

TELERILEVAMENTO E GIS

# Un sistema esperto a supporto della zonazione vitivinicola

**Questo sistema esperto è in grado di assistere il decisore nella definizione, in una prima fase, delle aree a maggiore o minore attitudine alla coltura della vite. In seguito, e parallelamente alla messa in campo di altre professionalità e altre tecniche, la stessa metodologia costituisce uno dei tasselli nella definizione delle aree vocazionali per i differenti obiettivi vitienologici prefissati**

**Fausto Campostrini, Alessandro Castagnoli, Paolo Dosso**

Nella realizzazione di alcuni progetti per la valorizzazione agricola e forestale di aree ex agricole, si è realizzato un prototipo operativo di un sistema automatico di elaborazione di dati territoriali in grado di rispondere sia alle esigenze di costruzione che di gestione di una zonazione vitivinicola.

L'attenzione si è concentrata non soltanto sulle esigenze da soddisfare per una zonazione in aree già fortemente investite dalla viticoltura, ma anche in situazioni in cui sia importante valutare nuove zone nelle quali andare alla ricerca delle condizioni per massimizzare l'interazione tra clima, suolo e vite nella prospettiva della qualità enologica.

Un sistema esperto basato su un motore GIS (Geographic Information Systems) consente l'efficace elaborazione spaziale di un numero rilevante di parametri morfologici, meteorologici, pedologici, di copertura e d'uso del suolo in base a domande complesse derivanti da un altrettanto elevato numero di parametri necessari per definire l'obiettivo enologico che ci si prefigge o che deve scaturire dalla zonazione.

Il telerilevamento non è in grado di esprimere giudizi diretti sulle vocazioni dei suoli, ma è lo strumento più rapido, efficiente ed economico per la classificazione delle coperture e degli usi del suolo. È inoltre in grado di definire con accuratezza le attitudini del territorio, classificando anche caratteristiche dei suoli, per via diretta e indiretta, a partire da temperatura e umidità superficiali.

Nelle zone vitivinicole sviluppate con logiche moderne, il supporto del telerilevamento alle attività di zonazione è infatti evidente, considerando ciò che propone la viticoltura di precisione.

Sono infatti i vigneti stessi a rivelare la maggiore o minore vocazionalità dei diversi siti di coltivazione.

Attraverso l'identificazione di vigneti test e la misurazione in campo al loro interno, su singole viti o cluster di viti, di parametri funzionali della pianta, è possibile individuare correlazioni con le immagini telerilevate ad alta risoluzione, esprimendo quindi una classificazione dei vigneti, in analogia con quanto si realizza per la vendemmia o per le previsioni di produzione.

In questo caso, il supporto del telerilevamento deve essere orientato a fornire dati georiferiti di paesaggi vocazionali, in modo da suggerire l'ottimale ubicazione dei successivi rilievi in campo.

Diverso è il caso in cui si affronti la zonazione vitivinicola per territori vasti, scarsamente esplorati dalla viticoltura o, viceversa, investiti da una vitivinicoltura che non ha sviluppato un'adeguata stratificazione agronomica e varietale che valorizzi le risorse del territorio e l'interazione del genotipo con l'ambiente di coltivazione.

In questo caso il telerilevamento può rappresentare il primo passo per la classificazione dell'attitudine del territorio, preliminarmente alla definizione delle vocazioni vitivinicole, cui far seguire le attività di zonazione vera e propria.

## Attitudine e vocazione

### Valutazione dell'attitudine: principi e concetti di base

I principi base della Land suitability classification (classificazione all'attitudine colturale di un territorio) furono codificati negli anni 70 e pubblicati in più bollettini editi dallo Ilri (International institute for land reclamation and improvement - Wageningen - Olanda).

Successivamente la Fao ha ulteriormente sviluppato la metodologia i cui risultati si rinvergono nei Soil bulletin n. 32 (Framework for land evaluation); n. 52 (Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture); n. 55 (Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture) e nel forestry paper n. 48 (Land evaluation for forestry).

La metodologia di valutazione adottata si basa sul concetto che devono sussistere un oggetto e un soggetto da valutare.

L'oggetto rappresenta la disponibilità, in termini di «offerta» di risorse fisiche, che possiede un dato territorio. Esso coincide con entità geografiche individuate attraverso un processo di selezione e di studio cartografico eseguito tramite inventario delle risorse fisiche. Trattasi quindi di unità cartografiche quanto più omogenee possibile nelle caratteristiche abiotiche, tali da richiedere lo stesso tipo di gestione agronomica e da possedere attitudini uniformi per specifiche utilizzazioni.

Il soggetto invece rappresenta il «fabbisogno», in termini di risorse fisiche, richiesto dai tipi di utilizzazione (viticoltura nel presente progetto) per i quali si vuole conoscere il livello di capacità di sostenerli da parte degli oggetti.

Le proprietà e le caratteristiche degli oggetti e i fabbisogni delle colture vengono espressi in termini di «caratteri» e «qualità delle terre».

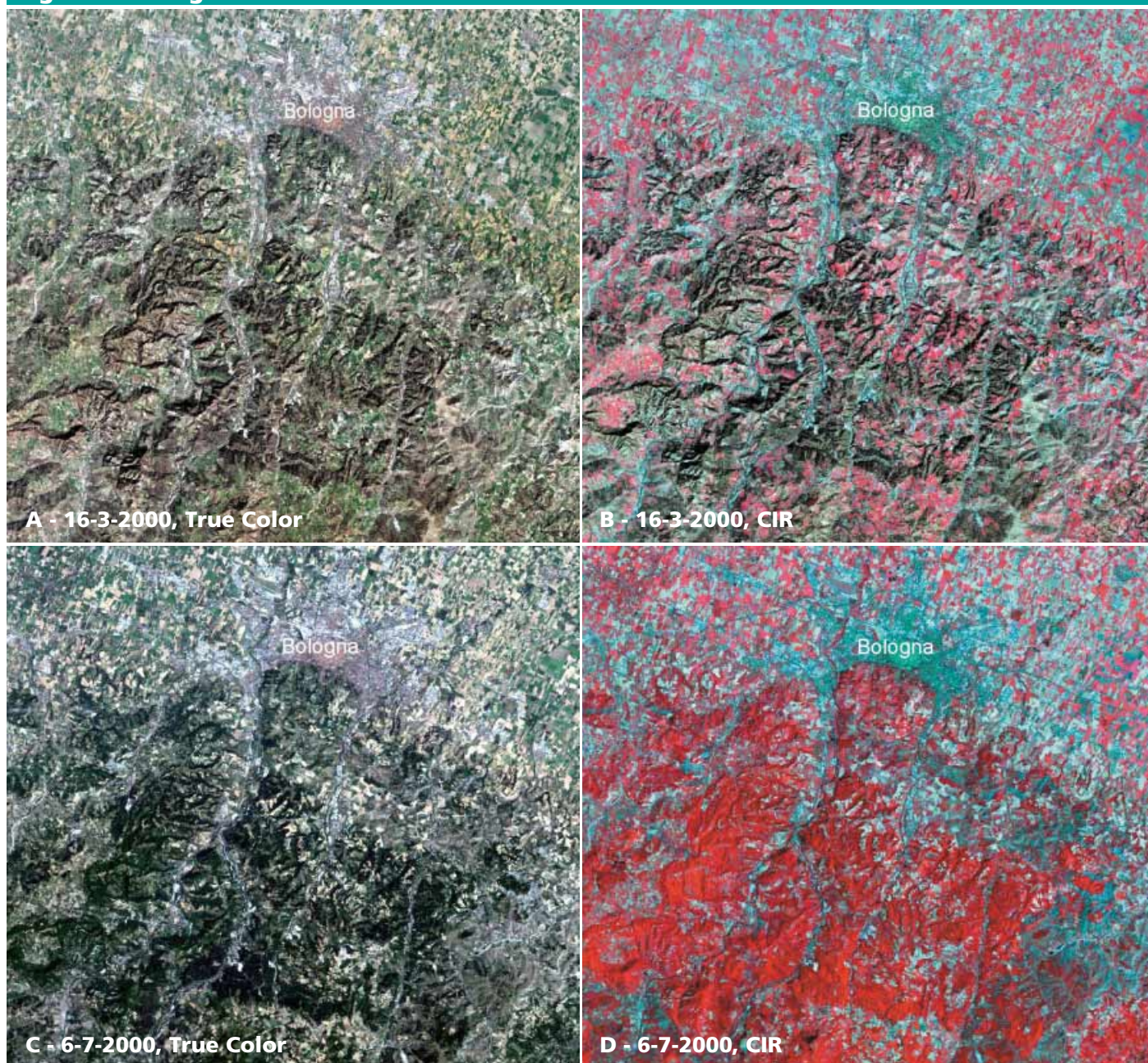
Con «carattere delle terre» ci si riferisce a un attributo che può essere valutato o stimato. I caratteri vengono acquisiti direttamente nel corso dell'inventario delle risorse e comprendono la tessitura dei suoli, il pH, le pendenze, la microtopografia, la profondità della falda, le temperature, le precipitazioni, ecc.

Per «qualità delle terre» si intende un attributo complesso che scaturisce dall'interazione di due o più caratteri e che influenza direttamente e in modo specifico l'attitudine. Il concetto di qualità scaturisce dalla necessità di formulare con chiarezza e semplicità, utilizzando quindi le me-

Per «qualità delle terre» si intende un attributo complesso che scaturisce dall'interazione di due o più caratteri e che influenza direttamente e in modo specifico l'attitudine. Il concetto di qualità scaturisce dalla necessità di formulare con chiarezza e semplicità, utilizzando quindi le me-



Figura 1 - Immagini ETM Landsat 7 in due date diverse in «True Color» e in CIR



desime «espressioni», da un lato la risorsa disponibile nell'unità terriera, dall'altro il fabbisogno di cui necessita un dato tipo di uso.

La valutazione dell'attitudine consiste in un processo di confronto tra le risorse offerte dal territorio e i fabbisogni richiesti dai tipi di utilizzazione che si vogliono praticare. Il confronto dei due permetterà di valutare e classificare il grado di «capacità di sostenere» specifici usi ovvero la misura in cui le risorse disponibili soddisfano i fabbisogni richiesti da un determinato uso.

Lo schema di classificazione Fao Land suitability classification è strutturato su più livelli, ognuno dei quali si

riferisce a un dettaglio di valutazione sempre maggiore e si articola secondo le seguenti categorie: Ordini, classi, sottoclassi e unità di attitudine.

Gli Ordini di attitudine permettono di stabilire se una terra è atta o meno per l'uso oggetto di valutazione. Esistono dunque due soli Ordini che vengono rappresentati con i simboli S e N.

Ordine S. Terra che, in rapporto a un dato, si ritiene possa garantire benefici senza determinare rischi irreversibili nelle risorse fisiche.

Ordine N. Terra che, in rapporto a un dato, possiede qualità tali da impedire un uso sostenibile.

Le classi di attitudine della terra che riflettono differenti gradi di attitudine

vengono identificate mediante un numero in sequenza discendente nell'ambito dell'Ordine. Sebbene non strettamente stabilite, il numero di classi adottate di solito è di 3 per l'Ordine S (es. S1, S2 e S3) e di 2 per l'Ordine N (N1 e N2).

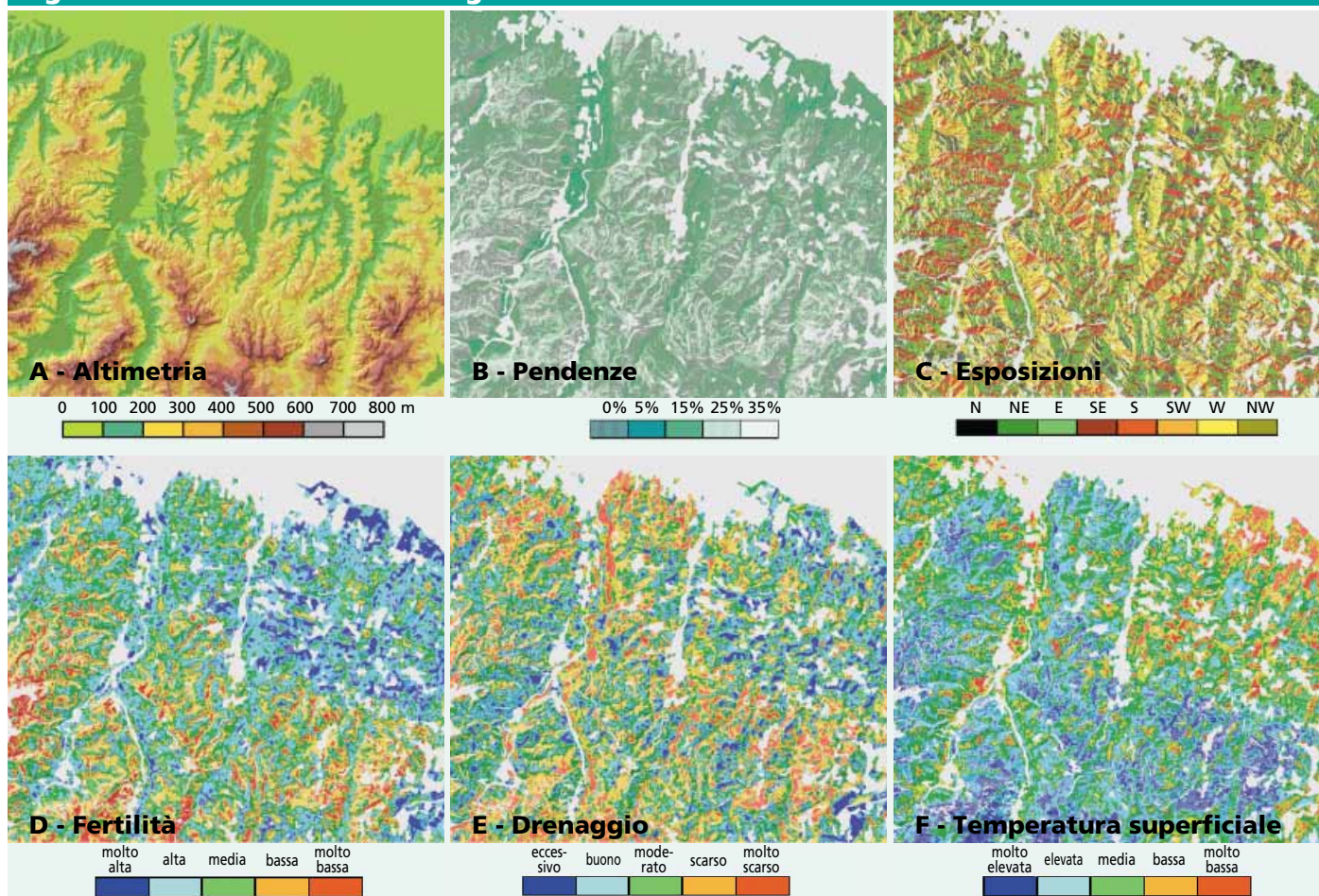
Ulteriori classificazioni (sottoclassi e unità) non vengono considerate in questo studio.

Le procedure per la determinazione delle classi di attitudine propedeutiche alla zonazione dell'area viticola si articolano nelle seguenti 3 fasi:

- selezione e descrizione dei caratteri e qualità delle terre funzionali al processo di valutazione dell'attitudine alla coltivazione della vite;



Figura 2 - Livelli informativi raster georiferiti utilizzati nella successiva fase di analisi



■ predisposizione delle esigenze colturali della vite;

■ valutazione dell'attitudine.

**Fase 1: selezione e descrizione dei caratteri e qualità delle terre.** I caratteri e le qualità delle terre scaturiscono dagli studi e dalle indagini che permettono di identificare i parametri funzionali dei suoli. Una volta che saranno selezionati, si procederà a esprimerli in ranghi corrispondenti a limiti di valori che identificano classi di variabilità (ad esempio nel caso della pendenza la classe A corrisponderà a inclinazioni tra 0-5%; la classe B tra 5-10%, ecc.). Le caratteristiche che rientrano in tale fase valutativa fanno riferimento a dati di tipo fisico-meccanici quali pendenze, profondità utile per le radici, tessitura, rischio di incrostamento, lavorabilità, percorribilità, capacità in acqua disponibile, permeabilità, ecc. Altre sono caratteristiche di tipo chimico, quali problemi nutrizionali, capacità di scambio cationico, fertilità chimica, ecc.

**Fase 2: predisposizione delle esigenze colturali della vite.** Determinare le esigenze colturali della vite significa considerare, in maniera organica, le conoscenze disponibili sull'inte-

razione tra caratteri funzionali dell'ambiente fisico e lo sviluppo vegeto-produttivo della coltura. Ad esempio non tutte le tessiture dei suoli possono ospitare adeguatamente la vite, non tutte le pendenze o le esposizioni si addicono alla coltura sostenibile, esistono delle capacità nutritive dei suoli non sufficienti o non adatte per la presenza di fattori antinutrizionali o fortemente squilibrati che non si prestano alla coltivazione della vite, ecc. Quindi, sulla base delle conoscenze acquisite si procederà alla predisposizione dei fabbisogni in risorse fisiche della vite (*crop and land use requirements*) ai fini della determinazione delle classi di attitudine.

**Fase 3: valutazione dell'attitudine.** Il processo di valutazione consistenterà nel confronto (*matching*) tra le esigenze colturali della vite (soggetto) e l'effettiva disponibilità di tali risorse nelle singole unità cartografiche (oggetto). La misura in cui le risorse disponibili soddisfano i «fabbisogni» richiesti dalla vite rappresenta il grado di attitudine della terra a sostenere detto uso. Il *matching* permette inoltre di individuare i caratteri e le qualità della terra che costituiscono fattori di

limitazione in rapporto a ogni uso e gli impatti eventualmente indotti sull'ambiente dalla pratica di questi ultimi.

### Valutazione della vocazione

Per definire la vocazionalità di un sito alla viticoltura è indispensabile individuare un preciso obiettivo enologico. Solo la definizione di un obiettivo enologico consente, infatti, agli studiosi della materia di individuare i caratteri che fanno di un sito un luogo vocato alla produzione viticola. I criteri di verifica della vocazionalità passano a questo punto necessariamente attraverso i principi di indagine codificati dalla zonazione viticola, un metodo di studio in grado di raccogliere le conoscenze in modo articolato e finalizzate a un obiettivo vitivinicolo ben preciso. La metodologia della zonazione è oggi non più argomento di discussione e solo questo metodo può organizzare in modo compiuto le conoscenze prodotte su un territorio non prescindendo dalle qualità attitudinali ma rivedendole alla luce delle specificità viticole che l'obiettivo enologico impone.

Se uno studio di attitudine può essere prodotto in tempi rapidi e a costi abbastanza contenuti, soprattutto qua-

lora si utilizzino tecniche di indagine del territorio come quelle proposte in questo contributo, uno studio di vocazione che deve necessariamente passare attraverso la zonazione viticola richiede tempi più lunghi, più anni di osservazioni spaziando dalle valutazioni di ordine agronomico a quelle di tipo viticolo, enologico, di analisi sensoriale e quant'altro completi il modello di analisi.

### Lo studio sperimentale: i colli bolognesi

Lo studio proposto è stato condotto sulla zona collinare a sud di Bologna, scelta per la presenza di una vitivinicoltura con obiettivi diversificati e spesso indifferenziati, per la sua complessità in tutti i parametri da analizzare, per la disponibilità di eccellenti dati topografici e tematici messi a disposizione dall'Ufficio cartografico della Regione Emilia-Romagna.

La metodologia si basa sull'analisi multitemporale e multispettrale di quattro immagini ETM Landsat 7 (fornite come contributo allo studio da Eurimage spa), a media risoluzione geometrica ma ad alta risoluzione spettrale, relative all'intero periodo annuale di vegetazione della vite (marzo-ottobre).

I dati ETM Landsat 7 sono particolarmente adatti all'analisi di vasti territori grazie al loro costo, relativamente modesto, al consistente catalogo di dati disponibili, all'esistenza di un'ampissima letteratura, scientifica e operativa, sulle innumerevoli applicazioni che sono state prodotte nei più svariati campi dell'osservazione della terra.

Nelle figure 1a, 1b, 1c, 1d sono rappresentate alcune composizioni in colore reale e falso colore di due delle quattro scene Landsat utilizzate nel progetto.

L'area oggetto di studio è stata classificata in base all'altimetria, alla pendenza, alla copertura del suolo, all'esposizione.

Sono state escluse a priori dall'analisi tutte le aree ritenute verosimilmente non suscettibili di cambiamento di destinazione d'uso del suolo per ospitare appezzamenti vitati quali: zone urbanizzate, zone industriali, ferrovie e strade, aeroporti, zone verdi urbane, corsi d'acqua, corpi d'acqua, zone umide, cave, affioramenti.

Un'ulteriore eliminazione di aree inidonee alla viticoltura è stata ottenuta escludendo a priori le aree con quota superiore ai 600 m s.l.m. e/o pendenza superiore al 35%.

Su questa base si è proceduto alla calibrazione delle temperature superficiali alle date di riferimento, spazia-

**Tabella 1 - Attitudini - Pesi dei parametri e tabelle di trasformazione per l'analisi GIS raster «fuzzy» relativa all'attitudine vitivinicola**

Altitudine (m)	valori:	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	> 600	
peso: 3	pesi:	2	2	2	1	0	0	n.c.	
Esposizione	valori:	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
peso: 3	pesi:	1	1	2	3	3	3	2	1
Pendenza (%)	valori:	<5	5-15	15-25	25-35	>35			
peso: 3	pesi:	3	3	2	1	0			
Fertilità	valori:	molto alta	alta	media	bassa	molto bassa			
peso: 2	pesi:	4	3	2	1	0			
Drenaggio	valori:	elevato	buono	moderato	scarso	molto scarso			
peso: 2	pesi:	2	3	2	1	0			
Temperatura	valori:	molto elevata	elevata	media	bassa	molto bassa			
peso: 1	pesi:	4	3	2	1	0			

**Tabella 2 - Vocazione A (\*) - Pesi dei parametri e tabelle di trasformazione per l'analisi GIS raster «fuzzy» relativa alla vocazione per l'obiettivo enologico A**

Altitudine (m)	valori:	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	> 600	
peso: 3	pesi:	1	2	3	2	1	0	n.c.	
Esposizione	valori:	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
peso: 3	pesi:	1	1	2	3	4	4	3	2
Pendenza (%)	valori:	<5	5-15	15-25	25-35	>35			
peso: 3	pesi:	1	3	2	1	0			
Fertilità	valori:	molto alta	alta	media	bassa	molto bassa			
peso: 2	pesi:	1	2	3	2	1			
Drenaggio	valori:	elevato	buono	moderato	scarso	molto scarso			
peso: 2	pesi:	4	3	2	1	0			
Temperatura	valori:	molto elevata	elevata	media	bassa	molto bassa			
peso: 1	pesi:	4	3	2	1	0			

(\*) Varietà molto sensibile all'esposizione, su zone collinari, predilige pendenze intermedie, fertilità medio-bassa, ottimo drenaggio, alte temperature.

**Tabella 3 - Vocazione B (\*) - Pesi dei parametri e tabelle di trasformazione per l'analisi GIS raster «fuzzy» relativa alla vocazione per l'obiettivo enologico B**

Altitudine (m)	valori:	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	> 600	
peso: 1	pesi:	3	2	2	1	0	0	n.c.	
Esposizione	valori:	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
peso: 3	pesi:	1	1	2	2	3	2	2	1
Pendenza (%)	valori:	<5	5-15	15-25	25-35	>35			
peso: 3	pesi:	4	3	2	1	0			
Fertilità	valori:	molto alta	alta	media	bassa	molto bassa			
peso: 2	pesi:	4	4	3	1	0			
Drenaggio	valori:	elevato	buono	moderato	scarso	molto scarso			
peso: 2	pesi:	0	1	2	2	0			
Temperatura	valori:	molto elevata	elevata	media	bassa	molto bassa			
peso: 1	pesi:	4	3	2	1	0			

(\*) Varietà meno sensibile all'esposizione, su zone collinari o pianeggianti, predilige pendenze medio-basse, fertilità medio-alta, drenaggio medio-basso, alte temperature.

lizzando quindi, tramite modelli geostatistici, i dati meteorologici delle stazioni disponibili, nonché alla classificazione, normalizzata rispetto alle corrispondenti classi di copertura, dell'indice di fertilità dei suoli e dell'indice di drenaggio superficiale.

Nelle figure 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f sono riportati i livelli informativi raster georiferiti utilizzati nella successiva fase di analisi.

Per quanto riguarda la scelta dei parametri da considerare e la successiva stima dei pesi loro associati, la metodologia generale di riferimento è stata quella della *land suitability/land capability* (Fao, 1976), finalizzata alla stima del grado di attitudine di una certa area a un determinato uso del

suolo, più o meno dettagliatamente individuato.

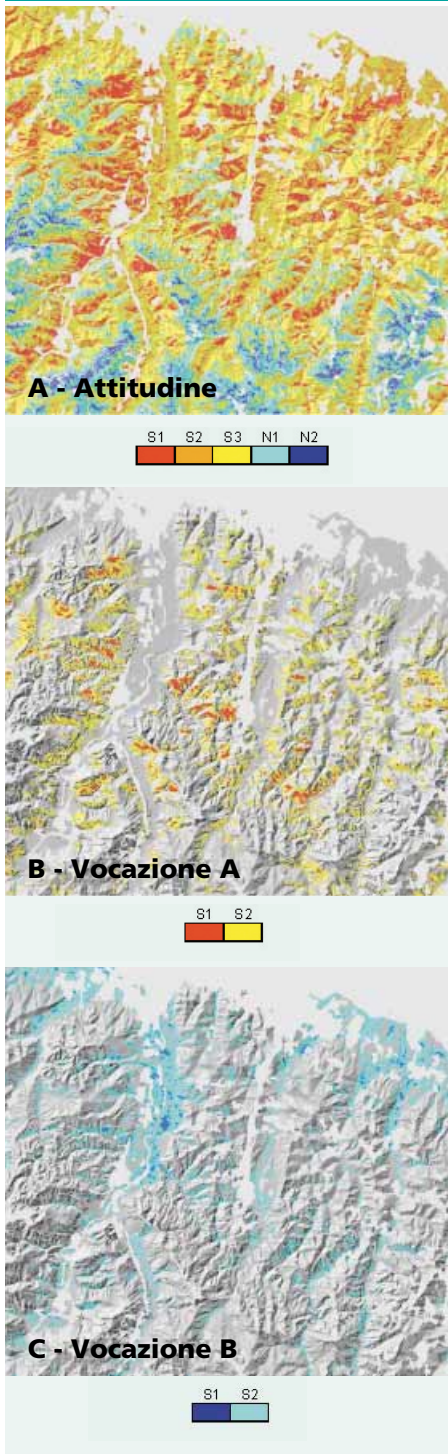
Seguendo un approccio metodologico tramite analisi multicriterio con logica sfumata (*fuzzy logic*) mediante tecniche GIS su base raster, si è quindi derivato un indice complessivo di attitudine alla vitivinicoltura con una classificazione in cinque classi, con i seguenti significati:

- classe S1 = area molto adatta;
- classe S2 = area moderatamente adatta;
- classe S3 = area poco adatta;
- classe N1 = area attualmente non adatta;
- classe N2 = area permanentemente non adatta.

Continua a pag. 119



**Figura 3 - Mappa attitudinale e mappe vocazionali per l'intera area di studio**

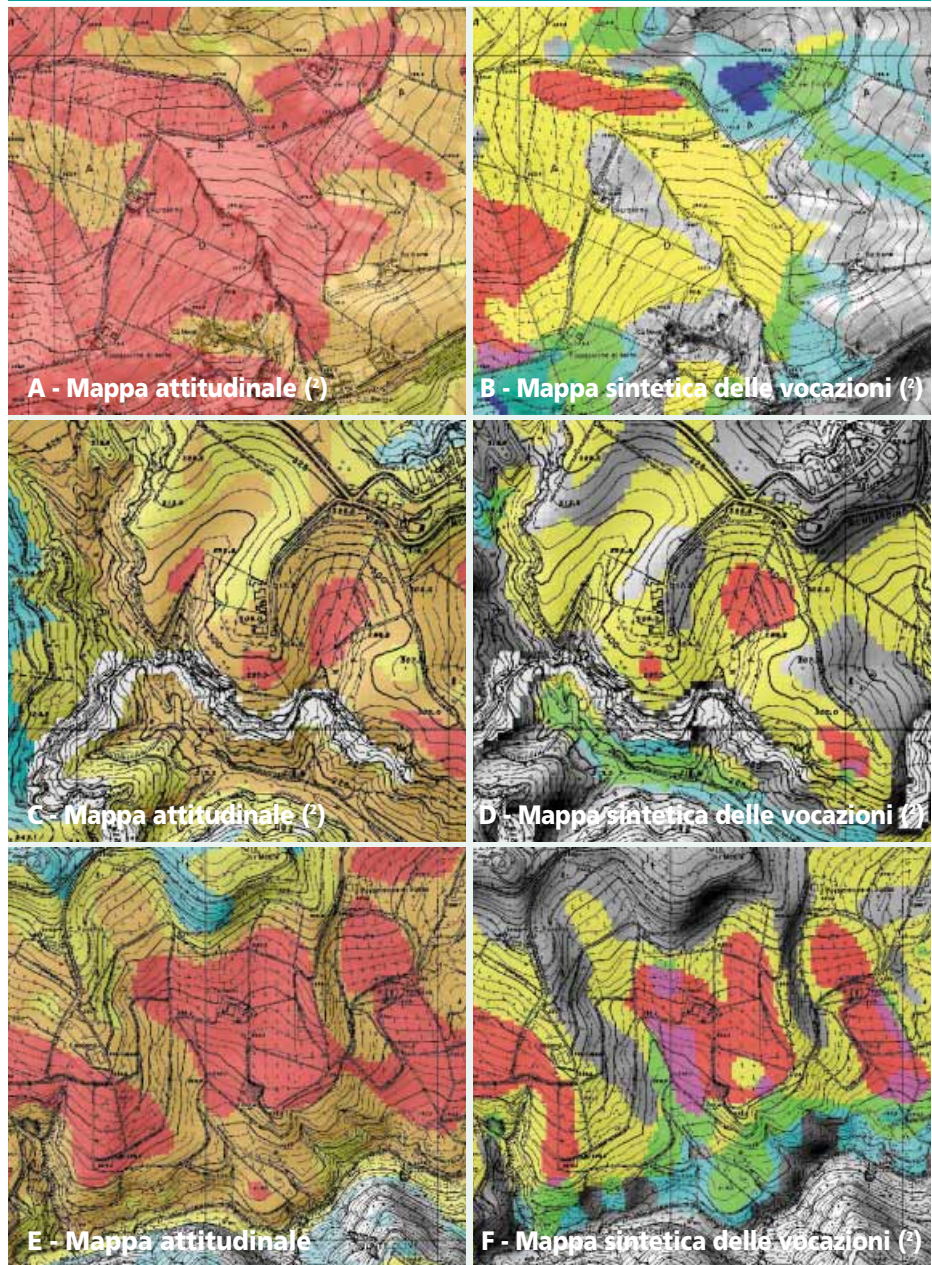


Segue da pag. 116

I risultati sono stati poi rielaborati, limitatamente alle zone con attitudine positiva (classi S1, S2, S3), simulando due diversi obiettivi enologici per i quali definire territori vocati: un primo obiettivo enologico (Vocazione\_A) corrispondente a una produzione di vini di qualità, e un secondo obiettivo enologico (Vocazione\_B) tendente al raggiungimento della massima resa per ettaro.

Trattandosi di una simulazione, e di «lavori in corso» per i quali sono necessari approfonditi contributi disciplinari

**Figura 4 - Alcuni esempi dei risultati raggiunti (1)**



(1) Messi a confronto in trasparenza con i dati della Carta tecnica regionale e con dati pancromatici ad alta risoluzione rilevati da satellite Ikonos nel marzo del 2000. (2) Dettaglio.

**Legenda risultante della composizione delle legende della vocazione A e B in figura 3**

Vocazione A		Vocazione B	=	Composizione
	+		=	
	+		=	
	+		=	
	+		=	
	+		=	
	+		=	
	+		=	
	+		=	
	+		=	

specialistici ancora in fase di elaborazione, i parametri utilizzati e i rispettivi pesi sono stati scelti arbitrariamente sulla base di una ragionevole approssimazione a un caso «medio». Tali dati sono riportati nelle tabelle 1, 2 e 3.

Nelle figure 3a, 3b e 3c sono rappresentate la mappa attitudinale e le due mappe vocazionali per l'intera area oggetto di studio.

Scendendo nel dettaglio, nelle figure 4a, 4b, 4c, 4d, 4e e 4f sono riportati



alcuni esempi significativi dei risultati raggiunti, messi a confronto in trasparenza con i dati della Carta tecnica regionale e con dati pancromatici ad alta risoluzione rilevati dal satellite Ikonos nel marzo del 2000.

## Una metodologia modulare e versatile

La metodologia ideata configura un vero e proprio sistema esperto in grado di assistere il decisore nella definizione, in una prima fase, delle aree a maggiore o minore attitudine alla coltura della vite. In seguito, e parallelamente alla messa in campo di altre professionalità e altre tecniche, la stessa metodologia costituisce uno dei tasselli nella definizione delle aree vocazionali in funzione dei differenti obiettivi vitienologici prefissati.

La premessa di base risiede nella considerazione di quanto complesso sia il sistema viticolo inteso come aggregato delle componenti vitigno-ambiente-uomo e delle rispettive interazioni.

La valutazione corretta di come i diversi parametri in gioco si combinino tra loro nel dare forma al risultato finale richiede competenze specifiche approfondite su molteplici aspetti e discipline, nonché un elevato grado di «scientificità» per quanto attiene alla stima dell'effetto combinato di ciascuno di essi.

In questo senso la metodologia proposta, in quanto «sistema esperto», si limita a trasferire in un modello matematico e in uno strumento operativo (il sistema geometrico) le competenze specifiche di più specialisti al fine di ottenere un metodo obiettivo di valutazione di ogni aspetto in gioco che sia in grado di produrre una risposta sintetica in forma di mappe tematiche (attitudinali o vocazionali).

Grazie a tale strumento, l'esperto o gli esperti si trovano a poter disporre di una procedura rigorosa ed efficiente per produrre in modo veloce e obiettivo risultati di sintesi, vedendo in tal modo potenziato e valorizzato il loro ruolo: la metodologia non si sostituisce agli esperti, ma al contrario ne esalta la capacità di analisi e di sintesi.

Come già detto, il metodo si basa su tecniche avanzate di analisi GIS raster: ciascun parametro considerato viene rappresentato sul territorio sotto forma di una griglia equispaziata di dati, che ricopre tutta la zona di interesse. Tali griglie sono perfettamente sovrapponibili e i rispettivi dati sono incrociabili grazie all'utilizzo di tecniche e strumenti GIS avanzati che, valutando il territorio sotto diversi punti di vista, sintetizzano, secondo una logica *fuzzy* (sfumata), le informazioni

a disposizione in un dato riassuntivo (una griglia con punteggi variabili da 0 a 100 rappresentabile in forma di mappa tematica) sulla base di specifiche considerazioni sul peso assunto dai diversi elementi in gioco.

Una caratteristica fondamentale del metodo è la sua relativa indipendenza dai dati in ingresso: indipendentemente da quanti e quali dati siano disponibili, il sistema fornisce comunque una risposta che pone le basi per successivi approfondimenti e ulteriori affinamenti della soluzione.

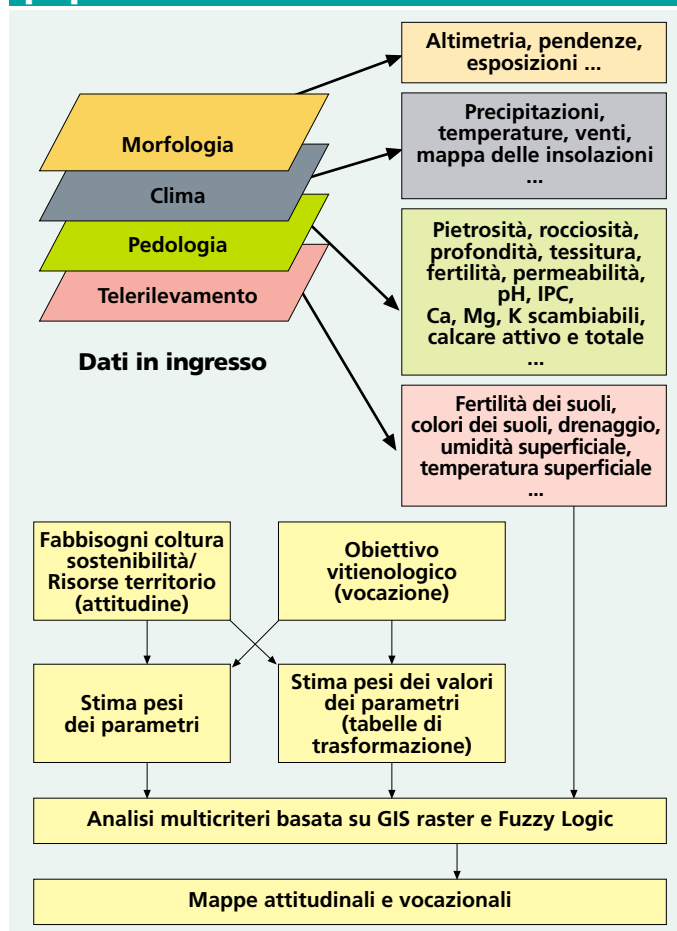
Un primo modello potrebbe ad esempio considerare aspetti quali l'altimetria, le pendenze e le esposizioni per fornire una prima mappa attitudinale basata unicamente su aspetti relativi alla morfologia del territorio.

Un secondo modello più dettagliato potrebbe prendere in considerazione, oltre alla morfologia, anche dati meteoroclimatici quali le precipitazioni, le temperature, i venti, mappe delle insolazioni, degli indici bioclimatici e così via, con il risultato di un maggiore affinamento della mappa attitudinale finale.

In presenza di dati relativi alla pedologia, il modello potrebbe essere ulteriormente affinato comprendendo uno o più aspetti derivati dalla carta pedologica (pietrosità, rocciosità, profondità, tessitura, permeabilità, fertilità, ecc.), rendendo così completa la descrizione del territorio in ogni sua componente di interesse per la viticoltura (morfologia + clima + pedologia).

In assenza di dati pedologici, parte di queste informazioni può essere dedotta in modo indiretto e relativamente a basso costo grazie all'elaborazione di dati da telerilevamento satellitare a media risoluzione, ottenendo stime assai significative e puntuali di dati quali la fertilità e il colore dei suoli, le capacità drenanti, l'umidità superficiale, le temperature e così via. Grazie a questi dati, il modello ottenuto può risultare una vantaggiosa «anteprima» della soluzione «completa» (basata sulla descrizione

Figura 5 - Schema a blocchi della metodologia proposta



ne dettagliata del territorio in termini di morfologia, clima e pedologia), fornendo sia informazioni complementari e aggiornate difficilmente derivabili in altro modo, sia una stratificazione del territorio ottimale per una sostanziale riduzione di costi e tempi delle attività «invasive» con un approccio geostatico rigoroso per quanto riguarda le necessità di campionamento.

Il sistema geomatico elabora tutte le informazioni in ingresso e, sulla base di un'analisi multicriteri basata sul confronto, cella per cella, dei dati a disposizione aggregati secondo gli opportuni pesi, crea una griglia di output dove a ogni cella del territorio è associato un punteggio «sfumato», da 0 a 100, indicante il grado di attitudine o di vocazione della frazione di territorio stesso. Tale griglia può poi essere rappresentata in forma di mappa tematica, come quelle sopra riportate, per una più immediata e intuitiva lettura del dato finale.

**Fausto Campostrini**

*Agronomo*

*E-mail: ufficiotecnico@franciacorta.net*

**Alessandro Castagnoli**

*MC2 Precision Farming - Parma*

**Paolo Dosso**

*Specialista Gis*