

CAPITOLO 2

L'ANALISI TERRITORIALE TRAMITE MODELLI LOGICI

Parte A. Teoria e metodi

Introduzione

In questo capitolo si introdurranno i primi elementi teorici ed applicativi per la costruzione di modelli cartografici. Per poter rappresentare matematicamente **questi** fenomeni, i modelli cartografici debbono necessariamente semplificare la realtà, concentrandosi sui suoi elementi essenziali; in quest'ottica tanto più un problema può essere definito e scomposto, tanto più è efficiente la sua rappresentazione matematica.

Le caratteristiche che deve avere un buon modello, secondo Corwin e Morain, sono le seguenti:

- parsimonia: un buon modello non deve essere più complesso dello stretto necessario;
- modestia: un buon modello dovrebbe limitarsi a spiegare un solo fenomeno alla volta;
- accuratezza: un buon modello non dovrebbe presentare risultati apparentemente più accurati rispetto ai dati di partenza;
- verificabilità: un buon modello dovrebbe essere verificabile;
- trasparenza: un buon modello deve essere documentato in modo da poter essere applicato anche da altri.

I modelli matematici più semplici sono i modelli logici, o anche *rule based model*, basati su operazioni di logica e di teoria degli insiemi applicate a basi dati territoriali.

George Box scriveva "Tutti i modelli sono sbagliati, ma qualcuno è utile".

Il concetto di mappa booleana

L'elemento di base di un modello logico è la mappa binaria o mappa booleana, definita come una base dati raster georeferenziata nella quale le celle possono assumere solo i valori 1 oppure 0 (zero). Una qualsiasi cella assume valore 1 (detto valore vero o TRUE) se la localizzazione territoriale corrispondente soddisfa **il** concetto che la mappa vuole rappresentare altrimenti questa ha valore 0 (falso o FALSE). Per esempio, nel caso di una mappa binaria dei vigneti, le celle avranno valore 1 (vero) se nella localizzazione corrispondente abbiamo un vigneto, 0 (falso) altrimenti. Le mappe binarie possono essere concettualmente ricondotte a tematismi puntuali, lineari o areali. Ricordiamo che nelle basi dati raster non è possibile in realtà operare una distinzione topologica fra elementi puntuali, lineari o areali, e che questi debbono quindi essere specificati nel metadata.

Le operazioni con mappe booleane

Caratteristiche delle mappe binarie sono i seguenti operatori (tabella x):

- operatori di classificazione e selezione
- operatori di posizione
- operatori logici di overlay

Con tali operatori è possibile costruire modelli logici anche complessi dal punto di vista decisionale.

Tipo di operazione		Input	Output	Parametri
Classificazione binaria		Mappa qualitativa o quantitativa ¹	Mappa binaria	Regole di classificazione
Operatori basati sulla posizione: BUFFER		Mappa binaria	Mappa binaria	Dimensione del buffer
Prodotto cartesiano		Mappa qualitativa	Mappa qualitativa	
Overlay	AND, MIN, Moltiplicazione, (intersezione)	Mappa binaria	Mappa binaria	
	OR, MAX, (unione)	Mappa binaria	Mappa binaria	
	NOT, complemento a 1	Mappa binaria	Mappa binaria	

Tabella 1. Operatori su mappe binarie

Classificazione binaria

Gli operatori di classificazione binaria hanno come dato di input una mappa qualitativa o quantitativa e restituiscono una mappa binaria basata sulla applicazione di una regola di implicazione SE la localizzazione soddisfa la definizione ALLORA vero ALTRIMENTI falso. Per esempio:

- Definizione vigneto: SE vigneto ALLORA vero ALTRIMENTI falso: se in una mappa al pixel è attribuito il codice del vigneto, la cella assume valore 1, altrimenti valore 0 (figura 4).
- Definizione collina: Regola: SE la quota è compresa fra 200 e 600 metri, ALLORA valore 1 ALTRIMENTI 0 (figura 5).

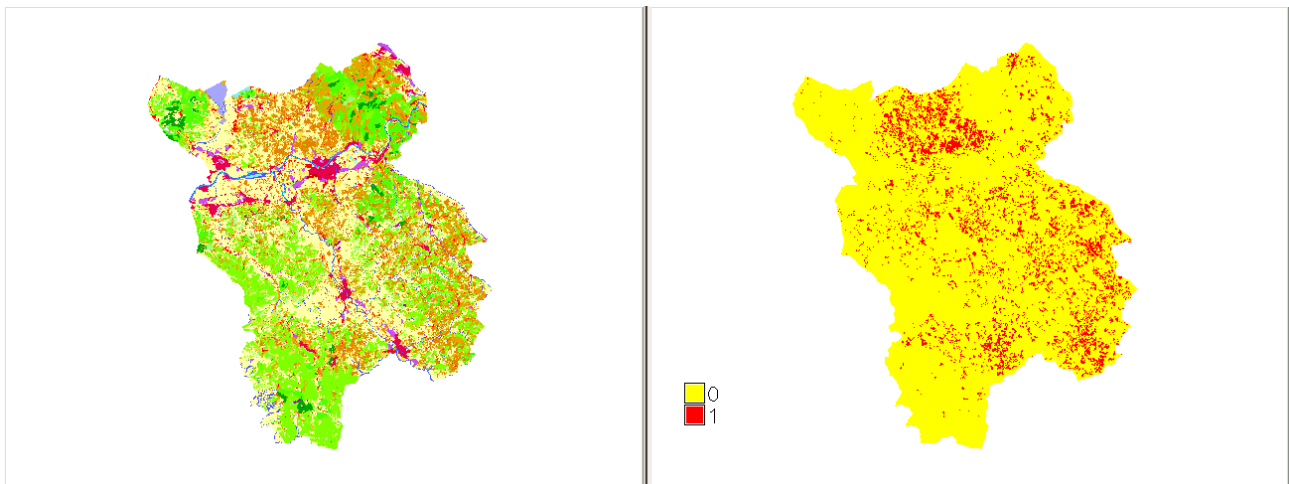


Figura 1: Classificazione binaria su mappa qualitativa

¹ Si definisce mappa qualitativa un dato raster qualitativo georeferenziato; analogamente mappa quantitativa è un dato raster quantitativo georeferenziato (vedi capitolo 1).

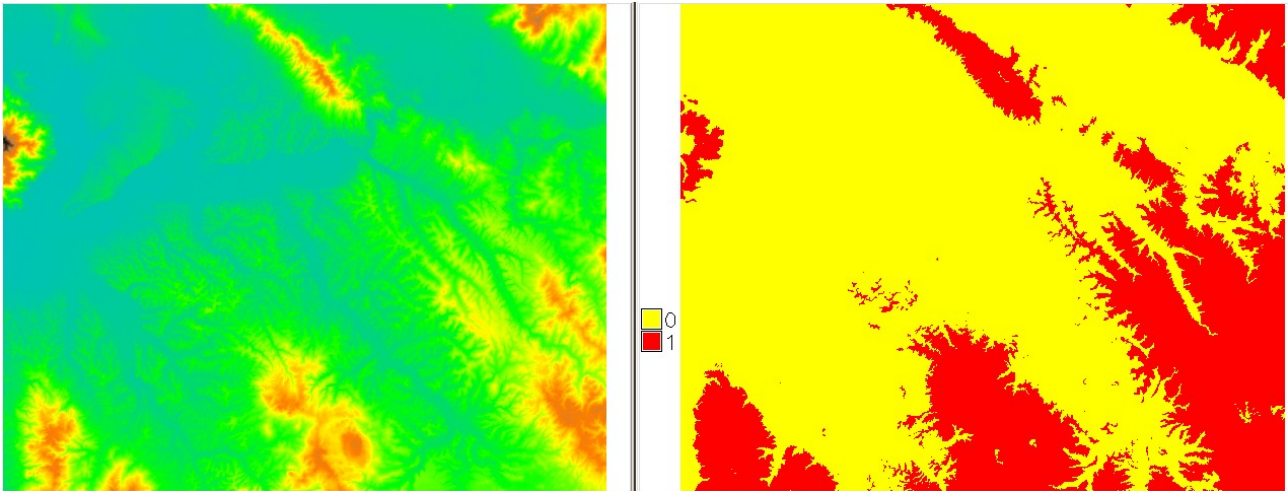


Figura 2: Classificazione binaria s mappa quantitativa

Buffer

Il buffer è un operatore binario basato sulla posizione del pixel. Ha come input una mappa binaria e come output un **nuovo** dato binario. L'operatore buffer è basato su un parametro che definisce la distanza discriminante per l'appartenenza al buffer: i pixel situati ad una distanza inferiore al parametro appartengono al buffer mentre quelli a distanza superiore non appartengono al buffer. I buffer possono essere riferiti a oggetti puntuali, lineari o poligonali (figura 6).

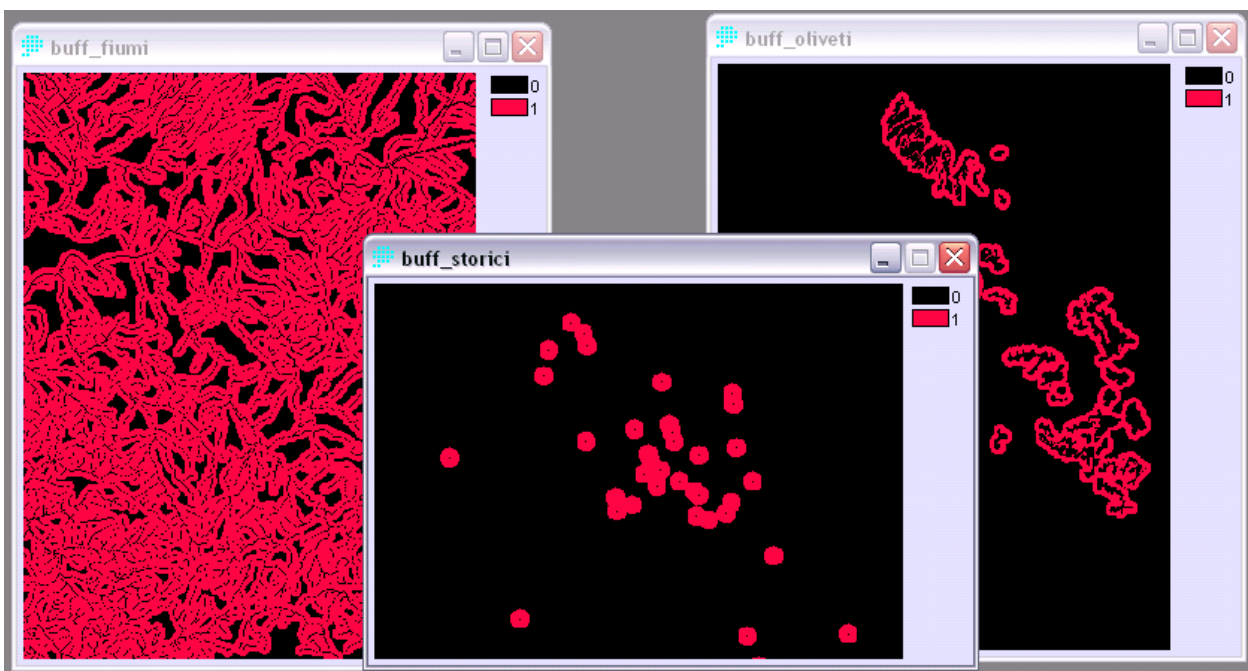


Figura 6. Buffer per oggetti puntuali, lineari o areali.

Operazioni booleane di overlay

La map algebra con mappe binarie è caratterizzata dall'impiego di operatori tipici della logica proposizionale (per maggiori dettagli si vedano i richiami di logica proposizionale riportati in appendice). In analogia con quanto spiegato nel precedente capitolo gli operatori binari agiscono su pixel omologhi nelle base dati raster che vengono aggregate. Gli operatori binari sono i seguenti:

- AND, abbreviato con \wedge : perché il risultato dell'aggregazione sia vero (1) richiede che siano veri (1) i valori in input.
 - o Esempio (figura 7): siano $p = \text{mappa oliveti}$; $q = \text{mappa aree protette}$ $r = \text{mappa oliveti sottoposti a vincolo}$, definiamo:

$$r = p \wedge q \text{ per ogni pixel omologo di } p, q \text{ e } r$$
 - o Operatori matematici equivalenti: MIN e * (moltiplicazione)
 - o Operatore insiemistica equivalente: intersezione
- OR, abbreviato con \vee : perché il risultato dell'aggregazione sia vero (1) è necessario che sia vero almeno un valore in input.
 - o Esempio (figura 8): siano $p = \text{mappa oliveti}$; $q = \text{mappa vigneti}$ $r = \text{mappa colture permanenti}$, definiamo:

$$r = p \vee q \text{ per ogni pixel omologo di } p, q \text{ e } r.$$
 - o Operatore matematico equivalente: MAX
 - o Operatore insiemistica equivalente: unione
- NOT, abbreviato con \neg : opera su una sola mappa, perché il risultato sia vero (1) è necessario che il valore in input sia falso (0).
 - o Esempio (figura 9): siano $p = \text{mappa delle aree di rispetto dei fiumi}$; $q = \text{mappa aree non vincolate}$, definiamo:

$$q = \neg p \text{ per ogni pixel omologo di } p, q$$
 - o Operatore matematico equivalente: complemento a 1 (1 - valore input)
 - o Equivalente insiemistico: insieme complementare

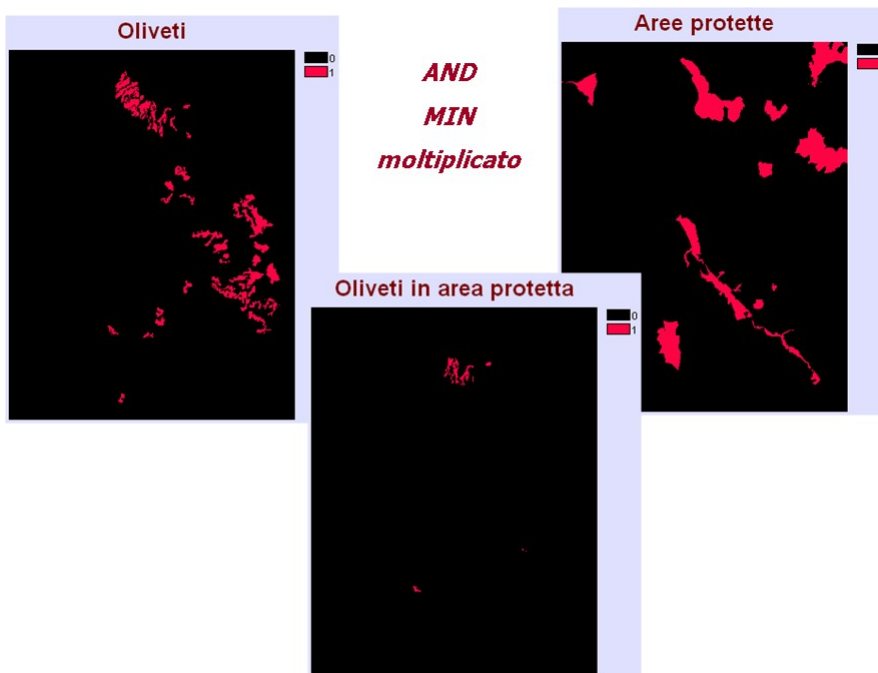


Figura 7. Operatore logico AND

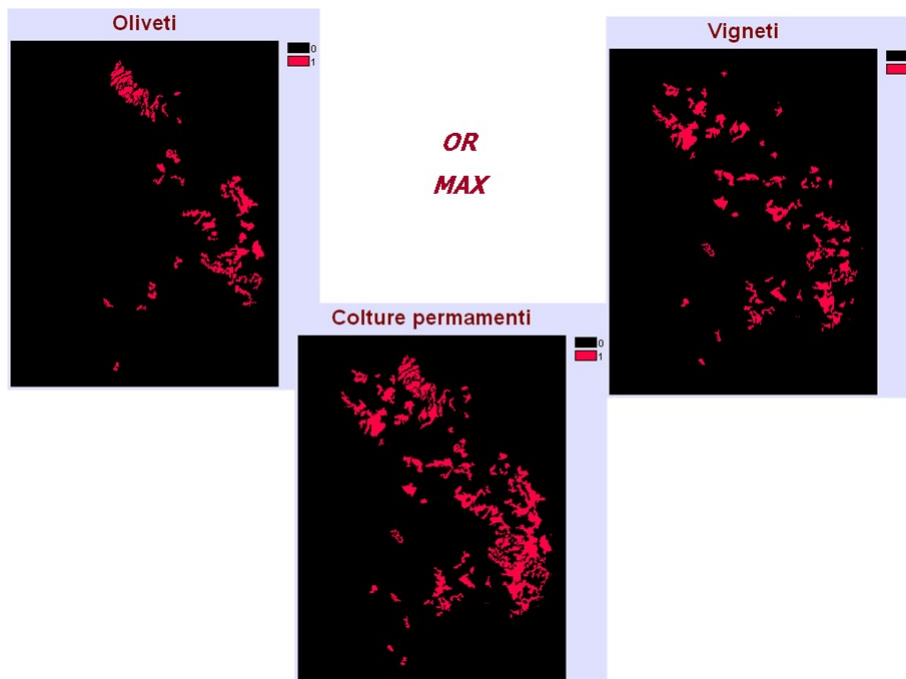


Figura 8. Operatore logico OR.

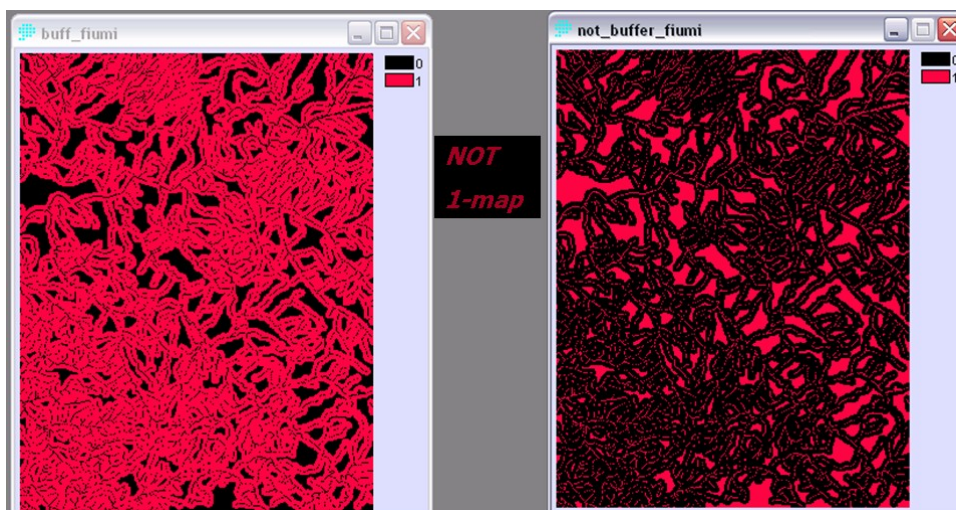


Figura 9. Operatore NOT.

Applicazione dell'analisi binaria ai modelli territoriali

Tramite modelli logici binari si possono affrontare due principali tipologie di analisi territoriale: analisi che conducono alla selezione di localizzazioni che rispondono a determinati criteri e analisi che conducono ad una zonizzazione completa del territorio sulla base di caratteristiche specificate. Affronteremo le due tipologie di modelli attraverso esempi applicativi.

Modello di selezione: individuare in un dato territorio le localizzazioni idonee per l'installazione di pannelli solari.

Riepilogando quanto illustrato nel precedente capitolo, le fasi di costruzione di un modello sono le seguenti:

- Scomposizione del problema nei suoi elementi
- Individuazione delle elaborazioni necessarie
- Individuazione delle basi di dati
- Elaborazione e validazione del modello

Dall'analisi del problema scaturisce che le localizzazioni idonee per l'installazione di pannelli solari debbono possedere tutte le seguenti caratteristiche.

- Debbono trovarsi in esposizioni da Sud a Ovest
- Debbono essere entro 1 km da aree industriali
- Il terreno deve avere una pendenza massima del 10%
- L'uso del suolo deve essere area agricola (non aree boscate, urbane o idriche)
- Non debbono essere visibili da luoghi di interesse storico, panoramico o culturale, quindi debbono essere ad una distanza minima di 2 chilometri da questi luoghi.

Organizzando il problema secondo un diagramma di flusso si ottiene lo schema riportato in figura 10.

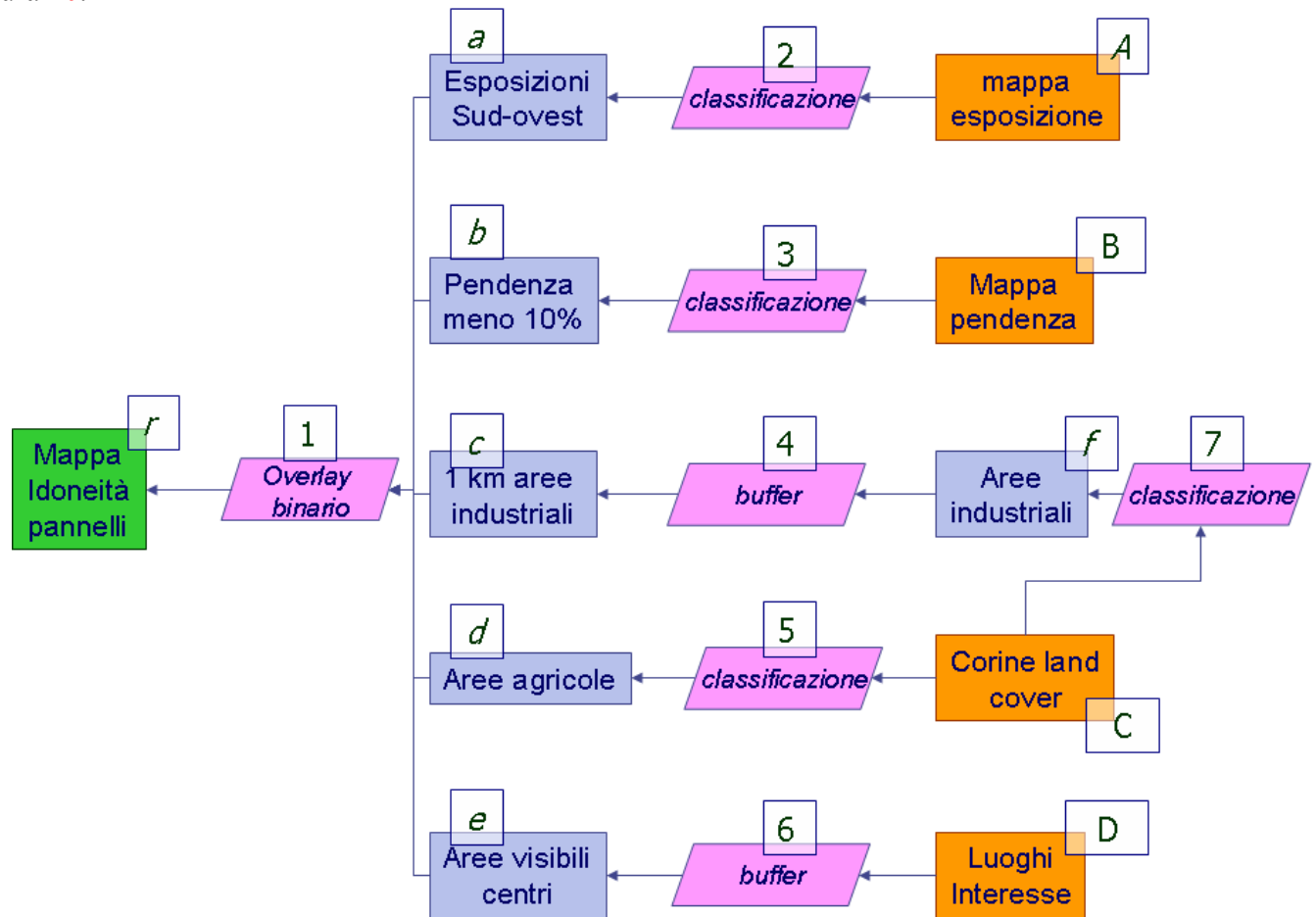


Figura 10. Diagramma di flusso del problema di selezione.

A livello di documentazione si ha il seguente schema.

Tabella basi dati			
simbolo	Nome file	Unità misura	Descrizione e legenda
<i>r</i>	idoneita	binario	Mappa di idoneità per l'installazione di pannelli solari
<i>a</i>	Esposizioni_sud_ovest	binario	Mappa delle esposizioni sud e sudovest
<i>B</i>	Pend_10	binario	Mappa delle pendenze inferiori al 10%
<i>c</i>	Buff_1km_ind	binario	Mappa delle zone entro 1 km da aree industriali
<i>d</i>	agricole	binario	Mappa delle aree agricole
<i>e</i>	Buff_2km_storici	binario	Mappa delle zone entro 2 km da centri storici
<i>f</i>	industriali	binario	Mappa delle aree industriali
<i>A</i>	esposiz	gradi	Mappa delle esposizioni
<i>B</i>	pend	percentuale	Mappa delle pendenze
<i>C</i>	corine	codice	uso del suolo legenda CORINE land cover a 3 livelli
<i>D</i>	Centri	binario	Mappa dei baricentri dei centri storici

Tabella operatori (metalinguaggio)		
Numero	operatore	Parametri ed eventuale grafico (2)
1	Overlay	$R = a \text{ and } b \text{ and } c \text{ and } d \text{ and not } e$
2	classificazione	L'esposizione da sud a sudovest, equivale ad un'esposizione compresa fra 135 e 225 gradi $a = SE A \geq 135 \text{ and } A \leq 225 \text{ ALLORA } 1 \text{ ALTRIMENTI } 0$
3	classificazione	$b = SE B \geq 10 \text{ ALLORA } 1 \text{ ALTRIMENTI } 0$
4	Buffer	$c = \text{buffer}_{3km}(f)$
5	classificazione	I codici CORINE land cover che corrispondono alle aree agricole sono quelli compresi fra 200 e 299 $d = SE C > 200 \text{ and } C < 299 \text{ ALLORA } 1 \text{ ALTRIMENTI } 0$
6	buffer	$e = \text{buffer}_{2km}(D)$
7	classificazione	Il codice CORINE land cover che corrisponde alle aree industriali è il 3 $g = SE C=3 \text{ ALLORA } 1 \text{ ALTRIMENTI } 0$

Modello di zonizzazione: lo spettro delle opportunità ricreative ROS.

Il metodo di zonizzazione del Recreation Opportunity **Spectrum** (spettro delle opportunità ricreative) suddivide il territorio allo scopo di definire le opportunità di sviluppo di attività basate sul turismo naturalistico e sull'agriturismo. La zonizzazione è guidata da due principali criteri: grado di antropizzazione dell'uso del suolo e disturbo generato da infrastrutture e da attività produttive. Le zone individuate sono le seguenti:

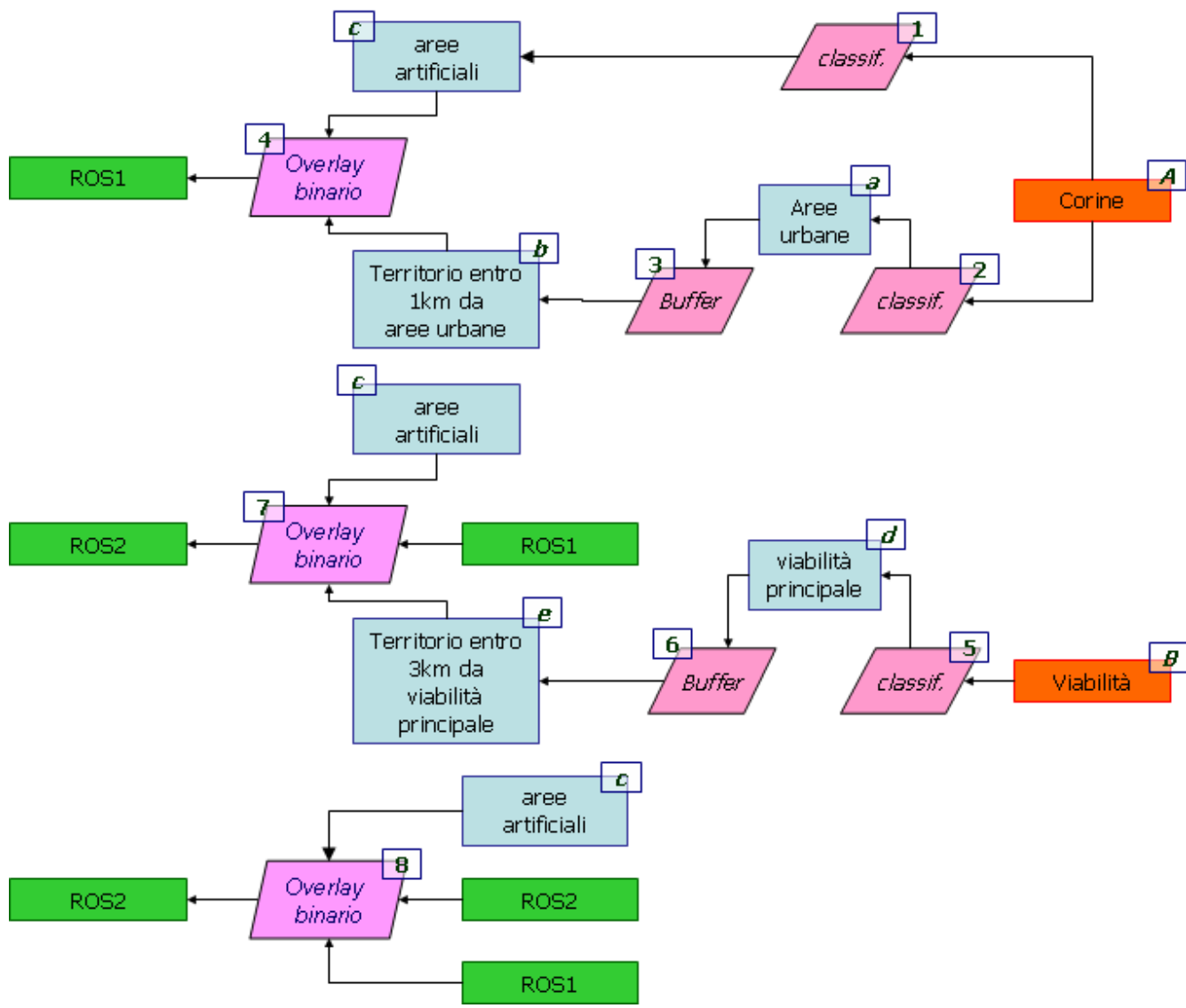
1. Aree urbane o di frangia
2. Aree rurali urbanizzate o a industrializzazione diffusa
3. Aree rurali naturali
4. Aree naturali e seminaturali infrastrutturate
5. Aree naturali non disturbate
6. Aree "Wilderness"

Le regole che individuano le diverse zone sono così definite.

- ROS1: Aree urbane e di frangia
 - o aree antropizzate
 - o territorio entro 1 km da centri abitati
- ROS2: Aree rurali urbanizzate o a industrializzazione diffusa
 - o aree antropizzate
 - o territorio entro 3 km dalla viabilità principale
 - o superfici che non rientrano nella classe ROS1
- ROS3: Aree rurali naturali

- aree antropizzate
- non rientrano nella classe ROS2
- non rientrano nella classe ROS3
- ROS4: Aree naturali e seminaturali infrastrutturate
 - aree naturali e seminaturali
 - entro 3 km da centri abitati e viabilità principale
 - entro 1 km da viabilità secondaria
- ROS5: Aree naturali non disturbate
 - aree naturali e seminaturali
 - entro 4 km da viabilità e centri abitati
 - non comprese in ROS4
- ROS6: Aree “Wilderness”
 - aree naturali e seminaturali
 - non comprese in ROS4
 - non comprese in ROS5.

Il modello deve essere sviluppato attraverso 6 diagrammi di flusso fra loro logicamente coerenti (vedi appendice matematica). E' conveniente, data la complessità delle operazioni coinvolte, numerare gli operatori da destra verso sinistra e dall'alto verso il basso, seguendo la sequenza naturale della soluzione del problema, in modo da poter ripercorrere la documentazione durante l'elaborazione del modello. I diagrammi di flusso sono riportati nelle figure seguenti (figura 74).



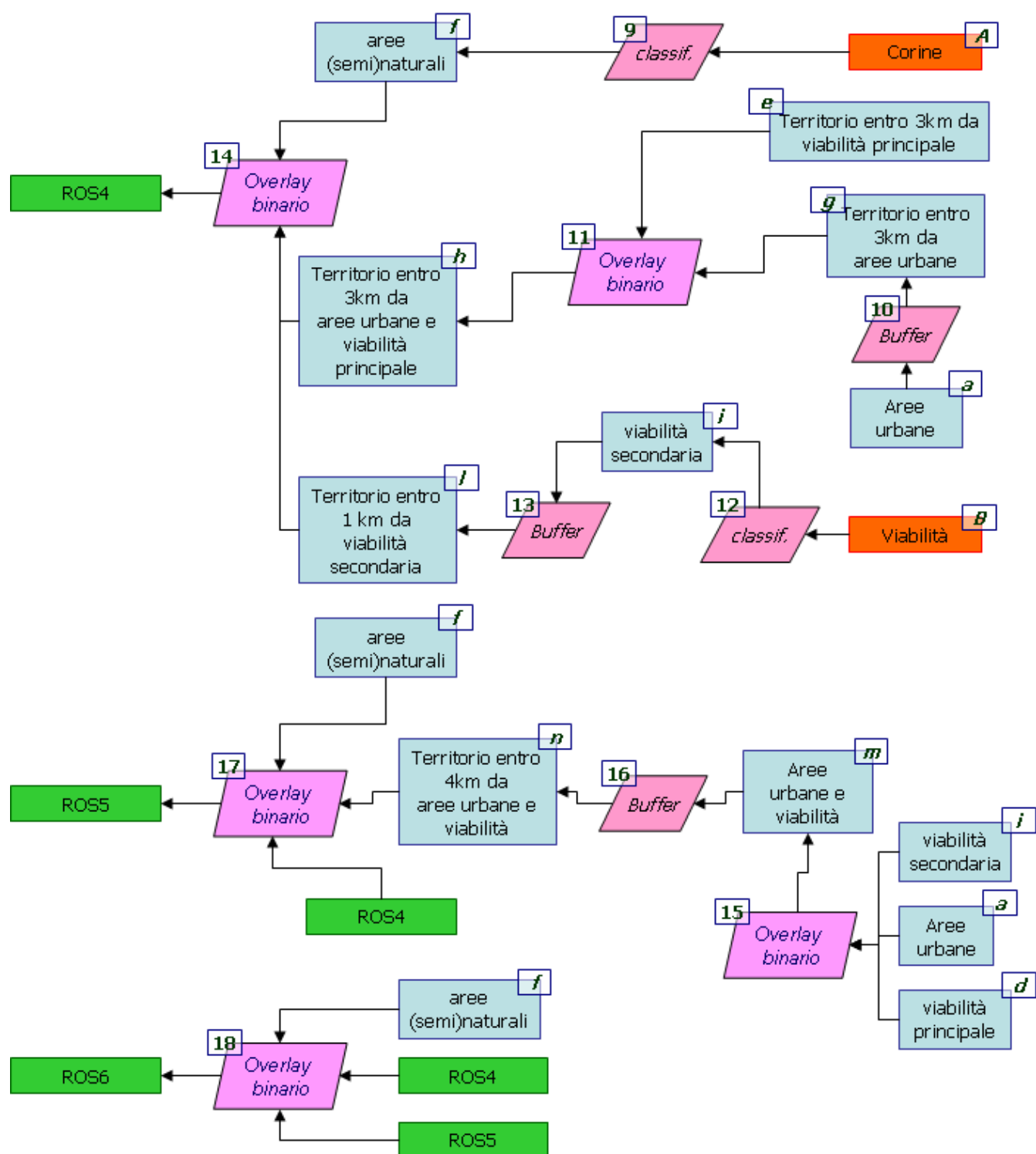


Figura 11. A livello di documentazione si ha il seguente schema.

Tabella basi dati			
<i>simbolo</i>	Nome file	Unità misura	Descrizione e legenda
<i>A</i>	Corine	codice	Corine land cover legenda riclassificata (vedi appendice)
<i>B</i>	Grafo viabilità	codice	Grafo viabilità: per la legenda vedi appendice
<i>a</i>	aree_urb	binario	aree urbane compatte
<i>b</i>	buff_1km_aree_urb	binario	buffer di 1 chilometro da aree urbane
<i>c</i>	aree_artif	binario	mappa delle aree ad elevata e media antropizzazione: aree urbanizzate e aree agricole
<i>d</i>	viabilita_princ	binario	viabilità principale
<i>e</i>	buffer_3km_viab_princ	binario	buffer 3 chilometri da viabilità principale
<i>f</i>	aree_seminaturali	binario	mappa delle aree a bassa antropizzazione
<i>g</i>	buff_3km_aree_urb	binario	buffer di 3 chilometri da aree urbane
<i>h</i>	buff_3km_urb_viab_princ	binario	buffer di 3 chilometri da aree urbane e da viabilità principale
<i>i</i>	viab_sec	binario	grafo delle strade secondarie
<i>l</i>	buff_1km_viab_second	binario	buffer di 1 km da strade secondarie
<i>m</i>	strade_urb	binario	mappa binaria delle aree urbane e viabilità totale
<i>n</i>	buff_4km_strade_urb	binario	buffer di 4 km da strade e urbano
<i>ROS1</i>	ROS1	binario	Aree urbane o di frangia
<i>ROS2</i>	ROS2	binario	Aree rurali urbanizzate o a industrializzazione diffusa
<i>ROS3</i>	ROS3	binario	Aree rurali naturali
<i>ROS4</i>	ROS4	binario	Aree naturali e seminaturali infrastrutturate
<i>ROS5</i>	ROS5	binario	Aree naturali non disturbate
<i>ROS6</i>	ROS6	binario	Aree "Wilderness"

Tabella operatori (metalinguaggio)		
Numero	operatore	Parametri ed eventuale grafico (2)
1	classificazione	I codici CORINE land cover che corrispondono alle aree <u>artificiali</u> nella ricodifica progressiva riportata in appendice sono quelli fino al 21 c = SE A<21 ALLORA 1 ALTRIMENTI 0
2	classificazione	I codici CORINE land cover che corrispondono alle aree <u>urbane</u> nella ricodifica progressiva riportata in appendice sono quelli fino al 199 a = SE A<199 ALLORA 1 ALTRIMENTI 0
3	buffer	b = buffer _{1km} (c)
4	overlay	ROS1 = b AND c
5	classificazione	Il codice della carta della viabilità che corrispondono alle strade principali sono quelli fino a 4 compreso d = SE B<5 ALLORA 1 ALTRIMENTI 0
6	buffer	e = buffer _{3km} (d)
7	overlay	ROS2= c AND d AND NOT(ROS1)
8	overlay	ROS3 = c AND NOT(ROS2) AND NOT(ROS1)
9	classificazione	I codici CORINE land cover che corrispondono alle aree <u>naturali e seminaturali</u> nella ricodifica progressiva riportata in appendice sono quelli a partire dal 301 f = SE A>301 ALLORA 1 ALTRIMENTI 0
10	buffer	g = buffer _{3km} (a)
11	overlay	h = g OR e
12	classificazione	Il codice della carta della viabilità che corrisponde alle strade secondarie è il 3 i = SE B=3 ALLORA 1 ALTRIMENTI 0
13	buffer	l = buffer _{1km} (i)
14	overlay	ROS4 = f AND h AND l
15	overlay	m = i OR a OR d
16	buffer	n = buffer _{4km} (m)
17	overlay	ROS5 = f AND n AND NOT(ROS4)
18	overlay	ROS6 = f AND NOT(ROS4) AND NOT(ROS5)

La classificazione incrociata e l'individuazione dei tipi di paesaggio.

La classificazione incrociata rappresenta uno degli operatori di elaborazione logica dei dati raster. Concettualmente corrisponde al prodotto cartesiano fra due mappe qualitative. Il risultato è una mappa che riporta tutte le possibili combinazioni fra i dati delle mappe in ingresso. Ad esempio sia A una mappa cartesiana dell'uso del suolo e B la mappa dei tipi climatici:

$$A = \{ \text{urbano, agricolo, naturale} \}$$

$$B = \{ \text{umido, temperato, arido} \}$$

Il prodotto cartesiano di A con B sarà:

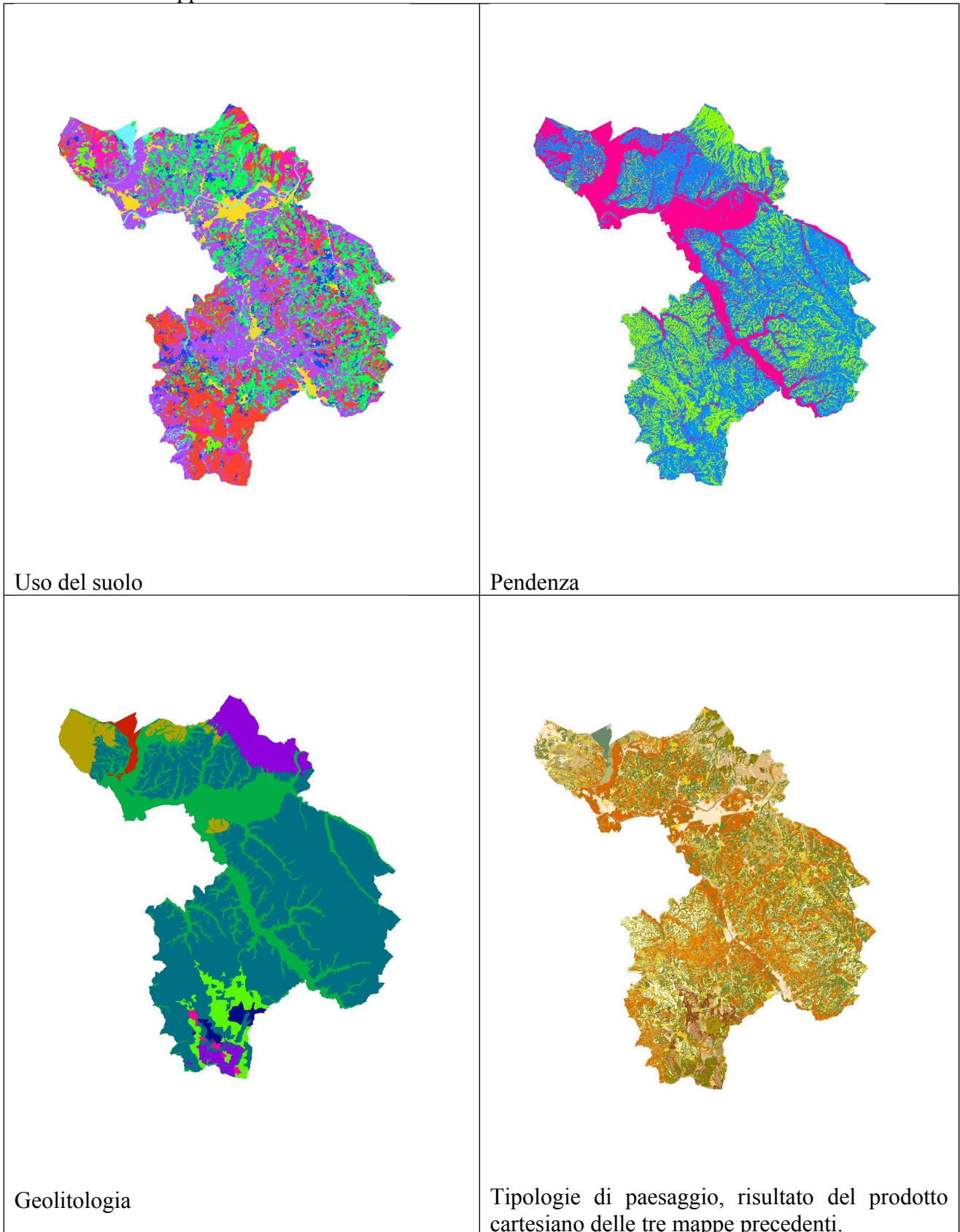
$$A \times B = \{ (\text{umido,urbano}), (\text{temperato,urbano}), (\text{arido,urbano}), (\text{umido,agricolo}), (\text{temperato,agricolo}), (\text{arido,agricolo}), (\text{umido,naturale}), (\text{temperato,naturale}), (\text{arido,naturale}) \}$$

Il prodotto cartesiano fra mappe trova una applicazione di rilevante interesse nella analisi del paesaggio. I tipi di Paesaggio corrispondono a porzioni del territorio fortemente omogenee dal punto di vista della conformazione geo-litologica, morfologica e delle forme prevalenti di paesaggio agrario.

I diversi tipi di paesaggio geografico sono definiti dagli elementi che vengono presi in considerazione. Quanto più vario è il numero di tali elementi, tanto maggiore sarà il numero di paesaggi diversi che si possono classificare, e quindi tanto più numerose (e più piccole) saranno le

regioni corrispondenti. La figura seguente riporta un esempio di tipologie di paesaggio ottenute tramite prodotto cartesiano fra mappe.

Di seguito un esempio per l'individuazione di tipologie di paesaggio ottenute tramite prodotto cartesiano fra mappe.



La classificazione incrociata e l'analisi dei cambiamenti nell'uso del suolo

Attraverso il prodotto cartesiano e la tabulazione delle mappe risultanti è possibile costruire un sistema di contabilità territoriale finalizzato all'analisi dei cambiamenti di uso del suolo. La contabilità territoriale rientra nel più ampio campo della cosiddetta contabilità ambientale definita come un sistema di conti che permette di rilevare, organizzare gestire e comunicare informazioni e dati ambientali.

La contabilità ambientale fisica si concretizza nella realizzazione di sistemi di informazioni basati su dati ambientali e fisici capaci di:

- Descrivere lo stato dell'ambiente
- Individuare le criticità ambientali
- Identificare gli elementi alla base delle criticità
- Quantificare gli impatti ambientali delle attività umane

Una recente pietra miliare in tale settore si è avuta con la pubblicazione da parte delle nazioni unite della revisione del manuale ufficiale del sistema integrato di contabilità economica e ambientale. Il metodo proposto è basato principalmente sulla costruzione di indicatori e statistiche descrittive finalizzate al monitoraggio delle relazioni fra sistema economico e sistema ambientale. Il sistema proposto è basato su quattro conti.

- Flussi fisici in termini di materia ed energia, organizzati in modo da permettere il monitoraggio della sostenibilità dei pattern di produzione e consumo da parte dei sistemi economici.
- Transazioni monetarie rilevanti per la gestione, la conservazione ed il miglioramento ambientale (spesa pubblica e privata, tasse ambientali, ecc.).
- **Stock e variazioni di stock delle risorse ambientali, soprattutto territoriali.**
- perdita e degrado del capitale naturale (perdita di biodiversità).

La contabilità territoriale proposta rientra quindi nel terzo conto del sistema, ed ha quindi lo scopo di monitorare in modo sistematico nel tempo i cambiamenti del mosaico di usi del suolo che costituiscono la risorsa paesaggistica. La metodologia per realizzare tale sistema è la cosiddetta matrice delle transizioni. Tal matrice si basa sul confronto dei cambiamenti avvenuti in un intervallo di tempo ritenuto significativo attraverso il confronto incrociato (cross tabulation) di due mappe di uso del suolo in due momenti temporali t_1 e t_2 . La mappa delle transizioni ha la seguente notazione (Pontius *et al.*, 2004):

<i>Time 1</i>		<i>Time 2</i>					<i>Losses</i>	
		<i>Land use 1</i>	<i>Land use 2</i>	...	...	<i>Land use n</i>		<i>Total time 1</i>
<i>Land use 1</i>		$S_{1,1}$	$S_{1,2}$			$S_{1,n}$	S_{1+}	$L_1 = S_{1+} - S_{1,1}$
<i>Land use 2</i>		$S_{2,1}$	$S_{2,2}$			$S_{2,n}$	S_{2+}	$L_2 = S_{2+} - S_{2,2}$
...								...
...								...
<i>Land use n</i>		$S_{n,1}$	$S_{n,2}$			$S_{n,n}$	S_{n+}	$L_n = S_{n+} - S_{n,n}$
<i>Total Time 2</i>		S_{+1}	S_{+2}			S_{+n}		
<i>Gain</i>		$G_1 = S_{+1} - S_{1,1}$	$G_2 = S_{+2} - S_{2,2}$	...	...	$G_3 = S_{+n} - S_{n,n}$		
<i>Net Change Gain - Losses</i>		$G_1 - L_1$	$G_2 - L_2$	...	...	$G_3 - L_3$		
<i>Total Change Gain + Losses</i>		$|G_1| + |L_1|$	$|G_2| + |L_2|$	...	...	$|G_3| + |L_3|$		

dove la $S_{i,j}$ indica la superficie che transita dalla categoria di uso del suolo i alla categoria j ; i valori sulla diagonale indicano le persistenze; il totale di riga S_{i+} indica la superficie in categoria i al tempo 1 mentre il totale di colonna S_{+i} la superficie al tempo 2; le perdite lorde (*gross losses*) per ciascuna categoria sono calcolate tramite la differenza fra i totali al tempo 1 e le persistenze, mentre i guadagni lordi (*gross gain*) sono dati dalla differenza fra i totali al tempo 2 e le persistenze. L'ultima riga della matrice riporta i cambiamenti netti e totali. L'utilità della matrice è quella di analizzare quali categorie di uso del suolo sono maggiormente responsabili delle modifiche del paesaggio e quindi identificare le transizioni significative su cui concentrare lo studio.

Parte B. Applicazioni informatiche

Q-GIS - GRASS

Le mappe e gli operatori binari in q-gis

I dati raster di ingresso per eseguire operazioni nell'ambiente di elaborazione GRASS/QGIS possono avere differenti formati. E' infatti possibile utilizzare oltre al formato "canonico" 1 valore "vero" e 0 (zero) valore "falso" anche valori maggiori di 1 per la condizione "vero" e il valore NULL per lo stato "falso".

Le operazioni binarie sono impostate attraverso il modulo `r.mapcalc`, che supporta gli operatori logici AND, con sintassi `&&` e OR con sintassi `||`. Ad esempio $C = A \wedge B$ e $C = A \vee B$ divengono:

```
r.mapcalc "mappaC = mappaA && mappaB"
r.mapcalc "mappaC = mappaA || mappaB"
```

Nelle operazioni logiche è necessario considerare la differenza fra 0 e NULL. Se nelle mappe il valore NULL corrisponde ad un'area in cui non sono presenti dati ed il valore 0 (zero) corrisponde alla condizione "falso" è possibile usare la sintassi riportata **precedentemente**. Se invece nella elaborazione sono presenti mappe con valore NULL corrispondente allo stato "falso" è necessario utilizzare gli operatori speciali `&&&` per AND e `|||` per OR:

```
r.mapcalc "mappaC = mappaA &&& mappaB"
r.mapcalc "mappaC = mappaA ||| mappaB"
```

In `r.mapcalc` non è possibile combinare il valore NOT con gli operatori booleani. E' quindi necessario impostare tale operazione in modo diverso a seconda che si utilizzi 0 (zero) o NULL per la condizione falso:

Per esempio l'operazione:

$$C = A \wedge (\neg B),$$

se falso è impostato come 0 (zero) è impostata come:

```
r.mapcalc "mappaC = mappaA && (1-mappaB)"
```

se invece falso è rappresentato da NULL si ha:

```
r.mapcalc
not_mappaB = if(isnull(mappaB),1,NULL())
mappaC = mappaA &&& not_mappaB
end
```


Classificazione

Il modo più efficiente per effettuare classificazioni binarie tramite shell GRASS è attraverso una operazione di `r.mapcalc` impiegando la procedura `if()`. La sintassi della procedura `if()` è la seguente:

```
r.mapcalc
outputmap=if(inputmap<=>a,b,c)
end
```

dove `inputmap<=>a` sta ad indicare una qualsiasi condizione logica relativa ai valori della mappa da elaborare, `a` il valore da assegnare alla `outputmap` nel caso che la condizione sia vera, `b` è il valore da assegnare nel caso che la condizione sia falsa. La figura 75 riporta alcuni esempi di creazione di mappe binarie {1,0} e {1,NULL}.

```
r.mapcalc `agricole = if (uso_cod1==2,1,0`
r.mapcalc `strade_princ = if(strade_tipo==1 &&
strade_tipo==2,1,null())`
r.mapcalc `strade_sec=if(strade==3,1,null())`
```

Classificazioni più articolate sono possibili attraverso il modulo `r.reclass` (vedi appendice).

Buffer

Il comando ha la sintassi riportata nel seguente esempio:

```
r.buffer input=strade_princ output=buffer_3km_strade_princ
dist=3000
```

Per maggiori dettagli si veda l'appendice ove sono riportati tutti i comandi con la relativa sintassi.

Caso di studio selezione pannelli

L'elaborazione delle aree idonee per l'installazione di pannelli solari può essere effettuata sulla base dei seguenti comandi.

```
# Calcolo esposizione
r.slope.aspect elevation=dem_circ aspect=esposizione
slope=pendenza -a --o
# Clacolo idoneità
r.mapcalc `esposizioni_sud_ovest=if(esposizione>=135 &&
esposizione<=225,1,null())`
r.mapcalc `pend_10=if(pendenza<=10,1,null())`
```


Caso di studio ROS

L'elaborazione delle classi ROS può essere effettuata attraverso la seguente sequenza di comandi:

```
# inizializzazione
g.region rast=uso_cod2
# Calcolo delle classi ROS nel territorio del Circondario Empolese
Valdelsa
# N.B. Date le caratteristiche del territorio i limiti
dimensionali dei buffer delle classi sono stati
# modificati rispetto all'esempio riportato nella parte teorica.
# ROS1
r.mapcalc 'aree_urb=if(uso_cod2<12,1,null())'
r.mapcalc 'aree_artif=if(uso_cod3<243,1,null())'
r.buffer --o aree_urb output=buffer_500m_aree_urb dist=500
r.mapcalc 'ROS1=aree_artif &&& buffer_500m_aree_urb'
#
# ROS2
r.mapcalc 'strade_princ=if(strade_tipo==1 ||
strade_tipo==2,1,null())'
r.buffer --o input=strade_princ output=buffer_1000m_strade_princ
dist=1000
r.mapcalc 'notROS1=if(isnull(ROS1),1,null())'
r.mapcalc 'ROS2=aree_artif &&& buffer_1000m_strade_princ &&&
notROS1'
#
# ROS3
r.mapcalc 'notROS2=if(isnull(ROS2),1,null())'
r.mapcalc 'ROS3=aree_artif &&& notROS1 &&& notROS2'
#
# ROS4
r.mapcalc 'aree_nat=if(uso_cod2>=30,1,null())'
r.buffer --o input=aree_urb output=buffer_2km_aree_urb dist=2000
r.mapcalc 'buffer_2km_urb_strade_princ=buffer_2km_aree_urb |||
buffer_1000m_strade_princ'
r.mapcalc 'strade_sec=if(strade_tipo==3,1,null())'
r.buffer --o input=strade_sec output=buffer_500m_strade_sec
dist=500
r.mapcalc 'ROS4=aree_nat &&& buffer_2km_urb_strade_princ &&&
buffer_500m_strade_sec'
#
# ROS5
r.mapcalc 'strade_urb=aree_urb ||| strade_princ ||| strade_sec'
r.buffer --o input=strade_urb output=buffer_2km_strade_urb
dist=2000
r.mapcalc 'notROS4=if(isnull(ROS4),1,null())'
```

```

r.mapcalc 'ROS5=aree_nat &&& buffer_2km_strade_urb &&& notROS4'
#
# ROS6
r.mapcalc 'notROS5=if(isnull(ROS5),1,null())'
r.mapcalc 'ROS6=aree_nat &&& notROS4 &&& notROS5'
#
# Per creare una mappa codificata e ritagliata sull'uso del suolo
che contenga tutte le zone del ROS è possibile utilizzare la
sessione di mapcalc riportata di seguito.
#
r.mask -o input=uso_cod1 maskcats='1 thru 5'
r.mapcalc 'vros1=if(isnull(ROS1),0,1)'
r.mapcalc 'vros2=if(isnull(ROS2),0,2)'
r.mapcalc 'vros3=if(isnull(ROS3),0,3)'
r.mapcalc 'vros4=if(isnull(ROS4),0,4)'
r.mapcalc 'vros5=if(isnull(ROS5),0,5)'
r.mapcalc 'vros6=if(isnull(ROS6),0,6)'
r.mapcalc 'ROS_TOT=vros1+vros2+vros3+vros4+vros5+vros6'

```

. Il risultato della elaborazione è illustrato nella mappa di figura 12.

Caso di studio sistemi di paesaggio

Creazione fisiotopi. E' possibile classificare la morfologia utilizzando il modulo `r.param.scale`. Il modulo estrae i parametri morfologici da un modello digitale del terreno.

Impiegando l'opzione `param="feature"` è possibile classificare la morfologia secondo i seguenti tipi:

- 1 Planar
- 2 Pit
- 3 Channel
- 4 Pass (saddle)
- 5 Ridge
- 6 Peak

Il modulo è applicato con le opzioni indicate di seguito (vedi l'appendice per maggiori specificazioni).

```

#inizializzazione
g.region rast=uso_cod2 res=20

# classificazione morfologia
r.param.scale --o --v input=dem_circ param=feature size=31
output=morfologia

```

La morfologia ottenuta ha un numero di classi troppo esteso. Conviene quindi riclassificarla come segue:

```
r.mapcalc 'morfologia_ric=if(morfologia==1,1,if(morfologia==2 || morfologia==3,2,3))'  
# 1=versanti; 2=impluvi; 3= crinali
```

Gli ecotopi possono essere ottenuti dall'uso del suolo.
r.mapcalc

```
'ecot=if(uso_cod2<20,1,if(uso_cod2==21,2,if(uso_cod2==22,3,if(uso_cod2==24,4,if(uso_c
```

```
od2>24 &&& uso_cod2<40,5,6))))'
```

```
# 1=aree artificiali; 2=colture annuali; 3=colture permanenti;  
4=agricoltura estensiva; 5=aree naturali; 6=aree idriche
```

Il prodotto cartesiano fra fisiotopi (morfologia riclassificata) ed ecotopi da luogo alle unità di paesaggio e viene

realizzato tramite il modulo r.cross.

```
r.mask -o input=uso_cod2 maskcats='11 thru 51'
```

```
r.cross --o input=morfologia_ric,ecot output=unita_paesaggio
```

```
r.mask -r input=uso_cod2
```

La prima riga di comando serve a creare una maschera che limita l'area della elaborazione, mentre la seconda riga genera il prodotto cartesiano fra le due basidati raster. Il risultato della elaborazione è riportato in figura 13.

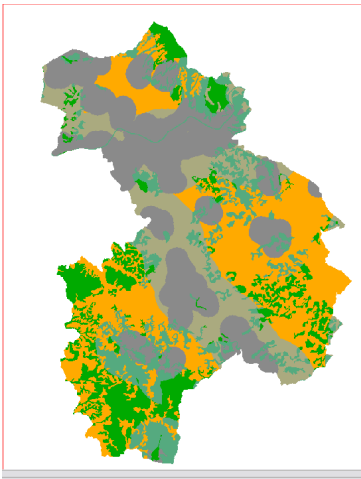


Figura 12. Risultato modello ROS

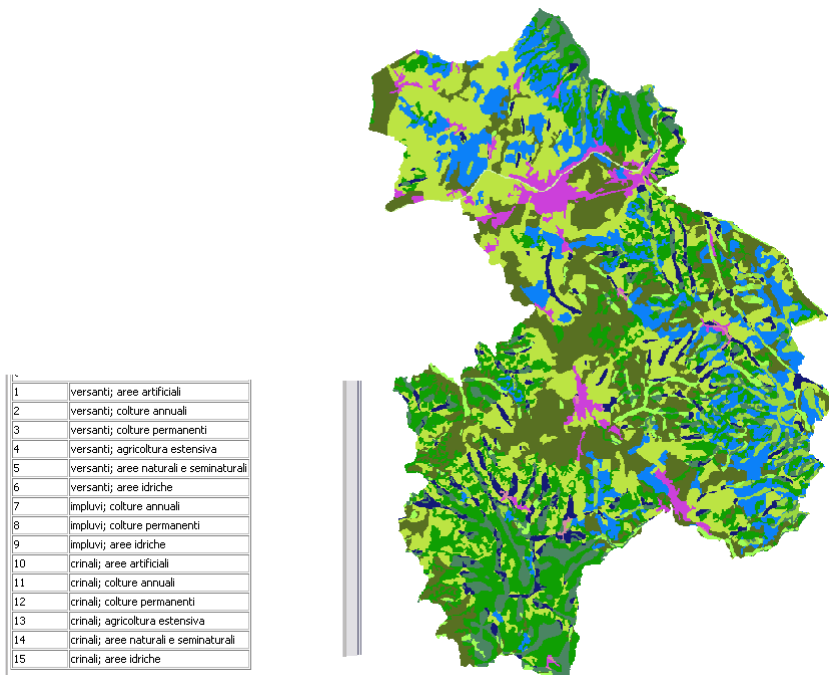


Figura 13. Risultato unità di paesaggio.

Per esportare il risultato della elaborazione in modo che sia utilizzabile anche in altri programmi è, per esempio, disponibile il formato arc-info grid. Il modulo è il seguente:

```
r.out.arc input=unita_paesaggio dp=0 output=f:\paesaggio.txt.
```

La base dati è importabile in ArcGis attraverso il toolbox “Asci to raster”.

Parte C: Richiami ed applicazioni di matematica e di logica

La Logica Proporzionale

Linguaggi Proporzionali

Con il termine enunciato intendiamo una qualsiasi proposizione per la quale sia sensato chiedersi se sia vera o falsa. Ad esempio, sono enunciati proposizioni come “Paolo corre”, “Laura ha i capelli rossi”, “Piove e c’è vento”, “Se c’è il sole, allora vado al mare”. Non sono enunciati invece proposizioni come “C’è il sole, vero?”, “Paolo, torna a casa presto!”, il cui contenuto non consiste in una mera affermazione.

Informalmente, diciamo poi che un enunciato è un enunciato semplice o enunciato atomico se non contiene nessun altro enunciato come sua parte propria. Diciamo invece che un enunciato è un enunciato composto se contiene altri enunciati, cioè se è possibile scomporlo in enunciati più semplici. Ad esempio, sono enunciati atomici le proposizioni “Paolo corre” e “Laura ha i capelli rossi”; sono invece enunciati composti gli enunciati “Piove e c’è vento”, “Se c’è il sole vado al mare” e “Carla ha gli occhi neri o Carla ha i capelli neri” (per vedere che “Piove e c’è vento” è composto è sufficiente osservare che “Piove e c’è vento” contiene come sue parti proprie i due enunciati “Piove” e “C’è vento”).

Le parole “e”, “o”, “se...allora”, “non”, “ma” si dicono connettivi. I connettivi permettono quindi di ottenere enunciati da altri enunciati, cioè permettono di ottenere enunciati composti mediante enunciati più semplici. Consideriamo l’enunciato composto “Piove e c’è vento”. Se associamo all’enunciato atomico “piove” la lettera p , all’enunciato atomico “c’è vento” la lettera q e indichiamo con il carattere \wedge il connettivo “e”, possiamo associare all’enunciato “Piove e c’è vento” una espressione formale del tipo $p \wedge q$. L’espressione $p \wedge q$ è un esempio di formula, in generale le formule saranno particolari espressioni ottenute da un dato insieme di simboli, chiamati lettere proporzionali, mediante un’opportuna applicazione dei connettivi. Le formule costituiscono la rappresentazione (certamente semplificata ed impoverita) in un linguaggio artificiale del contenuto concettuale degli enunciati del linguaggio naturale. Definiamo ora in maniera precisa il concetto di formula.

Un linguaggio proporzionale L è semplicemente un insieme, i cui elementi si dicono lettere proporzionali e vengono indicati con i caratteri p, q, r, \dots eventualmente muniti di indici o apici. Su L non facciamo restrizioni di sorta, anche se spesso nei testi si assume che L sia numerabile.

Utilizzando gli elementi di L , le parentesi $(,)$ e i caratteri relativi ai connettivi proporzionali \wedge (e), \vee (o), \rightarrow (se...allora), \neg (non), siamo in grado di scrivere tutte le possibili stringhe di simboli come ad esempio

$$(*) \quad p \wedge \neg q, \quad \neg \neg p \wedge q, \quad \neg(p \vee q), \dots$$

Non tutte queste stringhe di simboli si considerano accettabili da un punto di vista grammaticale, ossia non tutte verranno considerate L -formule. Sono L -formule o, più brevemente, formule solo quelle stringhe di simboli che sono ottenute applicando un numero finito di volte le seguenti regole di formazione:

- (i) ogni $p \in L$ è una formula (detta formula atomica);

(ii) se A_1 e A_2 sono formule, tali sono $(A_1 \wedge A_2)$, $(A_1 \vee A_2)$, $(A_1 \rightarrow A_2)$, $(\neg A_1)$.

In termini del tutto equivalenti, si può dire così: una stringa di simboli è una L -formula qualora compaia all'ultimo posto di una L -costruzione, dove una L -costruzione è una lista di stringhe di simboli ciascun elemento della quale o è una stringa fatta di un solo carattere (per di più appartenente a L) o è ottenuto da elementi della lista che lo precedono secondo quanto prescritto in (ii). Ad esempio, la L -costruzione

$p, q, (p \vee q), (\neg(p \vee q))$

testimonia che $(\neg(p \vee q))$ è una formula. Invece la prima e la seconda stringa menzionate in (*) non sono formule perchè non esiste una L -costruzione che termini in esse (provate a costruirne una e vedrete che è impossibile!).

Le formule vengono indicate con le lettere A, B, \dots (dette metavariable) a loro volta munite di indici o apici. L'insieme di tutte le formule viene indicato con FL. Stipuliamo le seguenti convenzioni di notazione.

L'introduzione di molte parentesi nella definizione di formula serve per avere unicità di lettura, ossia per poter ricostruire in modo univoco il procedimento di costruzione delle formule stesse; per non appesantire la trattazione non ci addentriamo in ulteriori dettagli, ci basta segnalare che solo l'unicità di lettura dà modo di procedere in modo non ambiguo in molte circostanze. In particolare, l'unicità di lettura consente, data una formula non atomica, di stabilire univocamente qual è il suo connettivo principale, ossia qual è l'ultimo connettivo introdotto nella costruzione della formula stessa. Ad esempio, il connettivo principale di $((p \wedge q) \rightarrow (q \vee p))$ è \rightarrow .

L'uso delle parentesi non verrà però rispettato alla lettera come sarebbe previsto nella definizione di formula, ad esempio le parentesi esterne saranno di regola omesse. Per alleggerire la scrittura, stipuliamo anche che \neg lega più strettamente di \wedge, \vee , che a loro volta legano più strettamente di \rightarrow . Così ad esempio $\neg p \rightarrow q \vee r$ sta per $((\neg p) \rightarrow (q \vee r))$. Invece $p \wedge q \rightarrow r$ è ambiguo e dovremo sempre mettere le parentesi per leggerlo come $(p \wedge q) \rightarrow r$ o come $p \wedge (q \rightarrow r)$.

Abbreviazioni come $p \wedge q \wedge r$ saranno usate, ponendo convenzionalmente che $p_1 \wedge \dots \wedge p_n$ stia per $(p_1 \wedge (p_2 \wedge (\dots (p_n \wedge p_n) \dots)))$. La stessa convenzione vale per \rightarrow , ma nessuna convenzione di tal tipo vale per \rightarrow , per cui scritture come $p \rightarrow q \rightarrow r$ non vengono ammesse.

$A \leftrightarrow B$ sta per $(A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$: il connettivo \leftrightarrow si chiama 'bi-implicazione' o 'equivalenza materiale'. Si potrebbero in realtà eliminare altri connettivi dalla lista dei connettivi primitivi e introdurli come abbreviazioni, la scelta che abbiamo fatto non è minimale in questo senso.

Funzioni di Verità

Una formula denota un'asserzione che, in una data situazione specifica, risulta essere vera o falsa (ma non contemporaneamente vera e falsa). In effetti, una volta noto il valore di verità dei suoi costituenti, si può determinare meccanicamente in modo agevole il valore di verità di tutta una formula: questo perchè i nostri connettivi saranno analizzati in un'ottica vero-funzionale, ossia come funzioni che hanno sia in ingresso che in uscita dei valori di verità. Definire il significato di un connettivo significherà quindi semplicemente specificare sotto quali condizioni è vero o falso un enunciato che contiene il connettivo in esame come connettivo principale.

La semantica che proponiamo è bivalente, cioè i valori di verità sono due, il vero e il falso, li indichiamo con T, F ('True', 'False') o con 1, 0. Analizziamo ora il significato dei nostri connettivi.

L'enunciato "Piove e c'è vento" è vero se e solo se sono veri entrambi gli enunciati componenti "Piove" e "c'è vento". Ricordiamo che il connettivo "e" si chiama congiunzione e si indica con il simbolo \wedge . Dunque se indichiamo con p l'enunciato "Piove" e con q l'enunciato "c'è vento", possiamo formalizzare l'enunciato "Piove e c'è vento" mediante la formula $p \wedge q$. Per quanto detto la formula $p \wedge q$ è vera se e solo se sia p che q sono vere. In generale, se A e B indicano enunciati qualsiasi, la formula $A \wedge B$ è vera se e solo se sia A che B sono vere. Possiamo riassumere quanto detto mediante la seguente tabella, detta tavola di verità per il connettivo \wedge :

A	B	$A \wedge B$
T	T	T
F	T	F
T	F	F
F	F	F

L'enunciato "Carla ha gli occhi neri o Carla ha i capelli neri" invece è vero quando almeno uno degli enunciati "Carla ha gli occhi neri" e "Carla ha i capelli neri" è vero. Ricordiamo che il connettivo "o" si chiama disgiunzione e si indica con il simbolo \vee . Nel linguaggio naturale esistono almeno due usi diversi della disgiunzione, quello inclusivo (corrispondente al latino 'vel') e quello esclusivo (corrispondente al latino 'aut'). I due usi differiscono per la valutazione del caso in cui entrambi i disgiunti siano veri: nell'uso inclusivo la disgiunzione corrispondente viene considerata vera, nell'uso esclusivo viene considerata falsa. Scegliamo l'uso inclusivo della disgiunzione che prevale nella letteratura (tale scelta non pregiudica comunque l'espressività del linguaggio in quanto la disgiunzione esclusiva risulta ottenibile dalla combinazione $(A \vee B) \wedge \neg(A \wedge B)$).

In generale, se A e B indicano formule qualsiasi, la formula $A \vee B$ è vera se e solo se o A o B è vera. Possiamo riassumere quanto detto mediante la tavola di verità per \vee :

A	B	$A \vee B$
T	T	T
F	T	T
T	F	T
F	F	F

- L'enunciato "Non piove" è vero quando è falso l'enunciato "piove". Ricordiamo che il connettivo "non" si chiama negazione e si indica con il simbolo \neg . In generale, se A indica una formula qualsiasi, la formula $\neg A$ è vera se e solo se A è falsa. La tavola di verità per \neg è quindi:

A	$\neg A$
T	F
F	T

Questo uso della negazione viene dalla tradizione aristotelica e caratterizza la logica classica (che forma l'oggetto delle presenti note). Segnaliamo che nel corso della storia ed in particolare nel XX secolo sono state proposte differenti ed interessanti analisi della negazione, sia da un punto di vista sintattico che semantico.

Una interpretazione insiemistica dei modelli logici di zonizzazione

Definizione 01: Insieme raster.

Un dato raster può essere descritto (dal punto di vista insiemistico) come un insieme così definito:

$$A = \{x \mid x \text{ è la cella di una immagine raster definita da } r, c, T\}$$
$$A = \{x \mid r, c, T, t\}$$

con x cella di una immagine raster univocamente definita dai parametri r e c coordinata geografica del centro della cella (oppure identificativo di riga e colonna); T tema dell'immagine raster; t tempo al quale viene riferita la rilevazione di T .

Definizione 02: Zonizzazione

Partizione di un insieme raster A in sottoinsiemi $A_1, A_2 \dots A_n$ con le seguenti proprietà

$$\bigcup_{i=1}^n A_i = A$$
$$(A_i \cap A_j) = \emptyset$$

Definizione 03. Complementare. Sia $A \subset \Omega$ si indica con A^c il sottoinsieme A/Ω

Dalle proprietà suindicate consegue che:

$$A^c \cap B^c = (A \cup B)^c$$

Definizione 04. Sia $A \subset \Omega$ si indica con A_δ il sottoinsieme di tutti i punti Ω che distano da A per meno di δ .

Evidentemente $A \subset A_\delta$; se A fosse un punto A_δ sarebbe il cerchio di raggio δ se A fosse un cerchio di raggio 2 , A_δ sarebbe il cerchi di raggio $(2 + \delta)$. Se A è una figura complicata A_δ non è semplice da definire, ma è univocamente definito.

Esempio

La base dati corine, data una regione Ω rappresentata con il modello spaziale raster, la decompone i una serie di sottoinsiemi con il criterio dell'uso dl suolo.

Per prima cosa identifichiamo i seguenti sottoinsiemi di zonizzazione di Ω (figura 22).

AN Aree naturali
 AA Aree antropizzate

VGC Viabilità di grande comunicazione

VS Viabilità secondaria

Con le seguenti proprietà (definizione di zonizzazione):

$$(AN \cup AA \cup VGC \cup VS) = \Omega$$

$$(AN \cap AA) = \emptyset$$

$$(AN \cap VGC) = \emptyset$$

$$(AN \cap VS) = \emptyset$$

$$(AA \cap VGC) = \emptyset$$

$$(AA \cap VS) = \emptyset$$

$$(VGC \cap VS) = \emptyset$$

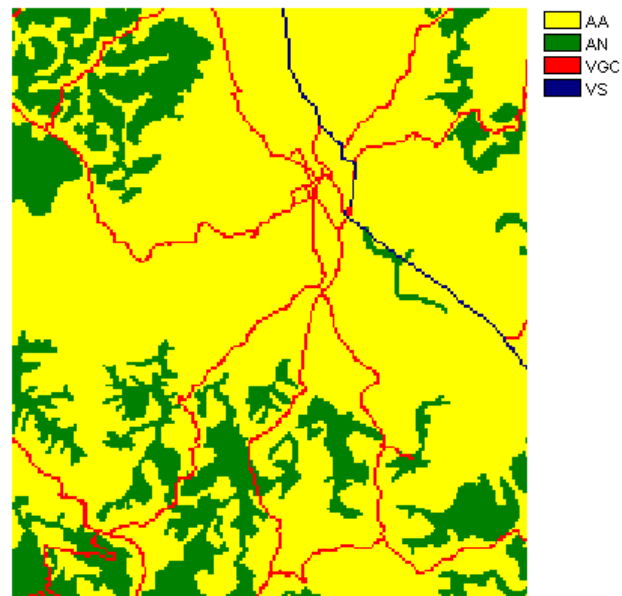


Figura 22: insieme raster omega

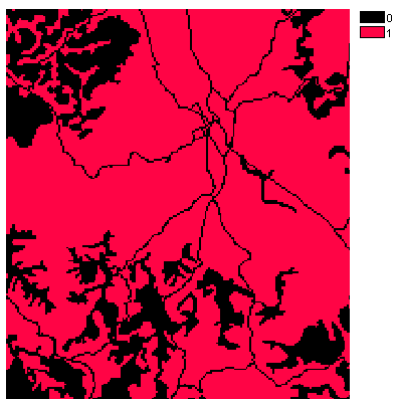


Figura 22a. Insieme raster AA

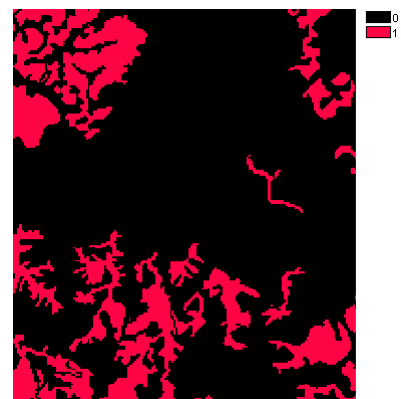


Figura 22b. Insieme raster AN

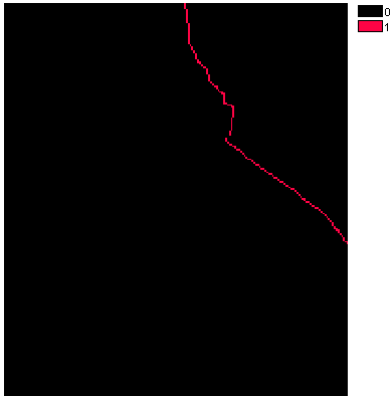


Figura 22c. Insieme raster VGC

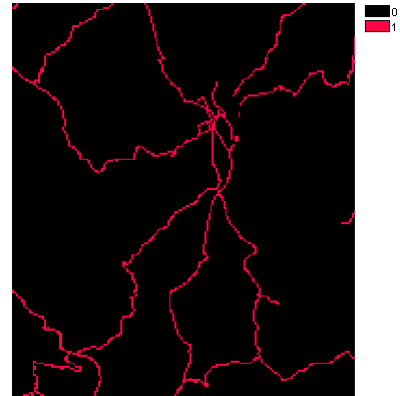


Figura 22d. Insieme raster VS

Definiamo inoltre:
 CA centri abitati (figura 2) con $CA \subset AA$

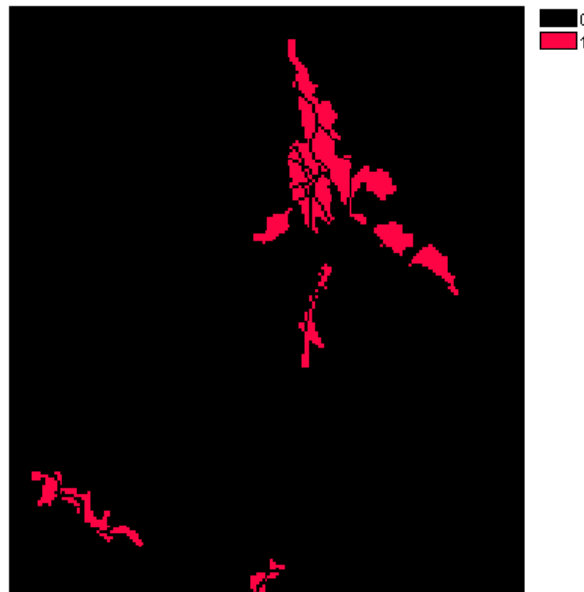


Figura 23: insieme raster CA

Ω viene zonizzata sulle seguenti basi:

$AUF \equiv ROS1$ (aree urbane / di frangia) definito come:

$$AUF := (CA_3) \cap AA$$

In altri termini AUF è il sottoinsieme di AA dato dalla parte di AA che dista al massimo 3 km da centri abitati.

$ARD \equiv ROS2$ (Aree rurali disturbate) definito come:

$$ARD := AUF^C \cap (VGC)_3 \cap AA$$

In altri termini ARD è un sottoinsieme di AA che dista più di 3 km da centri abitati e meno di 3 km dalla viabilità di grande comunicazione.

$ARN \equiv ROS3$ (aree rurali naturali) definito come

$$ARN := (AUF \cup ARD)^C \cap AA$$

In altri termini ARN è un sottoinsieme di AA che dista più di 3 km sia dai centri abitati sia dalla viabilità di grande comunicazione.

A sua volta AN viene suddiviso in tre sottoinsiemi.

$AND \equiv ROS4$ (aree naturali disturbate) definito come:

$$AND := AN \cap (VS \cup VGC \cup CA)_1$$

In altri termini AND sono le aree rurali / naturali che distano al più 1 km dalla viabilità secondaria o principale.

$ANR \equiv ROS5$ (aree naturali remote) definito come:

$$ANR := (AND)^C \cap (VGC \cup VS \cup CA)_4 \cap AN$$

In altri termini $ANSA$ sono aree naturali che distano più di 1 km ma meno di 3 km da centri e viabilità sia di grande comunicazione che secondaria.

$AW \equiv ROS6$ (aree wilderness) definito come:

$$AW := AN \overset{i}{(AND \cup ANR)}$$

In altri termini AW sono le aree naturali che distano più di 4 km dai centri abitati, dalla viabilità di grande comunicazione e dalla viabilità secondaria.

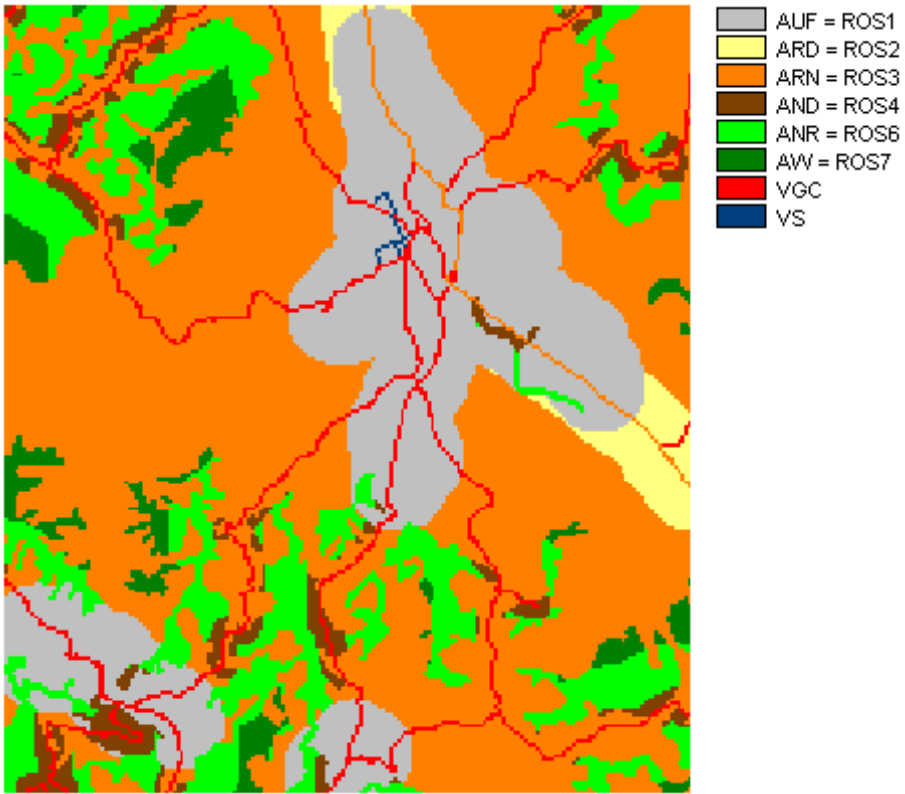


Figura 24. Zonizzazione ROS

Esercizi

Esercizio parzialmente risolto

Sia data la seguente zonizzazione ecologica:

- CONTROL01: controrete
 - o aree artificiali
- CONTROL02: area di disturbo
 - o buffer di 300 metri da aree principali
- ECO01: Aree ad elevato valore ecologico (*aree core*)
 - o Zona interna di un'area naturale oltre 200 metri da margine
 - o Non disturbata: non deve ricadere in CONTROL02
- ECO02: area naturale ecotonale
 - o Buffer di 200 metri interno al margine di un'area naturale
 - o Non disturbata: non deve ricadere in CONTROL02
- ECO03: ecotone esterno
 - o Buffer esterno di 400 metri dal margine di un'area naturale
 - o Non deve ricadere in CONTROL01
 - o Non deve ricadere in CONTROL02
- MAT: matrice agricola
 - o Territorio residuale.

Realizzare:

- diagramma di flusso e tabelle di documentazione
- sequenza dei comandi grass e idrisi
- report delle superfici

Individuare tramite un prodotto cartesiano la superficie delle aree ECO disturbate da CONTROL02.

Soluzione script grass

```
# Inizializzazione
g.region rast=uso_cod1 res=100
r.mask input=uso_cod1 maskcats='1 thru 5'
# CONTROL01
r.mapcalc 'contro01=if(uso_cod1==1,1,null())'
# CONTROL02
r.buffer --o input=contro01 output=buffer_contro01 dist=300
r.mapcalc 'contro02=if(buffer_contro01==2,1,null())'
# ECO01
r.mapcalc 'not_naturali=if(uso_cod1>2,null(),1)'
r.buffer --o input=not_naturali output=buffer_not_naturali
dist=200
r.mapcalc 'controrete=contro01 ||| contro02'
r.mapcalc 'not_controrete=if(isnull(controrete),1,null())'
r.mapcalc 'naturali=if(uso_cod1>2,1,null())'
```



```
r.mapcalc 'eco01=if(isnull(buffer_not_naturali),1,null()) &&&
not_controrete &&& naturali'
# ECO02
r.mapcalc 'eco02=if(buffer_not_naturali==2,1,null()) &&&
not_controrete &&& naturali'
# ECO03
r.buffer --o input=naturali output=buffer_naturali dist=400
r.mapcalc 'eco03=if(buffer_naturali==2,1,null()) &&&
not_controrete'
# MATrice agricola
r.mapcalc 'agricole=if(uso_cod1==2,1,null())'
r.mapcalc 'not_eco01=if(isnull(eco01),1,null())'
r.mapcalc 'not_eco02=if(isnull(eco02),1,null())'
r.mapcalc 'not_eco03=if(isnull(eco03),1,null())'
r.mapcalc 'mat = agricole &&& not_eco01 &&& not_eco02 &&&
not_eco03 &&& not_controrete'
# Mappa complessiva
r.mapcalc 'ECO=if(isnull(eco01),0,1)+ if(isnull(eco02),0,2) +
if(isnull(eco03),0,3)+if(isnull(mat),0,4)+
if(isnull(contro01),0,5)+ if(isnull(contro02),0,6)'
# End
# Esportazione verso ArcGis
r.out.arc input=eco dp=0 output=C:\rete.tif
```

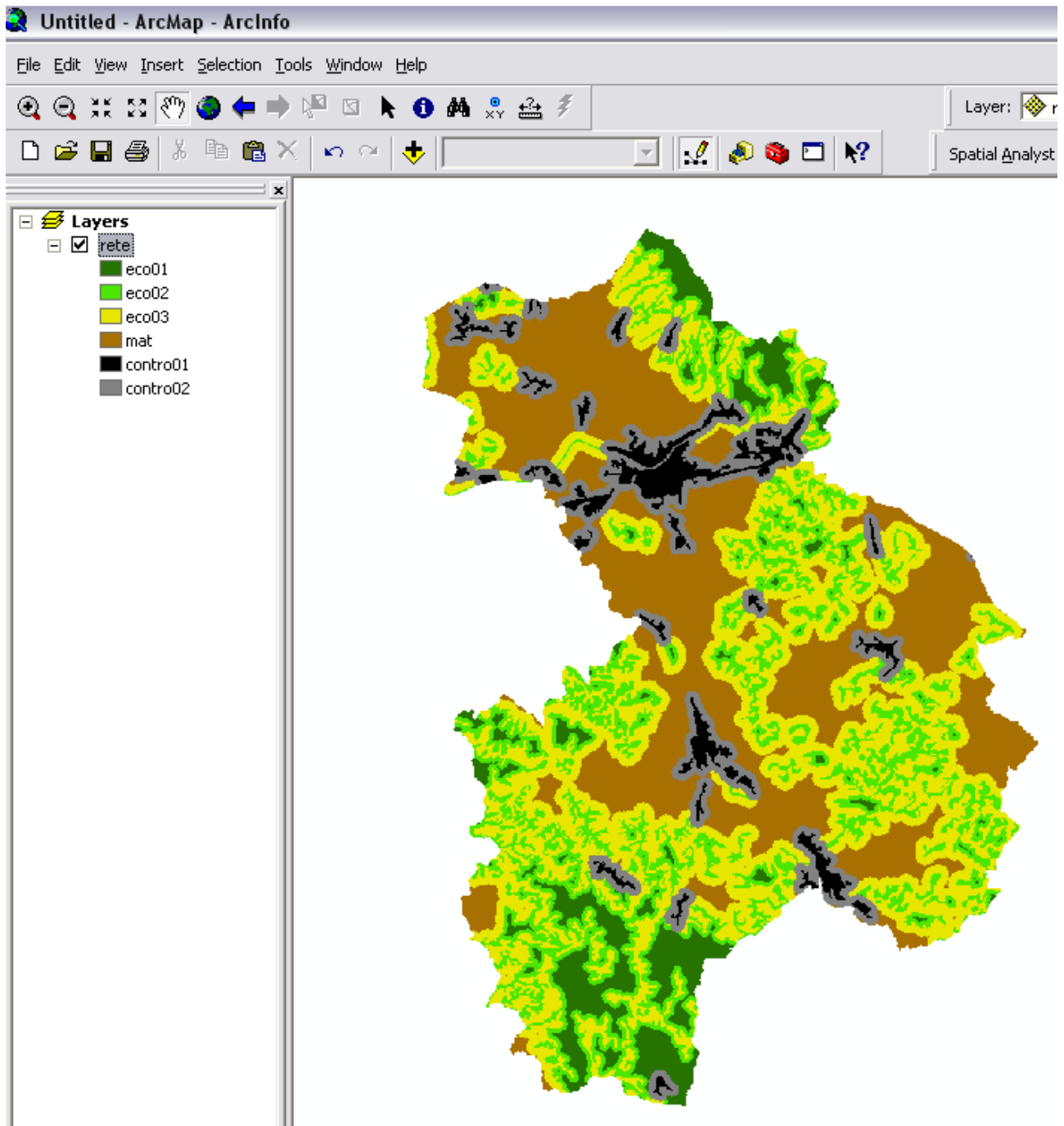


Figura 25. Risultato esercizio risolto

Esercizi non risolti

Classificazione

1.

Si debbano individuare, nell'area Circondario, delle zone da destinarsi ad uso ricreativo.

Tali aree devono:

- 1) Essere ad una distanza dalle strade compresa fra i 100 e i 600m.
- 2) Essere ad una distanza dai corsi d'acqua non superiore ai 400m ed includere i corsi d'acqua.
- 3) Essere ad una distanza di almeno 1000m dalle aree residenziali, commerciali, industriali, urbane, dalle cave e miniere, dalle grandi vie di comunicazione.
- 4) Essere ubicate ad una quota compresa fra 1300 e 1600m.
- 5) Avere un'acclività non superiore ai 30°.

Realizzare diagramma di flusso, tabelle di documentazione e procedura in linguaggio GRASS.

2.

L'ente obbligatorio per il recupero degli imballaggi in legno ha la necessità di individuare le localizzazioni possibili di un impianto di raccolta e riciclaggio.

Le esigenze sono le seguenti:

- 1) Distanza massima da strade rotabili principali 1000 metri
- 2) Distanza minima da fumi 300 metri
- 3) Pendenza massima del terreno: 5%
- 4) 100 metri da industrie esistenti.

Realizzare diagramma di flusso, tabelle di documentazione e procedura in linguaggio GRASS.

3.

Nel piano di sviluppo rurale si è deciso di dare un contributo ai vigneti che hanno valore paesistico e che accettano di coltivare con metodi appropriati.

Individuare i vigneti visibili in un raggio di 3 chilometri da percorsi di interesse turistico ricreativo.

Realizzare un report che riporti l'estensione di ciascun vigneto.

Zonizzazione

1.

Sia data la seguente zonizzazione delle aree di espansione urbana

- URBA: aree urbane residenziali
- INDU: aree industriali
- ESP_INDU: aree di potenziale espansione industriale
 - o Entro una distanza di 2000 metri da INDU
 - o Pendenza massima 10%
 - o Oltre 1500 metri da corsi d'acqua
 - o Entro 500 metri da viabilità principale
 - o Non su aree naturali

- ESP_URBA: aree di potenziale espansione urbana
 - o Entro 3000 metri da URBA
 - o Pendenza massima 15%
 - o Oltre 1000 metri da corsi d'acqua
 - o Entro 1000 metri da aree urbane esistenti
 - o Oltre 500 metri da INDU
 - o Non su aree naturali

Realizzare:

- diagramma di flusso e tabelle di documentazione
- sequenza dei comandi grass e idrisi
- report delle superfici

Individuare le aree di conflitto fra espansione urbana e industriale.

2.

Individuare una zonizzazione delle aree da salvaguardare per il turismo storico e naturalistico. Sono disponibili i seguenti dati raster: aree di interesse storico, aree di interesse naturalistico, itinerari, uso del suolo, viabilità.

Realizzare:

- Mappa concettuale
- Descrizione delle classi
- diagramma di flusso e tabelle di documentazione
- sequenza dei comandi grass e idrisi
- report delle superfici

3.

Realizzare una zonizzazione del disturbo acustico del territorio sapendo che il disturbo si propaga per le strade ad una distanza variabile fra 500 e 1000 metri a seconda del tipo di strada, fino a 400 metri da aree urbane e fino a 800 metri da aree industriali.

Realizzare:

- Mappa concettuale
- Descrizione delle classi
- diagramma di flusso e tabelle di documentazione
- sequenza dei comandi grass e idrisi
- report delle superfici

4.

Dopo aver calcolato le classi ROS nell'area circondario tramite procedura GRASS, realizzare un report che mostri la superficie di ciascuna classe.

5.

Calcolare le classi ROS nell'aria circondario tramite il programma Idrisi.

Appendice A: Comandi GRASS utilizzati

(fonte: Marco Ciolli, Università degli studi di Trento, Facoltà di ingegneria)

r.buffer

Crea una o più zone di amplificazione di larghezza definita intorno a tutti i gruppi di celle non-zero in un layer del raster.

Sintassi:

```
r.buffer input=nome file di input output=nome file di output
distance=valore della prima distanza, valore della seconda
distanza, ecc. units=unità di misura
```

Ad esempio eseguendo il comando

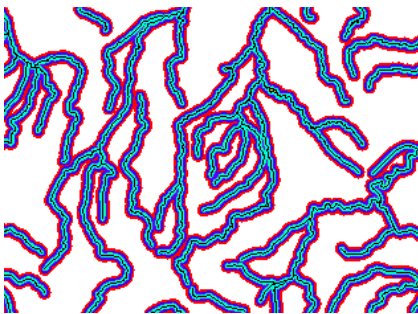
```
r.buffer input=roads output=roads.buf distance=100,200,300
units=meters
```

il risultato è una mappa che ha le celle contenenti i fiumi con valore 1, quelle distanti 100 metri con valore2, quelle nell'intervallo 100-200 con valore3 e quelle nell'intervallo 200-300 con valore 4. Queste categorie possono essere visualizzate con [r.cats](#)

Altro esempio:

```
r.buffer input=streams output=streambuf distances=100,200,300
```

crea la mappa visualizzata.



r.cross

Produce un nuovo raster che è il prodotto vettoriale di una serie di mappe raster (da 2 a 10).

```
r.cross [-qz] input=name,name[,name,...] output=name
```

q Run quietly.

-z Non elabora i valori zero

Eseguendo poi r.report sul risultato di r.cross, si calcolano le aree in ogni combinazione di categoria

r.mapcalc

È un programma molto potente di elaborazione di GRASS, che permette di eseguire calcoli aritmetici all'interno di mappe raster.

Il formato generale di un'istruzione di mapcalc è

```
newmap = f(map1, map2...)
```

Può essere fatto funzionare interattivamente digitando *r.mapcalc* e successivamente le istruzioni al prompt oppure non interattivamente con le istruzioni inserite con il comando mapcalc o importate da un file di comandi.

Mmapcalc funziona all'interno della regione corrente e della maschera: alle celle mascherate viene assegnato valore pari a zero e il file **cellhd** per ogni layer creato con *mapcalc* è definito dalle impostazioni della regione corrente.

Si noti che le operazioni di mapcalc seguono lo standard di programmazione in C, per esempio un doppio segno uguale significa uguaglianza logica.

L'espressione

```
conifer = if(vegcover==3,1,0)
```

crea una nuova mappa raster binaria *conifer* dalla mappa esistente *vegcover* in cui le celle della foresta di conifere sono uguali a 1 e tutte le altre sono uguali a zero. L'espressione si può scrivere in modo più compatto come:

```
conifer = if(vegcover==3)
```

Le operazioni eseguite con *mapcalc* possono funzionare contemporaneamente su raster multipli e risolvono operazioni matematiche o logiche complesse, per esempio:

```
siteclass = if((slope<0.05 && elevation.dem<1400 && geology==5)  
              || (slope<0.1 && vegcover==3),100,if(streams,15,1))
```

Qui alle celle con pendenza minore di 0.05, quota maggiore di 1400 e categoria 5 del raster *geology*, o con pendenza minore di 0.1 e categoria 3 del raster *vegcover* viene assegnato un valore di 100; alle celle dei corsi d'acqua viene assegnato un valore di 15; ad altre celle un valore 1.

Tutte le operazioni sono eseguite con valori a virgola mobile.

Operatori (ordine di precedenza nelle parentesi)

Traslazione relativa: $x[m,n]$ restituisce il valore della cella nella mappa x traslato di m righe e n colonne dalla cella di riferimento.

Operazioni aritmetiche:

*	moltiplicazione	(4)
/	divisione	(4)
%	modulo	(4)
+	addizione	(3)
-	sottrazione	(3)

Confronto:

==	uguale	(2)
!=	diverso	(2)
<	minore	(2)
<=	minore uguale	(2)
>	maggiore	(2)
>=	maggiore uguale	(2)

Logiche:

&&	operatore logico AND	(1)
||	operatore logico OR	(1)
&&&	operatore logico AND con valori null	(1)
|||	operatore logico OR con valori null	(1)

Funzioni di Mapcalc:

<code>abs(x)</code>	valore assoluto di x
<code>exp(x)</code>	e^x
<code>exp(x,y)</code>	x^y
<code>float(x)</code>	converte da interi a floating point
<code>int(x)</code>	converte da floating point a interi
<code>log(x)</code>	logaritmo naturale di x
<code>log(x,y)</code>	logaritmo in base y di x
<code>sqrt(x)</code>	radice quadrata di x
<code>min(x,y,...)</code>	minimo di x, y, ...
<code>max(x,y,...)</code>	massimo di x, y, ...
<code>round(x)</code>	approssimazione di x all'intero
<code>if(x)</code>	restituisce 1 se $x \neq 0$; 0 altrimenti
<code>if(x,y)</code>	restituisce y se $x \neq 0$; 0 altrimenti
<code>if(x,y,z)</code>	restituisce y se $x \neq 0$; z altrimenti
<code>if(x,y,z,a)</code>	restituisce y se $x > 0$; z se $x = 0$; a altrimenti
<code>eval(a,b,...,x)</code>	restituisce x (valutando tutte le mappe a, b, ...)

Esempi:

```
upland.forest = (elevation.dem >= 1200 && elevation.dem <= 1450)
&& (vegcover == 3 || vegcover == 4 || vegcover == 5)
```

Le celle classificate come foresta che sono all'interno del range di quota sono codificate come 1, le altre come zero.

```
lowpass3x3 = (image[-1,-1]+image[-1,0]+image[-1,1]+image[0,-1]
+image[0,0]+image[0,1]+image[1,-1]+image[1,0]+image[1,1])/9
```

Filtro passa basso (low-pass filter), equivalente ad usare *r.neighbors i=image o=lowpass3x3 size=3 method=average*

```
smooth.elev = (elev[-1,-1]+2*elev[-1,0]+elev[-1,1]+2*elev[0,-1]
+8*elev[0,0]+2*elev[0,1]+elev[1,-1]+2*elev[1,0]+elev[1,1])/20
```

Crea una mappa delle quote a partire una media pesata dell'intorno di 9-celle

```
grow.area = if(area,area,if(area[-1,0],area[-1,0],if(area[0,-1],
```

```
area[0,-1],if(area[1,0],area[1,0],if(area[0,1],area[0,1])))
```

Equivalente ad *r.grow i=area o=grow.area*

```
tvi = 100 * sqrt(max(0, (tm.4 - tm.3) / (tm.4 + tm.3) + 0.5))
```

Crea un transformed vegetation index dalle bande Landsat TM 3 (rosso) e 4 (infrarosso vicino).

r.mask

Questo comando permette di all'utente di bloccare una certa parte della mappa dalle analisi, ossia vengono definite delle celle (mascherate) che non saranno elaborate.

Da interfaccia comandi qgis:



r.reclass

Questo comando viene usato quando si vogliono editare o raggruppare una o più categorie di una mappa raster. In realtà non crea una nuova mappa raster, ma genera un file reclass nella directory cellhd del mapset corrente. *r.reclass* può essere eseguito interattivamente, inserendo in successione le categorie al prompt. Il formato generale di riclassificazione è:

```
oldval(s) = newval [etichetta]
```

esempi:

```
2 = 1
3 4 5 = 2 foreste
5 thru 10 = 3 foreste conifera
8 thru 12 16 throu 22 = 4
end
```

Per risolvere eventuali problemi di inconsistenza dei dati le categorie successive sovrascrivono quelle precedenti. La riclassificazione termina quando viene digitato end.

Spesso è più facile importare le categorie di riclassificazione da un file di testo:

```
> r.reclass i=elevation.dem o=elev.reclass < elev.recl.rules
```

r.report

Crea un report formattato delle aree da una o più mappe raster.

```
r.report [-hfqenNCi] map=string[,string,...] [units=string[,string,...]] [null=string] [pl=integer]  
[pw=integer] [output=string] [nsteps=integer]
```

Flags:

- h Suppress page headers
- f Use formfeeds between pages
- q Quiet
- e Scientific format
- n Filter out all no data cells
- N Filter out cells where all maps have no data
- C Report for cats fp ranges (fp maps only)
- i Read fp map as integer (use map's quant rules)

Parameters:

map=string[,string,...]

Raster map(s) to report on

units=string[,string,...]

mi(les),me(ters),k(ilometers),a(cres),h(ectares),c(ell_counts),p(ercent_cover)

null=string

Character representing no data cell value

Default: *

pl=integer

Page length (default: 0 lines)

pw=integer

Page width (default: 79 characters)

output=string

Name of an output file to hold the report

nsteps=integer

Number of fp subranges to collect stats from

Default: 255

r.param.scale

Estrae i parametric morfologici di un DEM

```
r.param.scale [-c] input=name output=name [s_tol=float] [c_tol=float] [size=integer]
[param=string] [exp=float] [zscale=float] [--overwrite] [--verbose] [--quiet]
```

Flags:

-c Constrain model through central window cell
--overwrite Allow output files to overwrite existing files
--verbose Verbose module output
--quiet Quiet module output

Parameters:

input= nome raster inputr

output=nome raster di output

s_tol=tolleranza per la definizione di una superficie piana in gradi Default: 1.0

c_tol=float tolleranza la definizioane di una superficie piana espressa come curvatura Default: 0.0001

size=dimensione della finestra di analisi, dispari max: 69 Default: 3

param=string Morphometric parameter in 'size' window to calculate

Options: elev,slope,aspect,profc,planc,longc,crosc,minic,maxic,feature

Default: elev

exp=float Exponent for distance weighting (0.0-4.0) Default: 0.0

zscale=float Vertical scaling factor Default: 1.0

DESCRIPTION

r.param.scale extracts terrain parameters from a DEM. Uses a multi-scale approach by fitting a bivariate quadratic polynomial to a given window size using least squares.

The module calculates the following parameters (terminology is from Wood, 1996 with related terminology used in other GRASS modules listed in brackets):

elev: Generalised elevation value (for resampling purposes at different scale)

slope: Magnitude of maximum gradient (steepest slope angle)

aspect: Direction of maximum gradient (steepest slope direction=flow direction)

profc or profile curvature (curvature intersecting with the plane defined by Z axis and maximum gradient direction). Positive values describe convex profile curvature, negative values concave profile curvature.

planc or plan curvature (horizontal curvature, intersecting with the XY plane)

longc or longitudinal curvature (profile curvature intersecting with the plane defined by the surface normal and maximum gradient direction)

crosc or cross-sectional curvature (tangential curvature intersecting with the plane defined by the surface normal and a tangent to the contour - perpendicular to maximum gradient direction)

maxic or maximum curvature (can be in any direction)

minic or minimum curvature (in direction perpendicular to the direction of of maximum curvature)

feature: Morphometric features: peaks, ridges, passes, channels, pits and planes

Appendice B: Legende

Legenda Corine Land Cover.

La legenda adottata è riportata di seguito (le parentesi quadre indicano categorie non presenti in Toscana):

1	TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE
11	Zone urbanizzate
111	Tessuto urbano continuo Spazi strutturati dagli edifici e dalla viabilità. Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente occupano più dell'80% della superficie totale. La vegetazione non lineare e il suolo nudo rappresentano l'eccezione. Sono qui compresi i cimiteri senza vegetazione. Problema particolare degli abitati a sviluppo lineare (villes-rue): anche se la larghezza delle costruzioni che fiancheggiano la strada, compresa la strada stessa, raggiunge solo 75 m, a condizione che la superficie totale superi 25 ha, queste aree saranno classificate come tessuto urbano continuo (o discontinuo se le aree non sono congiunte).
112	Tessuto urbano discontinuo Spazi caratterizzati dalla presenza di edifici. Gli edifici, la viabilità e le superfici a copertura artificiale coesistono con superfici coperte da vegetazione e con suolo nudo, che occupano in maniera discontinua aree non trascurabili. Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente coprono dal 50 all'80% della superficie totale. Si dovrà tenere conto di questa densità per le costruzioni localizzate all'interno di spazi naturali (foreste o spazi erbosi). Questa voce non comprende: - le abitazioni agricole sparse delle periferie delle città o nelle zone di coltura estensiva comprendenti edifici adibiti a impianti di trasformazione e ricovero; - le residenze secondarie disperse negli spazi naturali o agricoli. Comprende invece i cimiteri senza vegetazione.
12	Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione
121	Aree industriali o commerciali Aree a copertura artificiale (in cemento, asfaltate o stabilizzate: per esempio terra battuta), senza vegetazione, che occupano la maggior parte del terreno (più del 50% della superficie). La zona comprende anche edifici e/o aree con vegetazione. Le zone industriali e commerciali ubicate nei tessuti urbani continui e discontinui sono da considerare solo se si distinguono nettamente dall'abitato (insieme industriale di aree superiore a 25 ha con gli spazi associati: muri di cinta, parcheggi, depositi, ecc.). Le stazioni centrali delle città fanno parte di questa categoria, ma non i grandi magazzini integrati in edifici di abitazione, i sanatori, gli stabilimenti termali, gli ospedali, le case di riposo, le prigioni, eccetera.
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori Larghezza minima da considerare: 100 m. Autostrade, ferrovie, comprese le superfici annesse (stazioni, binari, terrapieni, ecc.) e le reti ferroviarie più larghe di 100 m che penetrano nella città. Sono qui compresi i grandi svincoli stradali e le stazioni di smistamento, ma non le linee elettriche ad alta tensione con vegetazione bassa che attraversano le aree forestali.
123	Aree portuali Infrastrutture delle zone portuali compresi i binari, i cantieri navali e i porti da diporto. Quando i moli hanno meno di 100 m di larghezza, la superficie dei bacini (d'acqua dolce o salata) delimitata dagli stessi è da comprendere nel calcolo dei 25 ha.
124	Aeroporti Infrastrutture degli aeroporti: piste, edifici e superfici associate. Sono da considerare solo le superfici che sono interessate dall'attività aeroportuale (anche se alcune parti di queste sono utilizzate occasionalmente per agricoltura-foraggio). Di norma queste aree sono delimitate da recinzioni o strade. In molti casi, l'area aeroportuale figura sulle carte topografiche a grande scala (1:25.000 e 1:50.000). Non sono compresi i piccoli aeroporti da turismo (con piste consolidate) ed edifici di dimensioni molto piccole.
13	Zone estrattive, discariche e cantieri
131	Aree estrattive Estrazione di materiali inerti a cielo aperto (cave di sabbia e di pietre) o di altri materiali (miniere a cielo aperto). Ne fanno parte le cave di ghiaia, eccezion fatta, in ogni caso, per le estrazioni nei letti dei fiumi. Sono qui compresi gli edifici e le installazioni industriali associate. Rimangono escluse le cave sommerse, mentre sono comprese le superfici abbandonate e sommerse, ma non recuperate, comprese in aree estrattive. Le rovine, archeologiche e non, sono da includere nelle aree ricreative.
132	Discariche Discariche e depositi di miniere, industrie e collettività pubbliche.
133	Cantieri Spazi in costruzione, scavi e suoli rimaneggiati.
14	Zone verdi artificiali non agricole

141	Aree verdi urbane Spazi ricoperti di vegetazione compresi nel tessuto urbano. Ne fanno parte i cimiteri con abbondante vegetazione e parchi urbani.
142	Aree sportive e ricreative Aree utilizzate per camping, attività sportive, parchi di divertimento, campi da golf, ippodromi, rovine archeologiche e non, eccetera. Ne fanno parte i parchi attrezzati (aree dotate intensamente di attrezzature ricreative, da picnic, ecc., compresi nel tessuto urbano). N.B.: sono escluse le piste da sci, da classificare, di norma, come 2.3.1 e 3.2.1.
2	TERRITORI AGRICOLI
21	Seminativi Superfici coltivate regolarmente arate e generalmente sottoposte a un sistema di rotazione.
211	Seminativi in aree non irrigue Sono da considerare perimetri irrigui solo quelli individuabili per fotointerpretazione, satellitare o aerea, per la presenza di canali e impianti di pompaggio. Cereali, leguminose in pieno campo, colture foraggere, coltivazioni industriali, radici commestibili e maggesi. Vi sono compresi i vivai e le colture orticole, in pieno campo, in serra e sotto plastica, come anche gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie. Vi sono comprese le colture foraggere (prati artificiali) ma non i prati stabili.
2111	Vivai e colture protette Vi sono compresi i vivai, in serra e in pieno campo, e le colture ortive in serra e sotto plastica.
2112	Altri "seminativi" in aree non irrigue
[212]	Seminativi in aree irrigue Colture irrigate stabilmente e periodicamente grazie a un'infrastruttura permanente (canale di irrigazione, rete di drenaggio). La maggior parte di queste colture non potrebbe realizzarsi senza l'apporto artificiale d'acqua. Non vi sono comprese le superfici irrigate sporadicamente.
213	Risaie Superfici utilizzate per la coltura del riso. Terreni terrazzati e dotati di canali d'irrigazione. Superfici sporadicamente inondate.
22	Colture permanenti
221	Vigneti Superfici piantate a vigna
2211	Colt. perm. miste con leggera prevalenza di vigneti Mosaico di appezzamenti a vigneto, oliveto e/o frutteto in parti pressoché uguali ma con leggera prevalenza dei vigneti.
2212	Altri vigneti
222	Frutteti e frutti minori Impianti Di alberi o arbusti fruttiferi: colture pure o miste di specie produttrici di frutta o alberi da frutto in associazione con superfici stabilmente erbate. I frutteti di meno di 25 ha compresi nei Terreni agricoli (prati stabili o seminativi) ritenuti importanti sono da comprendere nella classe 2.4.2. I frutteti con presenza di diverse associazioni di alberi sono da includere in questa classe.
2221	Colt. perm. miste con leggera prevalenza di frutteti Mosaico di appezzamenti a vigneto, oliveto e/o frutteto in parti pressoché uguali ma con leggera prevalenza dei frutteti.
2222	Frutteti che ricadono in aree irrigue
2224	Altri frutteti
223	Oliveti Superfici piantate a olivo, comprese particelle a coltura mista di olivo e vite.
2231	Colt. perm. miste con leggera prevalenza di oliveti Mosaico di appezzamenti a vigneto, oliveto e/o frutteto in parti pressoché uguali ma con leggera prevalenza degli oliveti.
2232	Altri oliveti
23	Prati stabili
231	Prati stabili Superfici a copertura erbacea densa a composizione floristica rappresentata principalmente da graminacee, non soggette a rotazione. sono per lo più pascolate ma il foraggio può essere raccolto meccanicamente. Ne fanno parte i prati permanenti e temporanei e le marcite. Sono comprese le aree con siepi. Le colture foraggere (prati artificiali inclusi in brevi rotazioni) sono da classificare come seminativi (2.1.1).
24	Zone agricole eterogenee
241	Colture annuali associate a colture permanenti Colture temporanee (seminativi o prati in associazione con colture permanenti sulla stessa superficie, quando le particelle a frutteto (o altro) comprese nelle colture annuali non associate rappresentano meno del 25% della superficie totale.
242	Sistemi colturali e particellari complessi Mosaico di piccoli appezzamenti con varie colture annuali, prati stabili e colture permanenti, occupanti ciascuno meno del 75% della superficie totale dell'unità. Vi sono compresi gli "orti per pensionati" e simili. Eventuali "lotti" superanti i 25 ha sono da includere nelle zone agricole.
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi naturali Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali (formazioni vegetali naturali, boschi, lande, cespuglieti, bacini d'acqua, rocce nude, ecc.) importanti. Le colture agrarie occupano più del 25 e meno del 75% della superficie totale dell'unità.
[244]	Aree agroforestali - Colture annuali o pascolo sotto copertura arborea composta da specie forestali.
3	TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMINATURALI

31	Zone boscate
311	Boschi di latifoglie Formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali a latifoglie. La superficie a latifoglie deve coprire almeno il 75% dell'unità, altrimenti è da classificare bosco misto. N.B.: vi sono compresi i pioppeti e gli eucalitteti.
3111	Colture arboree di specie a rapido accrescimento (pioppeti ecc.)
3112	Castagneti da frutto
3113	Altri boschi di latifoglie
312	Boschi di conifere Formazioni vegetali costituite principalmente da alberi ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali conifere. La superficie a conifere deve coprire almeno il 75% dell'unità, altrimenti è da classificare bosco misto. N.B.: non vi sono comprese le conifere a rapido accrescimento.
313	Boschi misti Formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi ma anche da cespugli e arbusti, dove non dominano né le latifoglie, né le conifere.
32	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea
321	Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota Aree foraggere a bassa produttività. Sono spesso situate in zone accidentate. Interessano spesso superfici rocciose, roveti e arbusteti. Sulle aree interessate dalla classe non sono di norma presenti limiti di particelle (siepi, muri, recinti).
322	Brughiere e cespuglieti Formazioni vegetali basse e chiuse, composte principalmente di cespugli, arbusti e piante erbacee (eriche, rovi, ginestre dei vari tipi, ecc.). Vi sono comprese le formazioni a pino mugo.
323	Aree a vegetazione sclerofilla Ne fanno parte macchie e garighe. Macchie: associazioni vegetali dense composte da numerose specie arbustive miste su terreni silicei acidi in ambiente mediterraneo. Garighe: associazioni cespugliose discontinue delle piattaforme calcaree mediterranee. Sono spesso composte da quercia coccifera, corbezzolo, lavanda, timo, cisto bianco, eccetera. Possono essere presenti rari alberi isolati.
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione Vegetazione arbustiva o erbacea con alberi sparsi. Formazioni che possono derivare dalla degradazione della foresta o da una rinnovazione della stessa per ricolonizzazione di aree non forestali
33	Zone aperte con vegetazione rada o assente
331	Spiagge, dune, sabbie e ciottolami dei greti. Le spiagge, le dune e le distese di sabbia e di ciottoli di ambienti litorali e continentali (più larghe di 100 m), compresi i letti sassosi dei corsi d'acqua a regime torrentizio. Le dune ricoperte di vegetazione (erbacea o legnosa) devono essere classificate nelle voci corrispondenti: boschi (3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3), prati (2.3.1) o aree a pascolo naturale (3.2.1).
332	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
333	Aree con vegetazione rada Comprende le steppe xerofile, le steppe alofile, le tundre e le aree calanchive in senso lato.
334	Aree percorse da incendio Superfici interessate da incendi recenti. I materiali carbonizzati sono ancora presenti.
[335]	Ghiacciai e nevi perenni - Superfici coperte da ghiacciai o da nevi perenni.
4	ZONE UMIDE
41	Zone umide interne Zone non boscate, saturate parzialmente, temporaneamente o in permanenza da acqua stagnante o corrente.
411	Paludi interne Terre basse generalmente inondate in inverno e più o meno saturate d'acqua durante tutte le stagioni.
[412]	Torbiera - Terreni spugnosi umidi nei quali il suolo è costituito principalmente da muschi e materiali vegetali decomposti. Torbiera utilizzate o meno.
42	Zone umide marittime Zone non boscate, saturate parzialmente, temporaneamente o in permanenza da acqua salmastra o salata.
421	Paludi salmastre Terre basse con vegetazione, situate al di sotto del livello di alta marea, suscettibili pertanto di inondazione da parte delle acque del mare. Spesso in via di riempimento, colonizzate a poco a poco da piante alofile.
[422]	Saline - Saline attive o in via di abbandono. Parti di paludi salmastre utilizzate per la produzione di sale per evaporazione. Sono nettamente distinguibili dal resto delle paludi per la forma regolare delle particelle e il loro sistema di argini.
[423]	Zone intertidali - Superfici limose, sabbiose o rocciose generalmente prive di vegetazione comprese fra il livello delle alte e basse maree.
5	CORPI IDRICI
51	Acque continentali
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie Corsi d'acqua naturali o artificiali che servono per il deflusso delle acque. Larghezza minima da considerare: 100 m.

512	Bacini d'acqua Superfici naturali o artificiali coperte da acque.
52	Acque marittime
521	Lagune Aree coperte da acque salate o salmastre, separate dal mare da barre di terra o altri elementi topografici simili. Queste superfici idriche possono essere messe in comunicazione con il mare in certi punti particolari, permanentemente o periodicamente.
[522]	Estuari - Parte terminale dei fiumi, alla foce, che subisce l'influenza delle acque.
523	Mari [e oceani] - Aree al di là del limite delle maree più basse.

Parametri di colore RGB ufficiali per base dati Corine

111 230:0:77
 112 255:0:0
 121 204:77:242
 122 204:0:0
 123 230:204:204
 124 230:204:230
 131 166:0:204
 132 166:77:0
 133 255:77:255
 141 255:166:255
 142 255:230:255
 211 255:255:168
 212 255:255:0
 213 230:230:0
 221 230:128:0
 222 242:166:77
 223 230:166:0
 231 230:230:77
 241 255:230:166
 242 255:230:77
 243 230:204:77
 244 242:204:166
 311 128:255:0
 312 0:166:0
 313 77:255:0
 321 204:242:77
 322 166:255:128
 323 166:230:77
 324 166:242:0
 331 230:230:230
 332 204:204:204
 333 204:255:204
 334 0:0:0
 335 166:230:204
 411 166:166:255
 412 77:77:255
 421 204:204:255
 422 230:230:255

423 166:166:230
511 0:204:242
512 128:242:230
521 0:255:166
522 166:255:230
523 230:242:255