalizzare i corsi d'acqua...
l'inquinamento che interessa direttamente la salute umana	sorgenti di inquinamento (rumore, elettromagnetico e aria) e loro intensità	verificare la salubrità del territorio esistono zone in cui il campo elettromagnetico è pericoloso, l'aria inquinata, di rumore eccessivo?
il bilancio idrologico	pioggia, infiltrazione, scorrimento superficiale, evapotraspirazione, indice di aridità	Irrigazioni, acqua da bere, acqua per le attività produttive, difesa dagli incendi, difesa dalle piene, laghetti collinari
l'erosione dei suoli	perdita potenziale indicativa di suolo agrario (t/ha/anno)	Pratiche di regimazione dei campi, difesa del suolo
l'inquinamento delle acque e dei suoli	sorgenti di inquinamento (zootecnia, agricoltura, insediamenti) e loro intensità	Identificare e mitigare gli inquinamenti
i dissesti idrogeologici	percentuale di ciascun micro-bacino interessata da frane	Convivere con le frane: interventi urgenti e comportamenti corretti
il rischio d'incendio	indice di predisposizione al verificarsi degli incendi	Dove effettuare controllo e prevenzione più attenti?
il paesaggio come risorsa percettiva	caratteristiche del paesaggio di Sogliano che possono colpire il visitatore	Promozione e tutela del paesaggio e delle bellezze storiche e naturali

Tabella 2 – quadro dei problemi e formulazione delle domande in termini modellistici

Il quadro ambientale è stato messo a punto in base a un *concetto modellistico* del territorio: si è cercato non tanto di sottolineare alcuni aspetti rilevanti o rappresentare i dati disponibili, ma piuttosto di prevedere le dinamiche in atto e descrivere i meccanismi di funzionamento. Le mappe seguono una *semantica disgiuntiva*, nel senso che separano le informazioni rappresentando non più di un attributo per volta, oppure una *semantica sinottica*, se sovrappongono nella stessa rappresentazione elementi conoscitivi ed informazioni di tipo diverso, come nelle tavole tradizionali delle analisi urbanistiche. Il modello di dati raster si applica in genere meglio per la semantica disgiuntiva, che spesso deriva da elaborazioni con modelli matematici svolte sulla cella elementare (pixel), mentre il modello vettoriale si presta per la semantica sinottica, consentendo di visualizzare anche oggetti diversi (punti, linee e poligoni).

3. La modellazione di primo livello e l'estrazione di indicazioni a supporto del piano

Per gli scopi di inquadramento del presente lavoro, si è potuto svolgere tutto il processo di modellazione previsionale all'interno del GIS che è servito anche per l'elaborazione delle cartografie. Il vantaggio di lavorare in un unico ambiente operativo è chiaro soprattutto considerando che i modelli previsionali sono già resi disponibili in formati che consentono agli operatori degli enti locali di svolgere ulteriori elaborazioni, qualora ciò sia necessario. Per quanto al momento sia ancora difficile pensare ad un uso corrente della modellistica come modo normale di valutare i piani e i loro effetti, è prevedibile che in un prossimo futuro, a seguito di una maggiore consapevolezza da parte degli enti stessi dei vantaggi derivanti dall'uso dei sistemi di supporto alle decisioni nella gestione del territorio. Chiaramente, è richiesta una *costruzione sociale* della tecnologia e dei metodi per effettuare le previsioni (Campbell, 1999), e non si può pensare che questi vengano imposti dall'esterno in tempi rapidi. Ci deve essere una fase di incontro e scoperta dello strumento da parte degli operatori, che sia lo spunto per una appropriazione e per l'utilizzo quotidiano. Lo scopo del presente lavoro, nella consapevolezza di questa esigenza, è solo di indicare una possibilità da percorrere.

Il concetto di base della modellistica svolta all'interno dei GIS è la rappresentazione degli oggetti del territorio sotto forma di mappe. La mappa è l'ente matematico sul quale si svolgono le elaborazioni. I modelli matematici di cui si è fatto uso hanno riguardato:

- bilancio idrologico (Pistocchi e Neri, 2000a)
- perdita di suolo agrario media annua (*ibid.*)
- inquinamento di origine diffusa da fonti agricole (*ibid.*)
- pericolosità dell'innescò degli incendi (Pistocchi e Neri, 2000b)
- simulazione di spostamento di organismi attraverso reti ecologiche (Geneletti e Pistocchi, 2000).

Ciascun modello ha consentito di produrre una mappa a semantica disgiuntiva, esprime la distribuzione di un indice, che in ciascun caso rappresenta il risultato di un calcolo e sintetizza lo stato di una componente del quadro ambientale.

Sempre a semantica disgiuntiva è la carta del dissesto idrogeologico, che esprime tuttavia la distribuzione delle frane e non costituisce un modello.

Il modello consente di prevedere le variazioni dell'indice al variare dello scenario territoriale disegnato dal piano.

Si vuole sottolineare che ogni cartografia costituisce una predizione del comportamento del territorio, e viene utilizzata per classificare quest'ultimo. Gli strumenti per effettuare la predizione possono essere estremamente vari, ma la strategia e lo spirito di fondo rimangono gli stessi: si ritiene che ogni applicazione di pianificazione ambientale debba basarsi su una predizione/classificazione del territorio in relazione ai fenomeni rilevanti per le scelte, e che pertanto l'analisi sia giustificata solo nella misura in cui consente di pervenire ad una classificazione affidabile e scientificamente fondata.

Nello studio in esame, sono state prodotte altre carte, a semantica sinottica, secondo metodi tradizionali dell'analisi urbanistica. Esse comprendono la carta dei vincoli vigenti, la carta delle risorse percettive e la carta delle possibili fonti di inquinamento che interessa la salute umana (aria, rumore, campi elettromagnetici). Con questi metodi è possibile effettuare valutazioni di massima che comunque costituiscono un supporto per le decisioni. Lo svantaggio della semantica sinottica è che non si ottengono indicazioni quantitative sulla risposta del territorio ad una certa politica. Si ricorre ad analisi di questo tipo ogni volta che non è possibile individuare un indice sintetico rappresentativo. È emblematico a questo proposito il caso delle risorse percettive: la carta indica gli elementi dominanti il paesaggio nelle varie zone. È chiaro che si possono riportare le variazioni degli elementi dominanti, e quindi costruire una mappa del paesaggio percepito in uno scenario futuro. Tuttavia, è impossibile dire a priori quale sarà l'effetto dei cambiamenti sulle proprietà del territorio. Indicazioni di questo genere possono solo derivare da una valutazione *ad hoc*.

Ciascuna mappa può essere usata ai fini del supporto alle decisioni, nel senso che imponendo opportuni criteri di pianificazione si estraggono le aree dove è prioritario l'intervento. Ad esempio, si possono definire i criteri riportati in Tabella 4. I risultati corrispondenti sono riportati in Figura 3, Figura 4 e Figura 5, rispettivamente. In maniera del tutto analoga si può dare risposta a molte delle domande riportate nella terza colonna di Tabella 2.

Occorre sottolineare che non solo ciascuna carta rappresenta un modello previsionale del territorio in ordine ad un certo aspetto, ma che l'insieme delle carte consente anche di effettuare predizioni complessive: il sistema di carte è a sua volta un modello del territorio. Per esempio, si possono imporre opportuni criteri con i quali selezionare le aree idonee o non idonee all'urbanizzazione. Nel caso in esame, si è prodotta la classificazione riportata in Figura 2. I criteri di modellazione utilizzati per produrla sono riportati in Tabella 3.

aree potenzialmente urbanizzabili

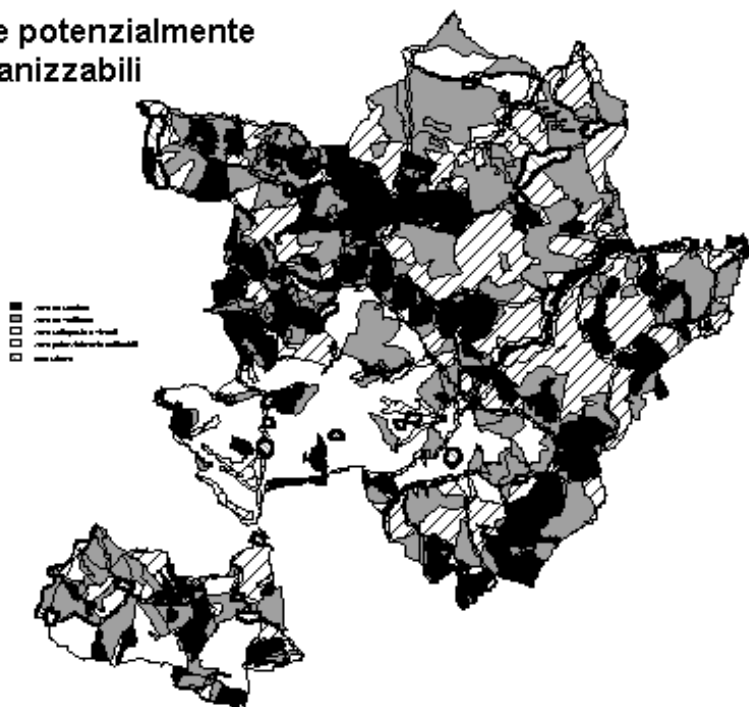


Figura 2-delimitazione per esclusione delle zone potenzialmente urbanizzabili

Tematismo	Rappresentazione
Calanchi	
- Calanchi	Nero
- Area calanchiva	Rigato
- Matrice	Bianco
Fasce di tutela idraulica	
- Fascia 1	Nero
- Fascia 2	Rigato
- Fascia 3	Rigato
Acclività	
- > 50%	Nero
- 35 – 50%	Grigio
- 0 – 35%	Bianco
Pericolosità sismica	
- Molto alta	Rigato
- Alta	Rigato
- Altro	Bianco
Indice pericolosità dissesto frane attive e quiescenti	
- Alto	Nero
- Medio	Grigio
- Basso	Bianco
Rappresentazione	Significato
Nero	Aree da scartare
Grigio	Aree da verificare
Rigato	Aree sottoposte a vincoli
Bianco	Aree potenzialmente urbanizzabili

Tabella 3 – criteri per la definizione del territorio potenzialmente urbanizzabile. In caso di sovrapposizioni, conta il giudizio più restrittivo.

Ambito e criterio	rappresentazione	Significato
Lotta all'inquinamento diffuso delle acque e dei suoli		
- Ntot > 10	Nero	Aree di intervento prioritario per la lotta all'inquinamento diffuso
- Ntot < 10	Bianco	Aree in cui non è urgente un intervento
Sistemazioni idraulico-agrarie		
- Suolo eroso > 40 t/ha anno	Nero	Aree di intervento prioritario per la lotta all'erosione
- Suolo eroso < 40 t/ha anno	Bianco	Aree in cui non è urgente un intervento
Protezione e riqualificazione di reti ecologiche		
- Vicinanza di corridoi interrotti	Rigato	Aree idonee ai rimboschimenti
Realizzazione di piccoli invasi		
Se: runoff annuo > 200 [mm]		
e: permeabilità formazionale = bassa		
⇒ se:		
- uso del suolo = zone agricole	Nero	Aree idonee per piccoli invasi
- rischio incendi > 16	Nero	Aree idonee per piccoli invasi
altrimenti	Bianco	Aree non idonee

Tabella 4- criteri per la localizzazione ottimale degli interventi di gestione ambientale

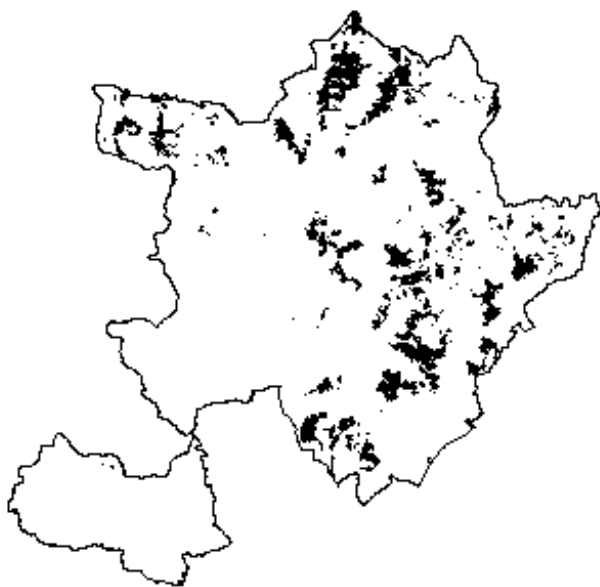


Figura 3- siti idonei per i laghetti collinari

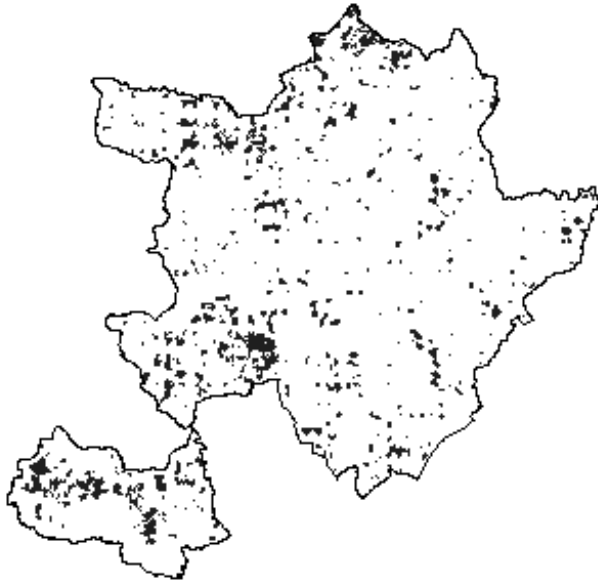


Figura 4— siti prioritari per la lotta all’erosione

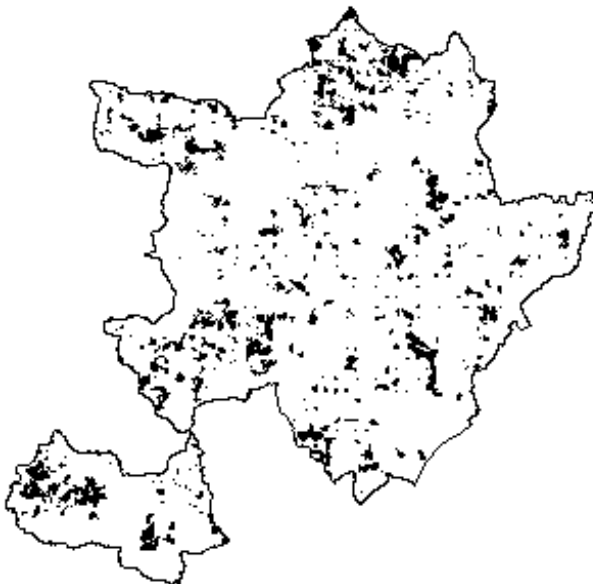


Figura 5-siti prioritari per la lotta all’inquinamento diffuso

In alcuni casi, il modello fornisce uno spunto per la pianificazione direttamente, quando si consideri il significato dell’output prodotto. Ad esempio, nel caso del modello di simulazione degli spostamenti di organismi lungo reti ecologiche, si ottengono come risultato i percorsi che effettivamente connettono macchie di habitat, e quelli ‘a fondo cieco’, consentendo di localizzare le aree che richiedono interventi di rimboschimento e miglioramento delle condizioni di naturalità (Figura 6).

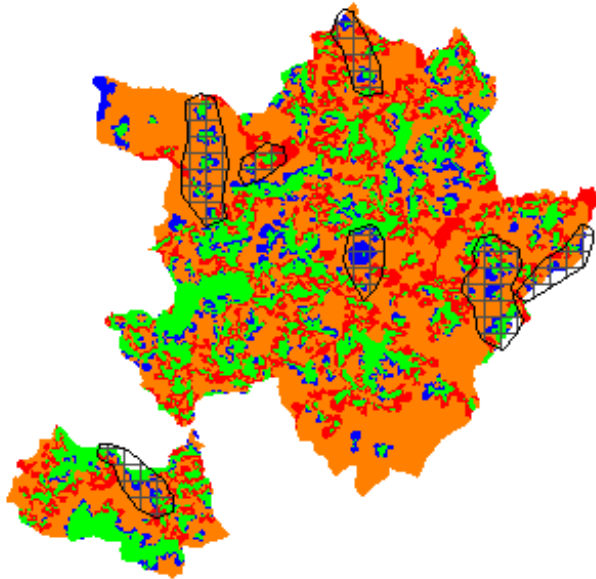


Figura 6– zone favorevoli per la ricomposizione di reti ecologiche (in blu sono rappresentati i corridoi a fondo cieco, in rosso quelli che collegano macchie di habitat, raffigurate in verde).

In generale, si può affermare che l'analisi dovrebbe costituire un'euristica per il progetto, e che la pianificazione ambientale dovrebbe quindi vedere la ricerca e caratterizzazione scientifica del territorio come uno spunto al "progettare con la natura" (McHarg, 1969).

4. Conclusioni

La memoria ha illustrato una applicazione della modellistica cartografica a supporto delle decisioni. Si è mostrato come in alcuni casi sia significativo integrare modelli previsionali nel processo di piano, al fine di ricavare indicazioni sugli effetti di determinate azioni sullo scenario futuro del territorio. Mentre la tradizione analitica dell'urbanistica ha finora privilegiato analisi di tipo sinottico, oggi da più parti si richiama l'importanza dell'uso di analisi basate su una semantica disgiuntiva, soprattutto quando si voglia valutare la sostenibilità delle scelte. In particolare, per verificare la sostenibilità dello sviluppo sono sempre più diffusi indici prestazionali (Simonovic, 1998). Tuttavia, se gli indici non sono collegati ad un modello che permetta di prevedere gli effetti su di essi delle decisioni, non è praticabile alcuna valutazione ambientale delle strategie, come invece è richiesto dalle normative recenti (p.es. la Legge Regionale Emilia Romagna, n.217/2000) per gli strumenti di piano locali.

Nel presente lavoro non si è discusso delle caratteristiche e dell'affidabilità dei modelli utilizzati, rinviando per questo alla letteratura specifica citata a proposito di ciascun modello.

6. Ringraziamenti

Il lavoro è stato sviluppato nell'ambito degli studi preliminari alla stesura del Piano Regolatore Generale del Comune di Sogliano al Rubicone. Si ringraziano l'ing. Dante Neri, che ha sviluppato le elaborazioni cartografiche, e i geoll. Alfredo Ricci e Michele Lambertini, che hanno condotto le analisi geologiche utilizzate per la presente memoria.

5. Bibliografia

- Alberto, M., Solera, G., Tsetsi, V., 1994: *La città sostenibile: analisi e proposte per un'ecologia urbana in Europa*, Franco Angeli
- Bettini, V., 1996: *Elementi di ecologia urbana*, Einaudi, Torino
- Campbell, ..., 1999:
- Ciancarella, L., Craglia, G., Ravaglia, E., Secondini, P., Valpreda, E., 1998: *La diffusione dei GIS nelle amministrazioni pubbliche italiane*, Franco Angeli, milano
- ICLEI, 1994: Aalborg Charter
- Legge Regionale Emilia Romagna, n.217/2000
- Legge Regionale Liguria, n. 36/1997
- Legge Regionale Toscana, n.5/1995

- McHarg, I., *Design with nature*, 1969: Natural History Press, Garden City, NY; tr.it. Muzzio, Padova, 1989
- Geneletti, D., Pistocchi, A., 2000: *L'ecologia del paesaggio come metodo nella pianificazione territoriale: riflessioni su un caso di studio*, accettato per la pubblicazione su Genio Rurale-Estimo e Territorio
- Pistocchi, A., Neri, D., 2000a: *Analisi GIS-based dei fenomeni idrologici per la pianificazione territoriale*, accettato per la pubblicazione su Ingegneria ambientale
- Pistocchi, A., Neri, D., 2000b: *Mappatura della propensione all'innescio di incendi boschivi mediante favourability functions: un caso di studio*, Genio Rurale-Estimo e Territorio, n. 6, giugno 2000
- Preger, E., Pistocchi, A., Neri, D., Zampagna, A., 2000: *Indirizzi per il Piano Regolatore del Comune di Sogliano al Rubicone e Quadro Conoscitivo Ambientale, Sogliano al Rubicone – documentazione tecnica dell'Amministrazione*
- Refs. Al lavoro nei proceedings GIS and Environmental Modeling ...