

Sezione Speciale - Cambiamento climatico e inquinamento: effetti sulle foreste meridionali
(Guest Editor: Elena Paoletti)

Carta delle aree sensibili alla desertificazione della Regione Basilicata

Ferrara A* ⁽¹⁾, Bellotti A ⁽¹⁾, Faretta S ⁽¹⁾, Mancino G ⁽¹⁾, Baffari P ⁽²⁾, D'Ottavio A ⁽²⁾, Trivigno V ⁽²⁾

(1) Dipartimento di Scienze dei Sistemi Colturali, Forestali e dell'Ambiente, Università della Basilicata, v.le dell'Ateneo Lucano 10, 85100 Potenza, Italy; (2) Regione Basilicata, Dipartimento Ambiente e Territorio, via Anzio, 85100 Potenza - * Corresponding author: Agostino Ferrara, ferrara@unibas.it

Abstract: Map of environmental sensitivity areas to desertification for the Basilicata region, Italy. The estimation of Environmental Sensibility to desertification at regional scale requires the setting up of elaboration and updating methodologies capable of handling considerable amounts of data in an integrated approach. This would allow evaluating the different stages of environmental degradation as well as the existing interactions among the singular components of the territory. The present paper proposes a methodology for evaluating Environmental Sensibility of the Basilicata Region that foresees the integration of alphanumeric and cartography data with remote sensed images, using Geographic Information Systems. This approach does not only guarantee easy management of the collected data, continuous updating and rapid interpretation but it also offers the possibility to analyse the factors causing the phenomena in progress.

Keywords: desertification, key indicators, *Environmental Sensitive Area* (ESA), Basilicata, Italy.

Received: Dec 10, 2004 - Accepted: Jan 15, 2005

Citation: Ferrara A, Bellotti A, Faretta S, Mancino G, Baffari P, D'Ottavio A, Trivigno V, 2005. Carta delle aree sensibili alla desertificazione della Regione Basilicata. *Forest@ 2* (1): 66-73. [online] URL: <http://www.sisef.it/>

Premessa

Negli ultimi decenni, a seguito dell'abbandono di vaste aree collinari e di montagna e della non sempre corretta gestione delle superfici agrarie e forestali, l'aumento dell'incidenza di fenomeni di erosione e, più in generale, di degradazione del suolo e di desertificazione ha assunto una valenza mai riscontrata in precedenza anche in molte aree del nostro paese.

In tale quadro, la conoscenza delle componenti ambientali ed economiche di un territorio, delle loro relazioni e la messa a punto di sistemi di trattamento e analisi di tali informazioni diviene, pertanto, requisito fondamentale per attuare una corretta pianificazione della gestione delle risorse disponibili al fine di evitare l'ulteriore aggravarsi delle situazioni in atto. La definizione di precisi e oggettivi ambiti di riferimento, attraverso studi e analisi dettagliate delle realtà territoriali, permette il raggiungimento di un duplice obiettivo: ottimizzare l'utilizzo delle risorse nell'ambito delle compatibilità ambientali e fornire alle amministrazioni locali le indicazioni per un'ade-

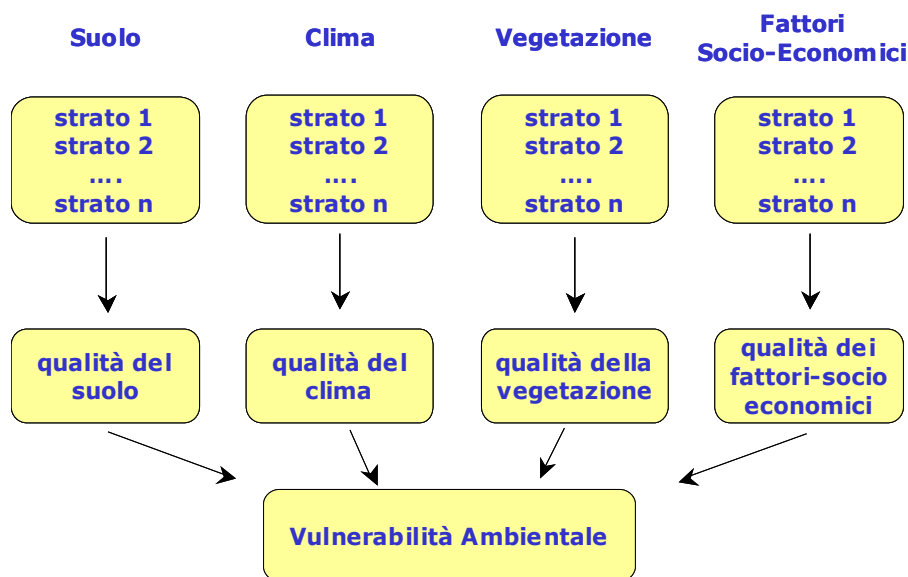
guata programmazione dello sviluppo sociale ed economico delle aree interessate.

Metodologia

La Vulnerabilità Ambientale di un'area (*Environmental Sensitive Area*, ESA) è un concetto molto ampio, sia per le differenti caratterizzazioni che esso assume in relazione agli ambienti cui viene comunemente riferito che per gli elementi stessi che vengono di volta in volta presi in considerazione. In generale, possiamo considerare una "Area Vulnerabile" come una specifica entità territoriale nella quale fattori ambientali, socioeconomici e di gestione non sono in equilibrio tra loro o non sono sostenibili per quel determinato ambiente.

Nel caso del presente studio la Vulnerabilità Ambientale è vista come il risultato delle interazioni di fattori elementari relativi a suolo, clima, vegetazione e aspetti socio-economici che, singolarmente e nel loro insieme, sono più o meno collegati a fenomeni di degradazione ambientale e gestionale. Ad esempio la combinazione

Fig. 1 - Schema metodologico adottato.



di fattori ambientali critici (morfologia accidentata, presenza di suoli soggetti a forti fenomeni erosivi, andamento climatico sfavorevole, copertura vegetale

Tab. 1 - Strati informativi utilizzati nella mappatura delle aree a rischio di desertificazione.

Categoria	Strato	Fonte
Suolo	Litologia, Tessitura, Pietrosità, Profondità, Drenaggio, Pendenza	DEM, Carta geolitologica della Basilicata (Reg. Basilicata)
Clima	Precipitazioni, Indice di aridità di Bagnouls e Gaussen, Esposizione	Ministero LLPP, DEM, archivi meteorologici
Vegetazione	Grado di copertura vegetale, Protezione dall'erosione, Resistenza alla siccità, Rischio di incendio	Immagine Landsat TM, rilievi a terra, ortofotocarte.
Fattori socio-economici	Implementazione delle politiche, Intensità dell'uso del suolo	ISTAT

scarsa) unita a fattori socioeconomici non ottimali individua e caratterizza una elevata Vulnerabilità Ambientale (Basso et al. 1998, Basso et al. 2000a, Basso et al. 2000b, Ferrara et al. 1999, Thornes 1995, Melià et al. 2000, vedi anche il sito web DISforMe, www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm).

In tale ottica per individuare e quantificare i differenti livelli di Vulnerabilità Ambientale a scala regionale, è necessario poter disporre di:

- informazioni relative ai fattori elementari (dati riguardanti il suolo, il clima, la copertura vegetale e gli aspetti socio-economici) raccolte in modo uniforme e continuo sul territorio oggetto di indagine e selezionate non solo in base al loro contenuto informativo, ma anche in funzione della loro reperibilità e possibilità di aggiornamento (tab. 1);
- procedure e metodologie di analisi incrociata dei dati disponibili che prevedano l'utilizzo integrato di informazioni di natura *vector* e di tipo *raster* con gli archivi alfanumerici ad esse collegati;
- strumenti idonei alla gestione della mole di dati che ne deriva, quali i Sistemi Informativi Territoriali, definiti come una integrazione di risorse umane, procedure ed apparecchiature, flussi di informazioni e norme organizzative in grado di consentire l'acquisizione, l'archiviazione, l'elaborazione e la restituzione di dati correlabili col territorio .

La scelta degli strati informativi (indicatori contestualizzati) è stata operata sulla base di tre considerazioni essenziali:

- la loro correlazione con fenomeni di degradazione o criticità ambientale;

Tab. 2 - Strati utilizzati e relativi punteggi. Ulteriori dettagli sul metodo di calcolo si trovano in Kosmas et al. (1999).

Categoria	Strato	Classi	Punteggi
Suolo	Litologia	Argille, scisti, rocce basiche ed ultrabasiche, conglomerati, depositi non consolidati.	1
		Calcari, marmo, granito, riolite, ignibrite, gneiss, pietre limose, pietre sabbiose, dolomite.	1.7
		Marne, conglomerati magmatici	2
	Tessitura	L, SCL, SL, LS, CL	1
		SC, SiL, SiCL	1.2
		Si, C, SiC	1.6
		S	2
	Pietrosità superficiale, %	> 60	1
		20 - 60	1.3
		< 20	2
	Profondità, cm	> 75	1
		30 - 75	2
		15 - 30	3
		< 15	4
	Drenaggio	Buono	1
		Mediocre	1.2
		Scarso	2
	Pendenza, %	< 6	1
6-18		1.2	
18 - 35		1.5	
> 35		2	
Clima	Precipitazioni, mm/anno	> 650	1
		280 - 650	2
		< 280	4
	Indice di aridità di Bagnouls e Gaussen	< 50	1
		50 - 75	1.1
		75 - 100	1.2
		100 - 125	1.4
		125 - 150	1.8
	> 150	2	
	Esposizione	Nord , pianeggiante	1
Sud		2	

- la loro reperibilità o disponibilità per il territorio regionale;
- la possibilità di aggiornamento rapido ed economico.

Bisogna infatti considerare che la messa a punto di sistemi di analisi basati su informazioni di difficile o

costoso reperimento e aggiornamento, seppure di grande valenza tecnica, troverebbe poi scarsa possibilità di utilizzo in altri o più estesi ambienti o in sistemi di monitoraggio del territorio. La metodologia di elaborazione delle informazioni relative agli strati selezionati é stata quindi sviluppata considerando

Tab. 2 (continua) - Strati utilizzati e relativi punteggi. (*) 1.2 per le aree naturali. Ulteriori dettagli sul metodo di calcolo si trovano in Kosmas et al. (1999).

Categoria	Strato	Classi	Punteggi	
Vegetazione	Grado di Copertura, %	> 40	1	
		10-40	1.8	
		< 10	2	
	Protezione dall'erosione		Boschi di latifoglie sempreverdi, macchia mediterranea a leccio, rocce.	1
			Macchia mediterranea, conifere, pascoli, oliveti, cespuglieti.	1.3
			Boschi di latifoglie decidue.	1.6
			Frutteti.	1.8
			Vigneti, orticoltura, coltivazioni annuali (<i>prati, cereali, mais, tabacco, girasole, ..</i>), scarsamente vegetati, suoli nudi, alvei.	2
	Resistenza alla siccità		Boschi di latifoglie sempreverdi, macchia mediterranea, macchia mediterranea a leccio, suoli nudi, rocce.	1
			Conifere, boschi di latifoglie decidue, oliveti.	1.2
			Frutteti, vigneti.	1.4
			Pascoli, cespuglieti.	1.7
			Coltivazioni annuali (<i>prati, cereali, mais, tabacco, girasole, ..</i>), orticoltura, scarsamente vegetati, alvei.	2
	Rischio di incendio		Suoli nudi, rocce, alvei, frutteti, vigneti, oliveti, coltivazioni annuali irrigue (<i>mais, tabacco, girasole, ..</i>), orticoltura.	1
			Pascoli, cereali, prati, boschi di latifoglie, macchia mediterranea a leccio, scarsamente vegetati, cespuglieti.	1.3
Macchia mediterranea.			1.6	
Conifere.			2	
Fattori socio-economici	Implementazione delle politiche	Alta	1	
		Moderata	1.5	
		Bassa	2	
	Intensità dell'uso del suolo		Bassa	1
			Media	1.5 (*)
		Alta	2	

prevalente una sua generalità di applicazione a differenti ambienti, a strati informativi in continua modificazione e aggiornamento. In tale prospettiva la metodologia proposta per la valutazione della VA in aree a rischio di desertificazione si basa su uno schema a due fasi (fig. 1): valutazione, per ogni area elementare, della qualità rispetto a Suolo, Clima, Vegetazione e Fattori socio-economici; valutazione, per ogni area elementare, della Vulnerabilità Ambientale.

Ognuna delle qualità suddette viene stimata come media geometrica fra i diversi punteggi di strato:

$$Qualità_{ij} = (strato1_{ij} * strato2_{ij} * \dots * stratoN_{ij})^{(1/n)}$$

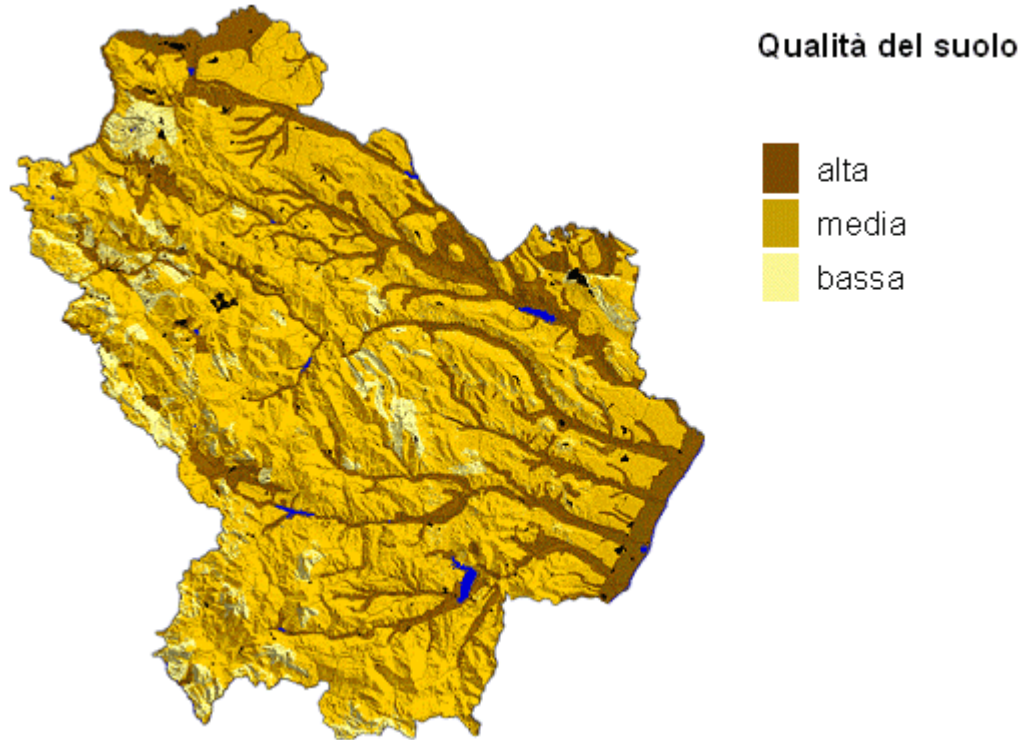
con *i* e *j* a rappresentare le righe e le colonne della singola unità dell'immagine *raster* ed *n* il numero degli strati utilizzati, con punteggi compresi tra 1 e 2. Mentre la Vulnerabilità Ambientale (VA) di ogni singola unità elementare viene stimata mediante:

$$VA_{ij} = (Qualità_{1,ij} * Qualità_{2,ij} * Qualità_{3,ij} * Qualità_{4,ij})^{(1/4)}$$

con *i* e *j* a rappresentare le righe e le colonne della singola unità dell'immagine *raster* e *Qualità_{ij}*=valori calcolati.

La definizione dei punteggi attribuiti ai singoli strati utilizzati è stata effettuata in relazione al grado di correlazione che le varie classi hanno con i diffe-

Fig. 2 - Carta della qualità del suolo.



renti livelli di Vulnerabilità Ambientale e alle caratteristiche del territorio della Basilicata (FAO 1976, Briggs et al. 1992, Kosmas et al. 1999, Ferrara et al. 1999, Basso et al. 2000b, Faretta et al. 2005a, Fa-

retta et al. 2005b). Lo schema completo degli strati e dei punteggi utilizzati é riportato in tab. 2.

Una descrizione di maggior dettaglio degli strati, delle classi e dei punteggi utilizzati si trova in Basso

Fig. 3 - Carta della qualità del clima.

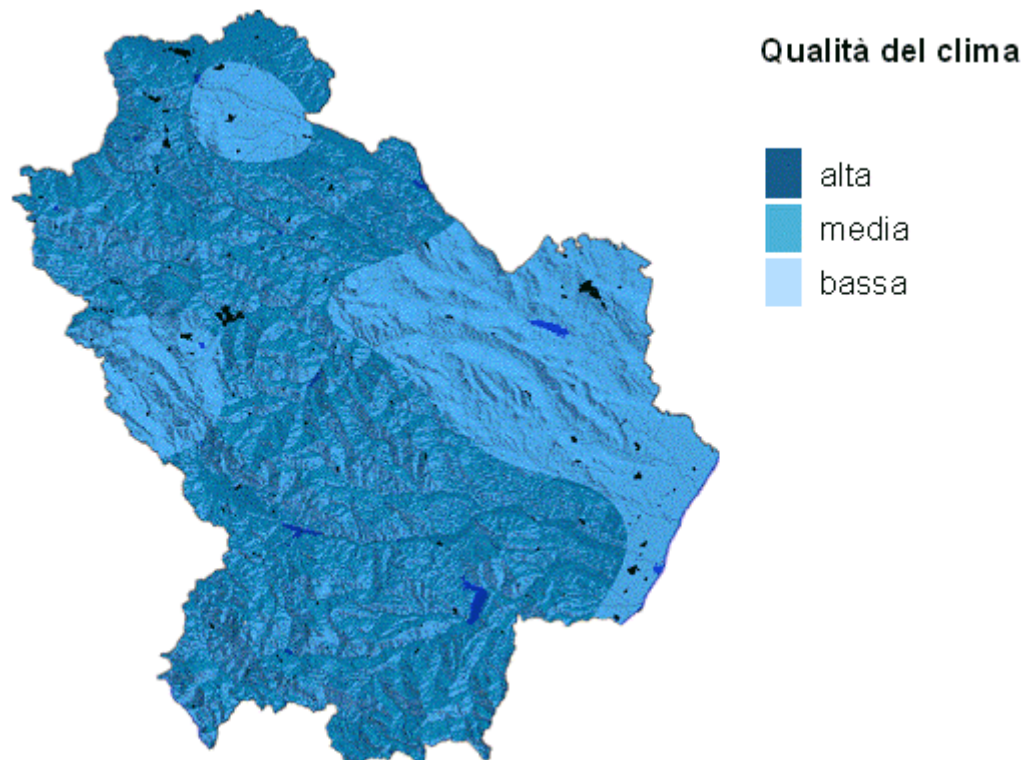
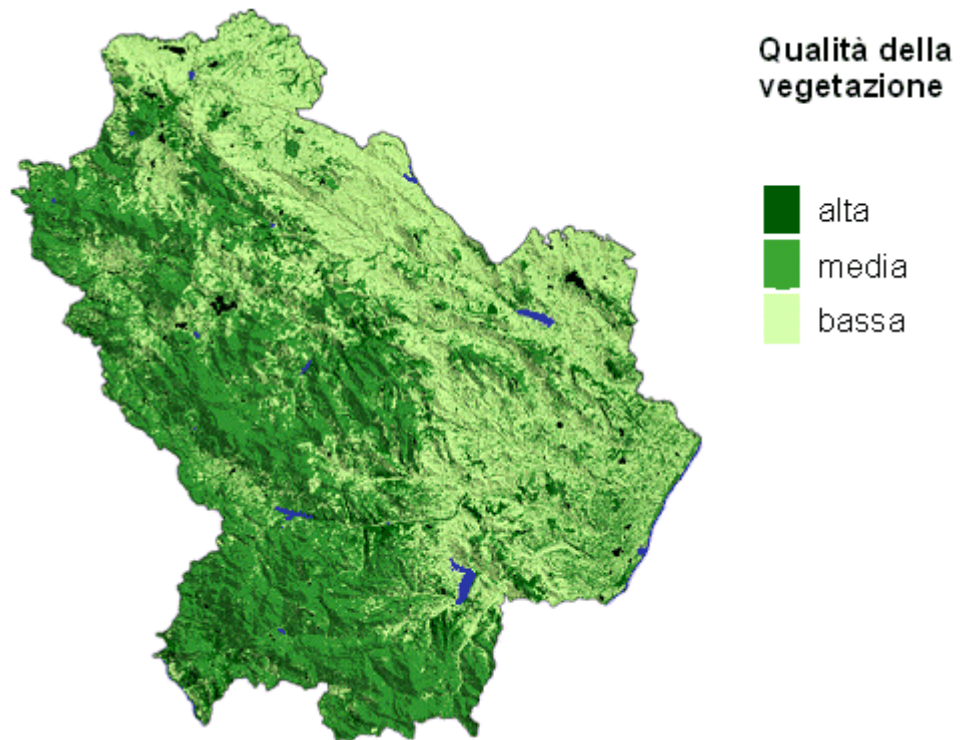


Fig. 4 - Carta della qualità della vegetazione.



et al. (1997), Ferrara et al. (1999), Ferrara et al. (2005) e in Kosmas et al. (1999).

La presenza di un diverso numero di classi all'interno dei singoli strati e la scelta di utilizzare un algoritmo a due fasi, svincolato dal numero degli

strati, ha permesso di ottenere un sistema efficiente, semplice e robusto, che consente l'aggiornamento delle informazioni in maniera agevole ed economica e permette, laddove necessario, di approfondire il dettaglio delle stime con l'aggiunta di ulteriori

Fig. 5 - Carta della qualità dei fattori socio-economici.

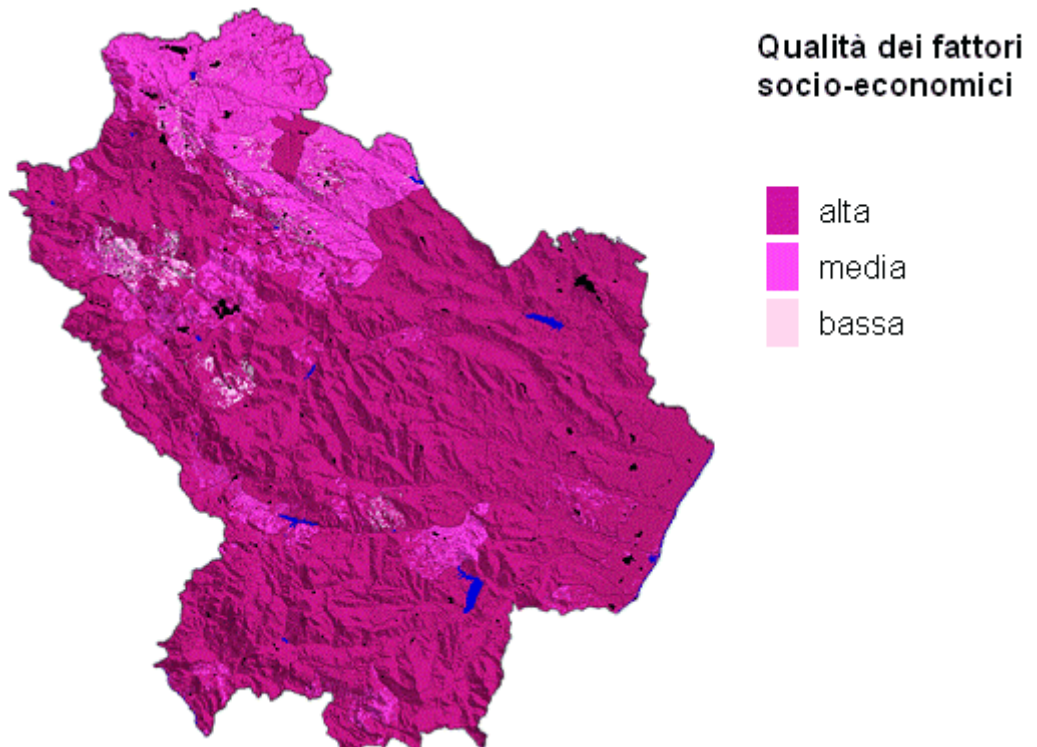
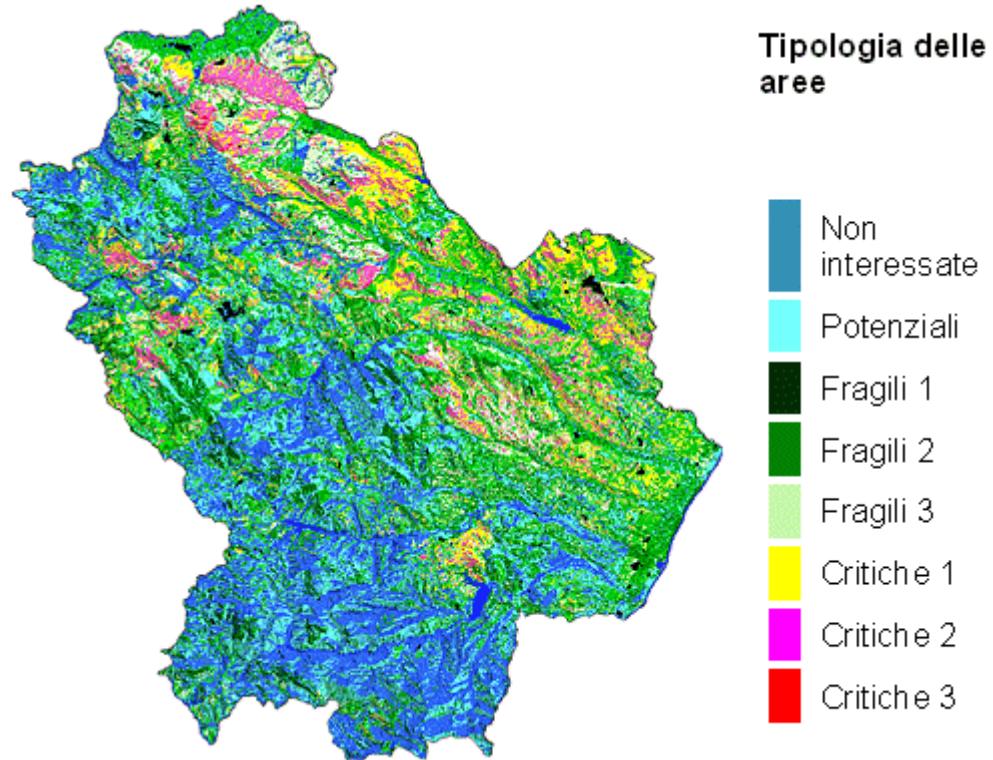


Fig. 6 - Carta delle aree sensibili ai fenomeni della desertificazione.



indicatori (o strati informativi). Il sistema scelto ha inoltre permesso di integrare strati di natura molto differente in un'unica banca dati.

Infatti, dal punto di vista strettamente operativo, risulta essenziale per lo svolgimento del lavoro non solo disporre di adeguati strumenti hardware e software, ma soprattutto strutturare adeguatamente il contenuto complessivo della banca dati in modo da permettere una gestione integrata dei differenti strati informativi. D'altra parte, considerata la complessità e la diversità delle fonti d'informazione utilizzate, un aspetto rilevante del lavoro è consistito proprio nell'inquadramento di questi in un unico sistema di riferimento e gestione in formati numerici omogenei e congruenti.

Risultati e discussione

Tutte le informazioni elaborate e messe a punto (strati di base, qualità intermedie, carta della vulnerabilità) sono riferite a una superficie unitaria di 900 m² (corrispondente ad un *pixel* quadrato di 30 metri di lato) fornendo un quadro molto dettagliato delle realtà investigate, in considerazione dell'ampiezza del territorio in esame. E' ovviamente possibile derivare carte di sintesi per ambiti territoriali differenti quali Comuni, Comunità Montane, zone climatiche, zone altimetriche, ecc.

Di seguito sono rappresentati i principali strati ottenuti (Qualità e carta delle Aree sensibili). Le classi di sensitività riportate rappresentano livelli crescenti di rischio come descritto in Kosmas et al. (1999) e in Ferrara et al. (2005).

I livelli di vulnerabilità ottenuti risultano adattarsi molto bene alla situazione reale tenendo conto di analoghi studi effettuati nell'area (Ippolito & Paganelli 1984, Grauso 1994) e di apposite verifiche condotte sull'applicabilità del metodo con indicatori a livello di campo quali il contenuto di C, N e di sostanza organica nel suolo e il livello di respirazione (Ferrara et al. 1997). Il sistema offre al contempo molteplici possibilità di utilizzo che vanno ben al di là di una semplice analisi di fenomeni in atto. La metodologia adottata permette di predisporre un *quadro comune di riferimento* da utilizzare nella comparazione tra aree ed epoche diverse (tramite un insieme comune di strati), e rende possibile l'approfondimento di particolari aspetti mediante l'inserimento di ulteriori strati informativi per indagini di con differenti e più complesse finalità (Kosmas et al. 1998).

Il metodo proposto ha inoltre un valore descrittivo *per se* in quanto consente l'applicazione di ulteriori e differenti metodi di analisi in grado di definire e qualificare maggiormente il contenuto delle classi di vulnerabilità ottenute.

Ringraziamenti

Lo studio è stato realizzato nell'ambito del progetto dell'Unione Europea 'DesertNet' (<http://www.basilicatanet.it/desertnet/>), finanziato con il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR), all'interno del Programma Integrato Comunitario PIC Interreg III B - MedOcc (Mediterraneo Occidentale). Bellotti, Faretta, Ferrara e Mancino hanno curato, in parti uguali, gli aspetti scientifici e metodologici. D'Ottavio, Baffari e Trivigno hanno curato gli aspetti amministrativi, tecnici e generali del progetto.

Bibliografia

- Basso F, Bellotti A, Bove E, Faretta S, Ferrara A, Mancino G, Pisante M, Quaranta G, Taberner M (1998). Degradation processes in the Agri Basin: evaluating environmental sensitivity to desertification at basin scale. Proceedings International Seminar on 'Indicator for Assessing Desertification in the Mediterranean', Porto Torres, Italy, 18 - 20 September, (Enne G, D'Angelo M, Zanolla C eds), supported by ANPA, pp. 131-145.
- Basso F, Bellotti A, De Natale F, Ferrara A, Pisante M (1997). Analisi del rischio di degradazione del suolo in aree agricole della Basilicata: una proposta metodologica. Rivista di Agronomia XXXI (3) Supplemento: 864-871.
- Basso F, Bove E, Dumontet S, Ferrara A, Pisante M, Quaranta G, Taberner M (2000b). Evaluating Environmental Sensitivity at the basin scale through the use of Geographic Information Systems and Remote Sensed data: an example covering the Agri basin (southern Italy). Catena 40: 19-35.
- Basso F, Bove E, Ferrara A, Pisante M, Quaranta G (2000a). Land degradation and desertification processes in Agri Basin: prevention and management methodologies through use of remote sensing, low environment impact techniques and socio-economic issues. In: Mediterranean desertification. Research results and policy implications, Proceedings International Conference on Mediterranean Desertification, Crete, Greece, 29 October - 01 November, 1996, Vol 2, (Balabanis P, Peter D, Grazi A, Tsogas M, eds), ISBN 92-828-8128-8, European Union 19303, pp. 441-458.
- Briggs D, Giordano A, Cornaert M, Peter D, Maef J (1992). CORINE soil erosion risk and important land resources in the southern regions of the European Community. EUR 13233, Luxembourg.
- FAO (1976). A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin 32, Roma.
- Faretta S, Ferrara A, Mancino G, Taberner M (2005a). Performance Evaluation Procedure of Key Indicators Based Systems. In press.
- Faretta S, Ferrara A, Mancino G, Taberner M (2005b). The use of fuzzy logic to evaluate the Environmental Sensitivity Index (ESI) to desertification in key indicators based systems. In press.
- Ferrara A, Bellotti A, De Natale F, Faretta S, Mancino G, Taberner M (1997). MEDALUS III - Identification and Assessment of Environmental Sensitive Areas by Remote Sensing, 2nd Annual Report. King's College, London.
- Ferrara A, Bellotti A, Faretta S, Mancino G, Taberner M (1999). Identification and assessment of environmentally sensitive areas by Remote Sensing. MEDALUS III 2.6.2. OU Final Report. King's College, London. Vol 2, pp. 397-442.
- Grauso S (1994). Carta dell'indice di erosione dell'alto bacino del fiume Agri. Documenti del territorio 28-29 (giugno-dicembre).
- Ippolito F, Paganelli F (1984). Il dissesto idrogeologico della Basilicata. Sistemazioni ed interventi. In: Quaderni della Cassa per il Mezzogiorno, pubbl. n. 9, 96 pp.
- Kosmas C, Ferrara A, Bellotti A, Detsis V, Faretta S, Gerontidis S, Mancino G, Marathainou M, Pisante M (1998). A Comparative Analysis of the Physical Environment of two Mediterranean Areas Threatened by Desertification. Istituto Mediterranico, Universidade Nova De Lisboa, Mediterraneo12/13: 127-145.
- Kosmas C, Ferrara A, Briasouli H, Imeson A (1999). Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification. In: The Medalus project: Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification (Kosmas C, Kirkby M, Geeson N eds), European Union 18882, ISBN 92-828-6349-2, pp. 31-47.
- Melià J, Gilabert MA, Younis MT, Garcia J, Sommer S, Mergier J, Mehl W, Hirscheider A, Ferrara A, Taberner M, De Natale F, Bellotti A, Mancino G (2000). Remote sensing vegetation assessment in Mediterranean semiarid landscapes. In: Mediterranean desertification. Research results and policy implications, Proceedings International Conference on Mediterranean Desertification, Crete, Greece, 29 October - 01 November, 1996, Vol 2, (Balabanis P, Peter D, Grazi A, Tsogas M, eds), ISBN 92-828-8128-8, European Union 19303, pp. 597-606.
- Thornes JB (1995). Mediterranean desertification and the vegetation cover. In: Desertification in a European context: Physical and socio-economic aspects, EUR 15415 (Fantechi R, Peter D, Balabanis P, Rubio JL, eds), Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, pp. 169-194.