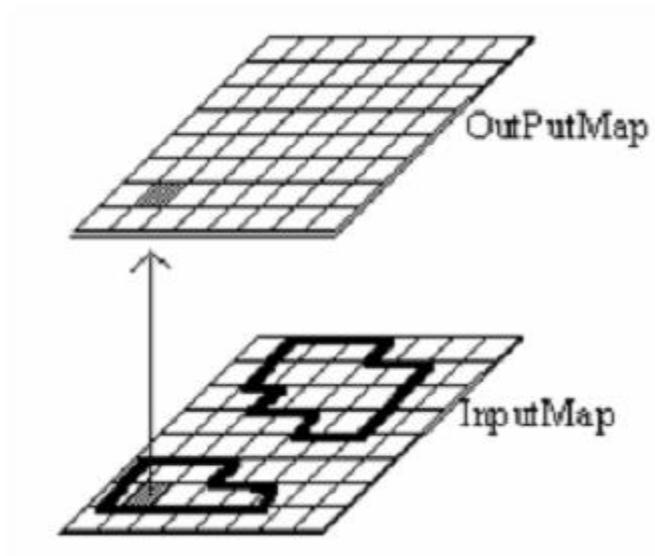
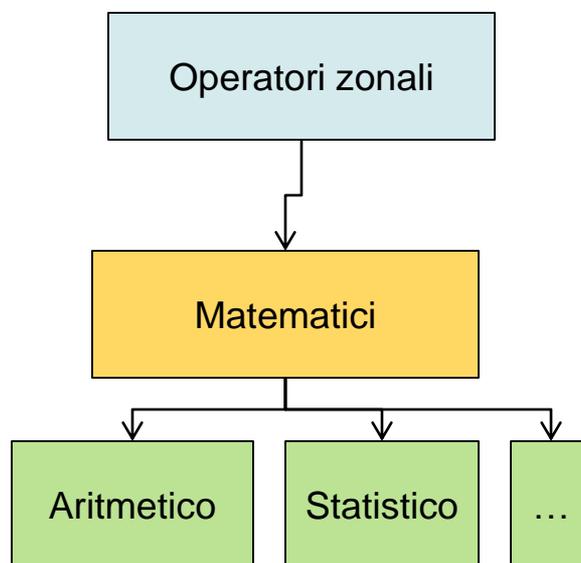


# Operatori zionali

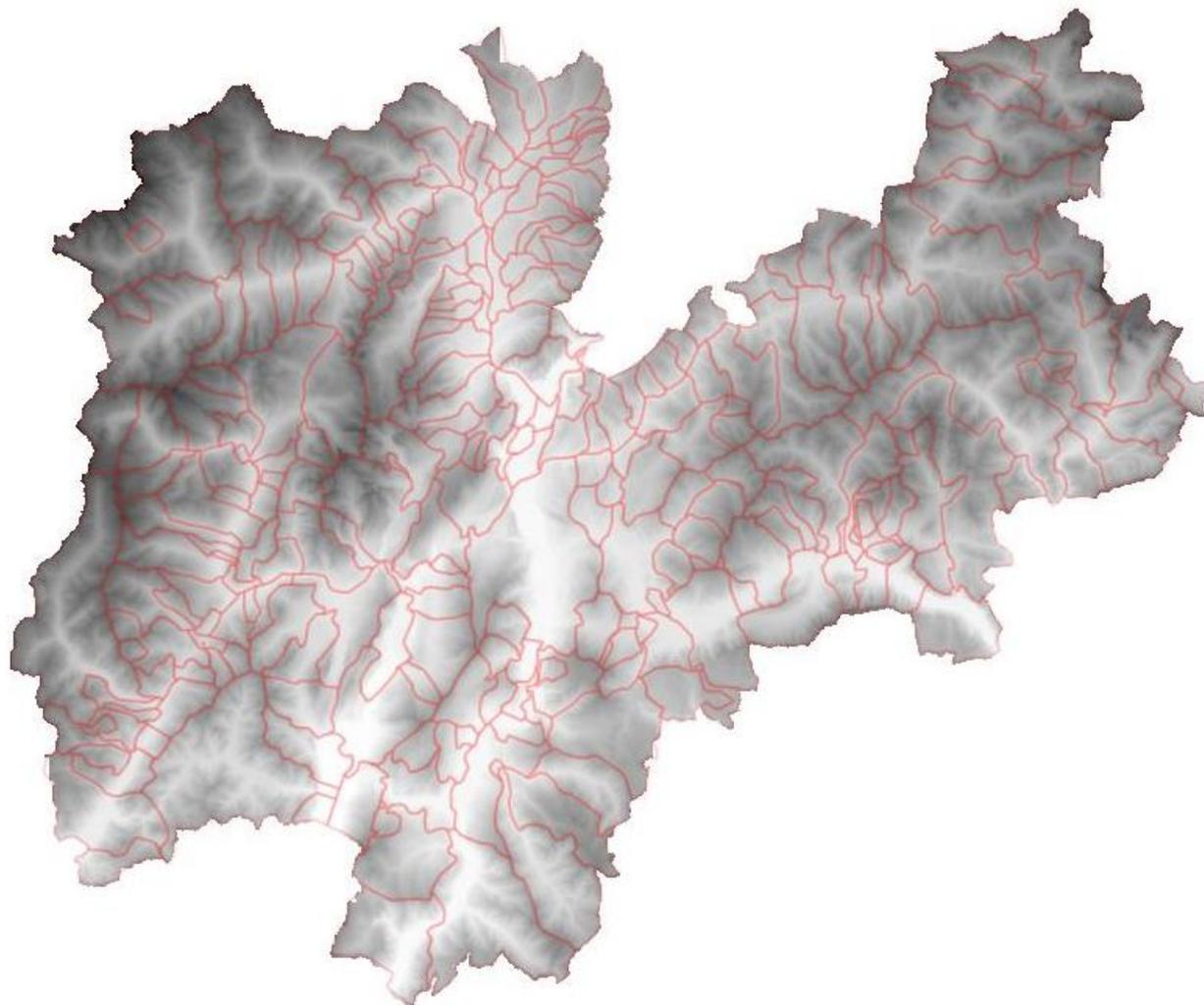


# Operatori zonali

4	4	5	5	6	Somma zonale	2	4	7	7	9	=	11	11	20	20	23
4	2	5	6	6		5	7	6	9	5		11	7	20	23	23
3	3	8	8	7		3	2	2	5	2		8	8	16	16	22
1	3	7	7	7		2	2	3	3	7		4	8	22	22	22
1	3	7	7	8		2	1	7	0	9		4	8	22	22	16

4	4	5	5	6	minimo zonale	2	4	7	7	9	=	2	2	6	6	5
4	2	5	6	6		5	7	6	9	5		2	7	6	5	5
3	3	5	5	7		3	2	2	5	2		1	1	2	2	0
1	3	7	7	7		2	2	3	3	7		2	1	0	0	0
1	3	7	7	5		2	1	7	0	9		2	1	0	0	2

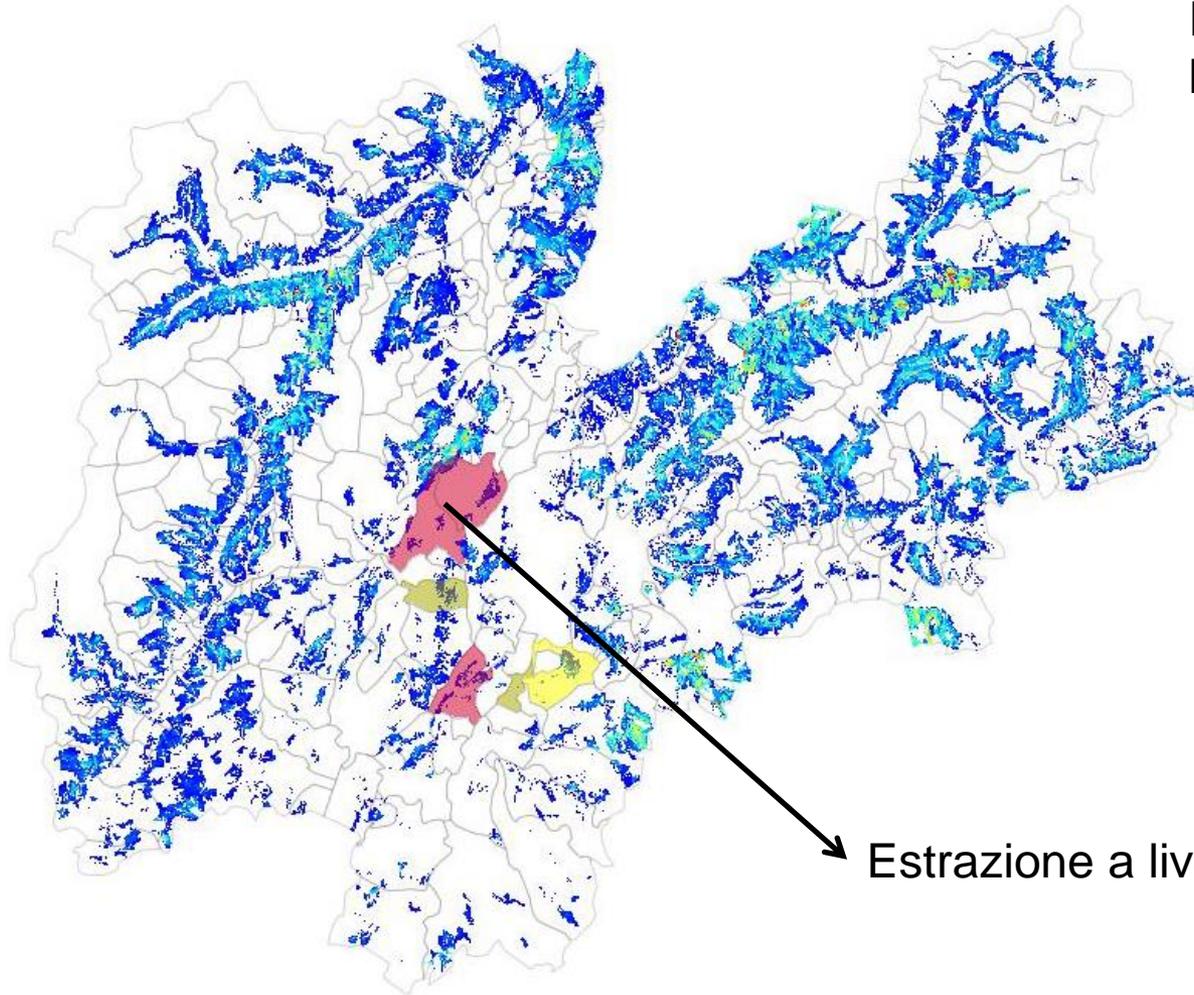
# Operatori zionali



Altitudine media

# Operatori zionali

Profitto da filiera  
legno-energia



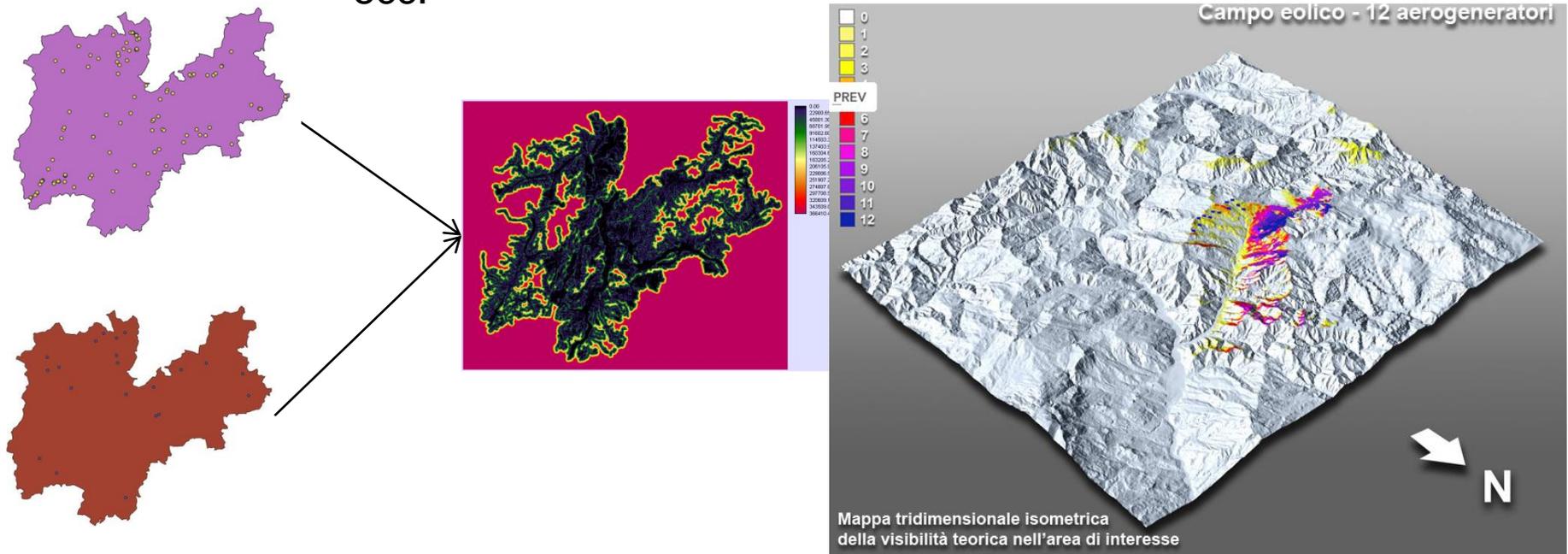
Estrazione a livello di comuni

# Operatori globali

Necessario conoscere il valore di tutti i pixel delle mappe di input

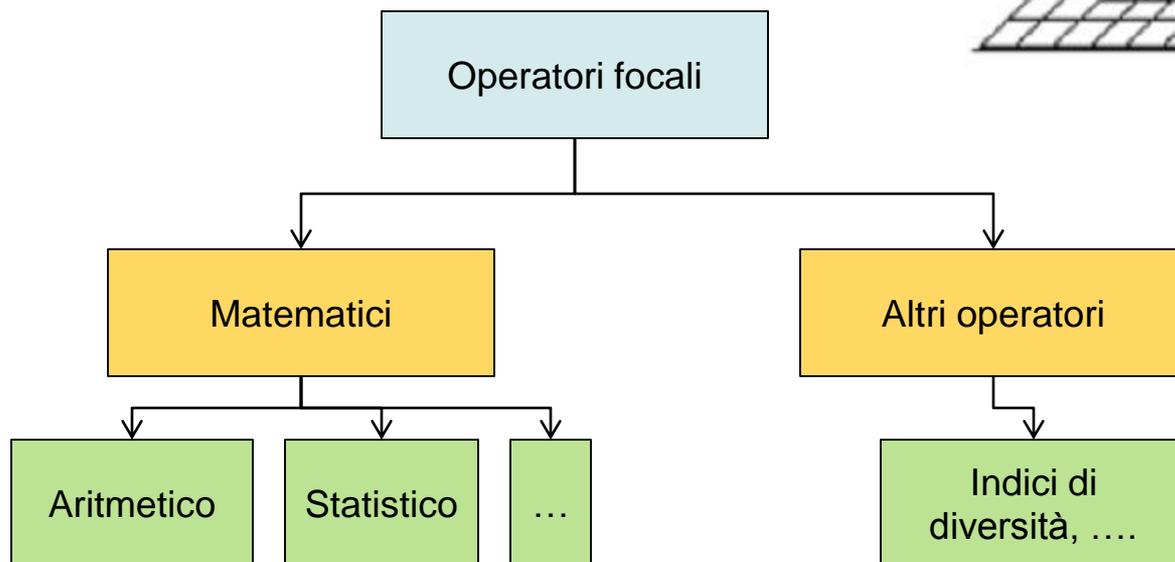
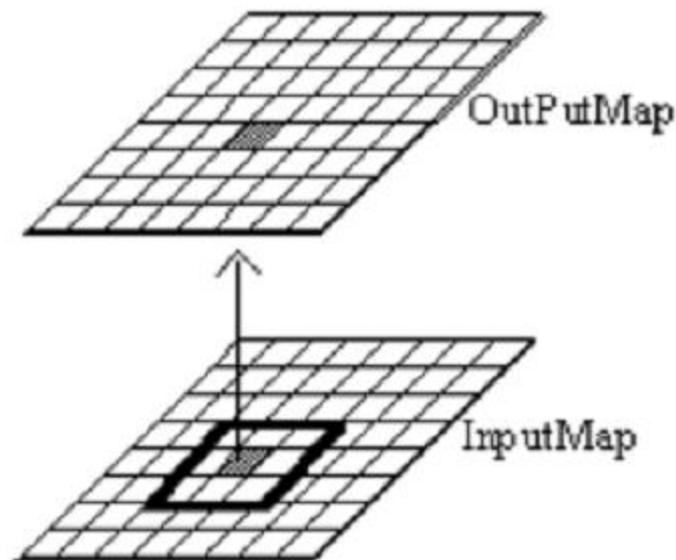
Es.

- Intervisibilità
- Minor costo di allocazione
- Diffusione incendi
- ecc.

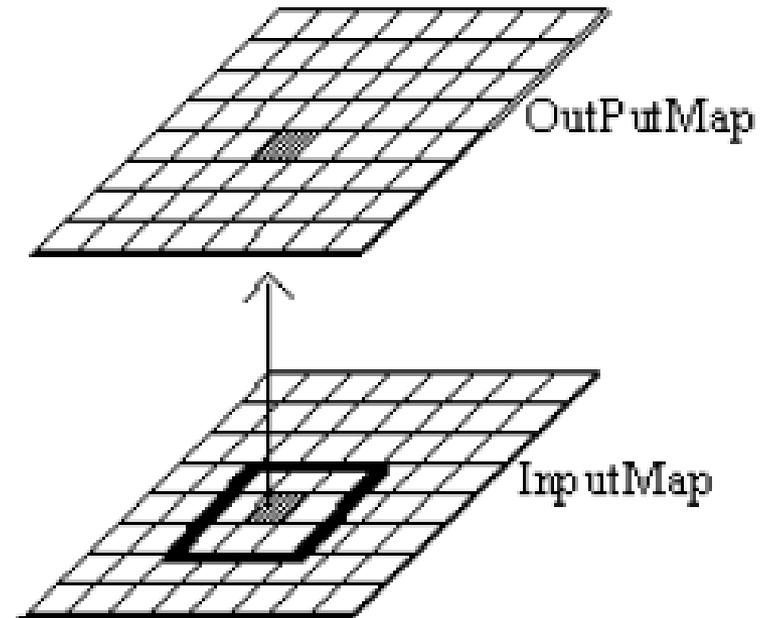


# Operatori Focali

# Operatori focali



- Le funzioni focali si applicano ad un intorno di un singolo dato raster (in altre parole abbiamo un solo layer di input).
- Nel caso dell'applicazione di operatori focali, il valore degli elementi del layer risultato è funzione dei valori di elementi appartenenti ad un intorno del pixel considerato.

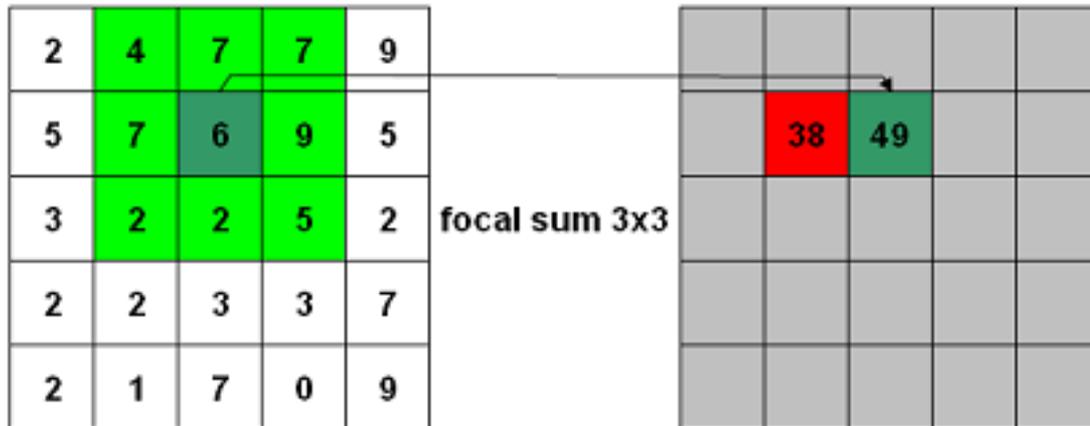


Elemento caratteristico dell'operatore focale è la cosiddetta “finestra mobile”, chiamata in inglese anche template o kernel.

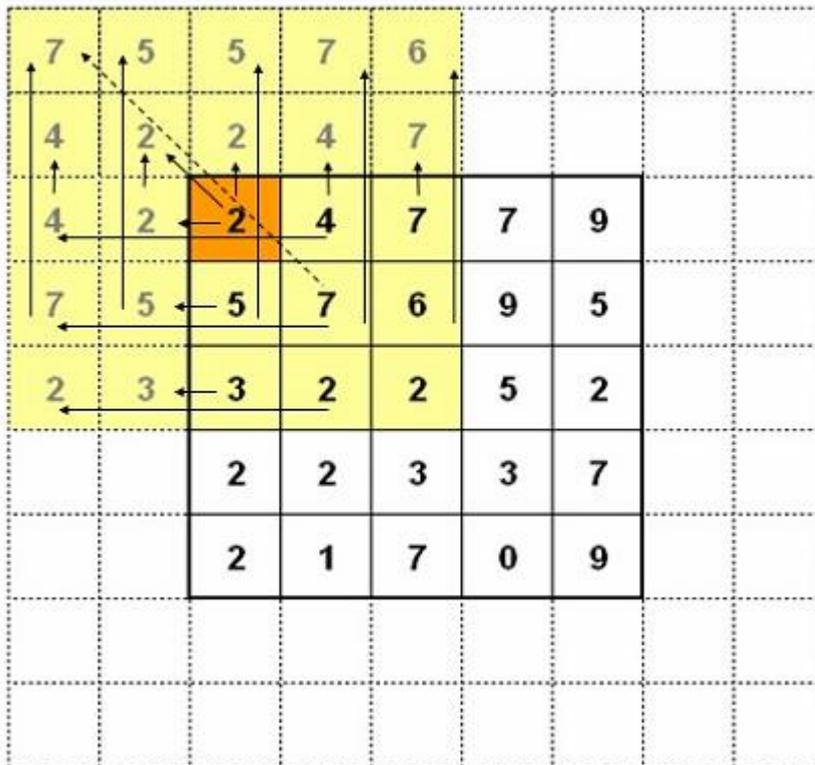
Una finestra mobile è una matrice di numeri che viene fatta scorrere sistematicamente sul dato raster.

Ad ogni cella del dato raster sotto elaborazione, viene applicata una risultante degli elementi definiti dalla finestra mobile.

# Operatori focali



# Operatori focali (ripiegamento della finestra)



focal sum 5x5

110				

# Impiego degli operatori focali

- Filtri:
  - si basano su funzioni matematiche e statistiche anche elementari ed hanno un impiego generalizzato che può andare dal miglioramento ed elaborazione di immagini telerilevate, all'analisi di fenomeni territoriali in modelli anche complessi.
- Indici di ecologia del paesaggio:
  - applicano modelli derivanti da diverse discipline (teoria della localizzazione, teoria della informazione, ecc.) e sono finalizzati ad elaborare dati di interesse ecologico, quali carte dell'uso del suolo, della vegetazione ecc.
- Indici di analisi geomorfologica:
  - sono studiati per descrivere forme di uso del suolo ed estrarre parametri di interesse geografico; si applicano generalmente su modelli digitali del terreno, prevalentemente di elevazione.

# Filtri

- Per filtro si intende una funzione focale che esegue una trasformazione dell'immagine (generalmente una somma pesata).

# Tipi di filtro

**I filtri passa basso.** La caratteristica fondamentale dei filtri passa basso è che i loro coefficienti hanno somma pari a 1. La media è un classico esempio di filtro passa basso.

0.15	0.8	0.4	0.15	0.24	0.16	0.34
0.8	0.1	0.1	0.25	0.58	0.67	0.84
0.75	1	1	0.1	0.44	0.39	0.44
0.22	0.95	1	0.27	0.54	0.36	0.87
0.24	0.4	0.55	0.63	0.32	0.5	0.21
0.8	0.54	0.87	0.98	0.17	0.4	0.34
0.14	0.14	0.66	0.41	0.28	0.99	1

Input

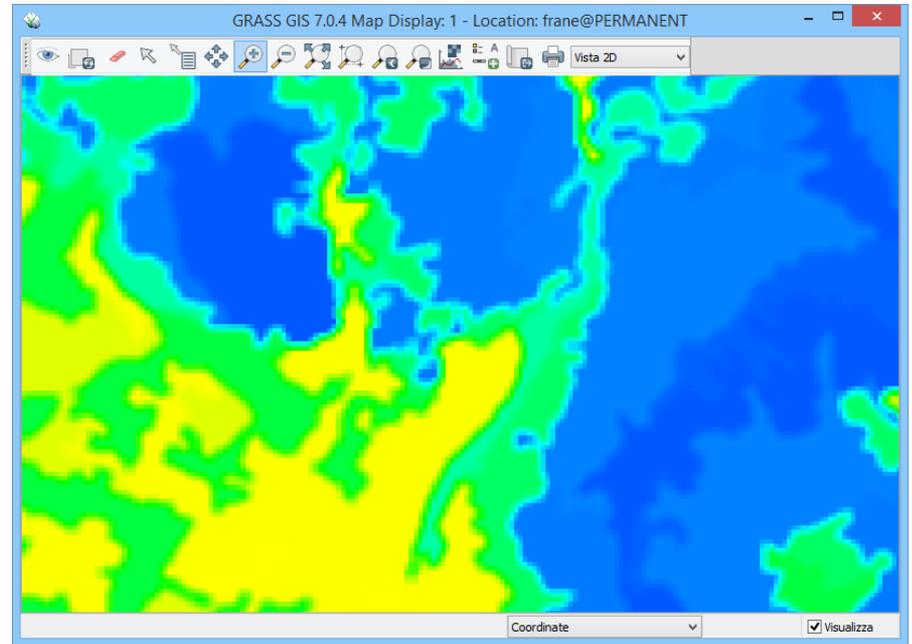
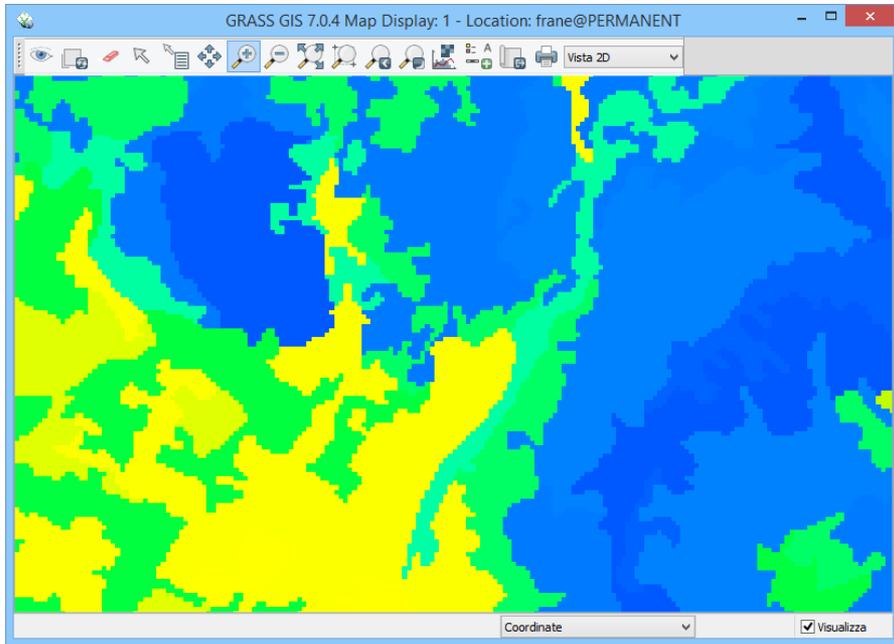
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

Kernel

	0.57	0.43	0.36	0.33	0.46	
	0.66	0.53	0.48	0.4	0.57	
	0.68	0.66	0.54	0.39	0.45	
	0.62	0.69	0.59	0.46	0.41	
	0.48	0.58	0.54	0.52	0.47	

Output

# Tipi di filtro



# Tipi di filtro

**I filtri passa-alto.** Hanno la somma dei coefficienti pari a zero e generalmente combinano coefficienti positivi e negativi. Esempi di filtro passa-alto sono i seguenti:

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

 ; 

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

 ; 

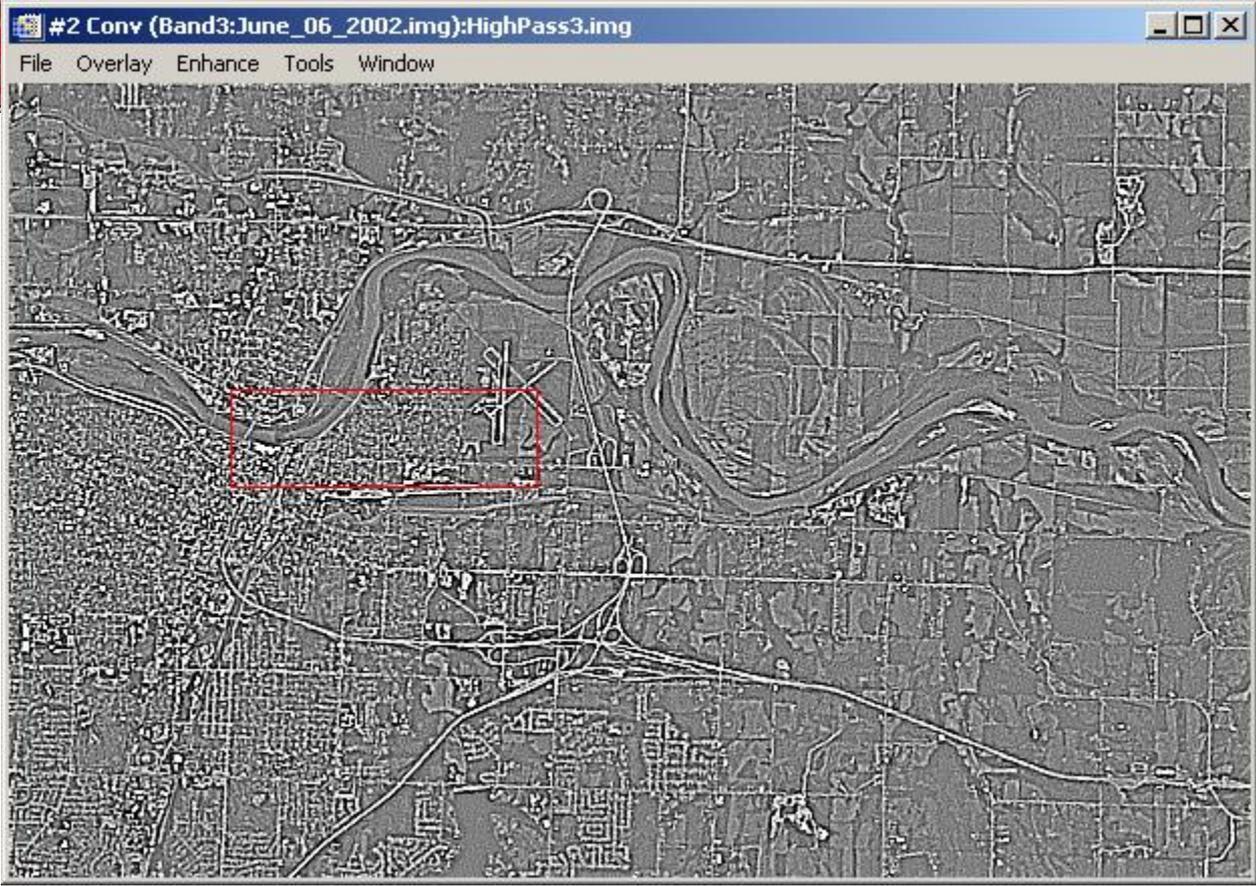
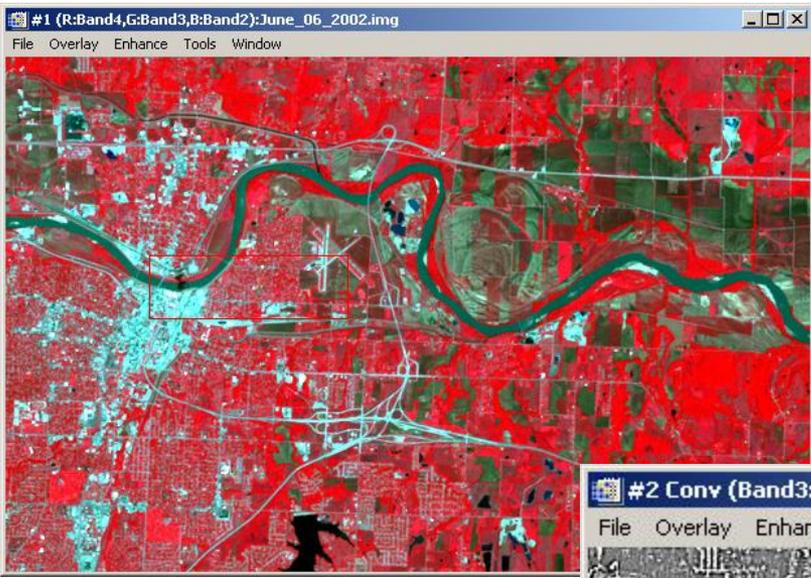
1	-2	1
-2	4	-2
1	-2	1

 .

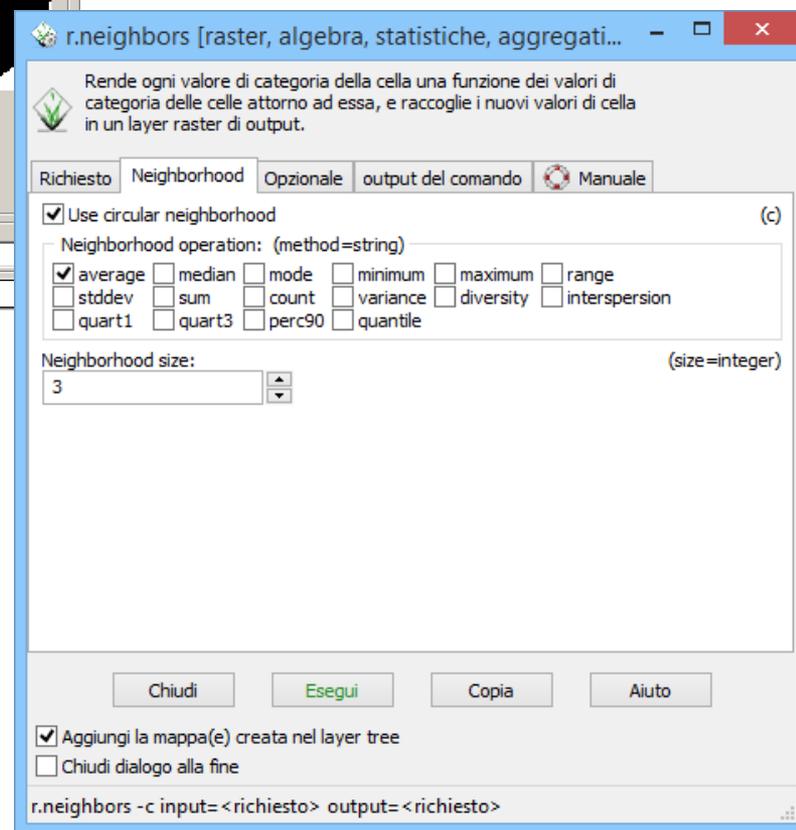
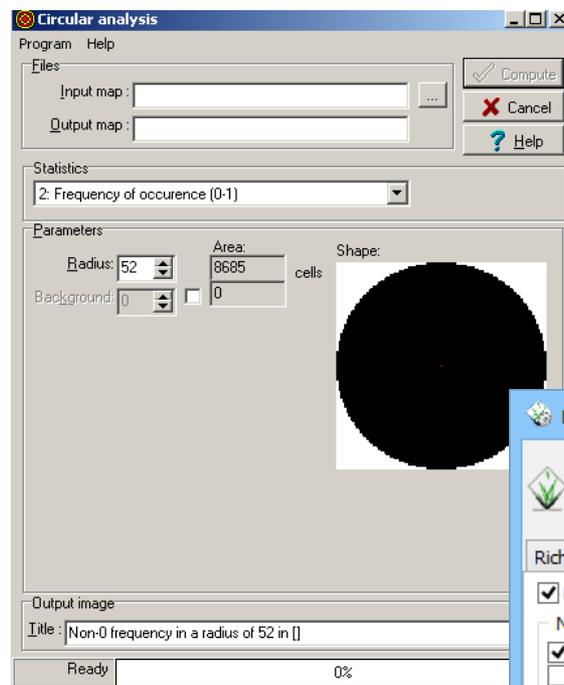
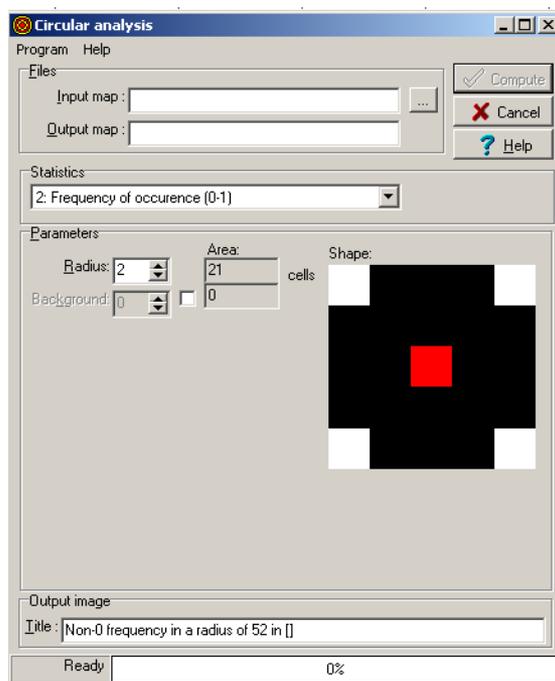
Caratteristica tipica dei filtri passa-alto è quella di esaltare le discontinuità, soprattutto nel caso di elementi lineari (strade, fiumi, ecc.). L'impiego di questo operatore è tipico del telerilevamento

# Tipi di filtro

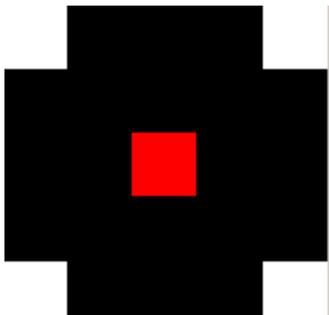




# Operatori focali



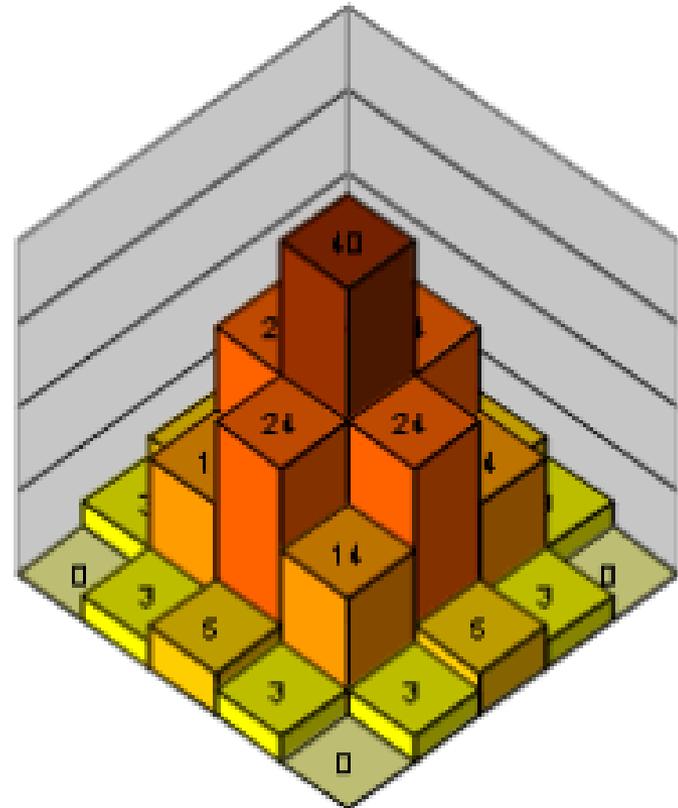
0	1/21	1/21	1/21	0
1/21	1/21	1/21	1/21	1/21
1/21	1/21	1/21	1/21	1/21
1/21	1/21	1/21	1/21	1/21
0	1/21	1/21	1/21	0



1/15	1/15	1/15	1/15	1/15
1/15	1/15	1/15	1/15	1/15
1/15	1/15	1/15	1/15	1/15

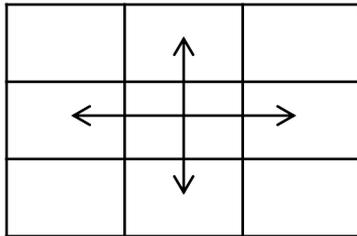
# Filtri gaussiani

0	3	5	3	0
3	14	24	14	3
5	24	40	24	5
3	14	24	14	3
0	3	5	3	0



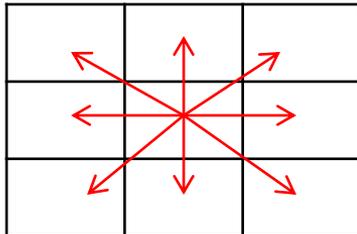
# Filtri gaussiani

## Contiguità



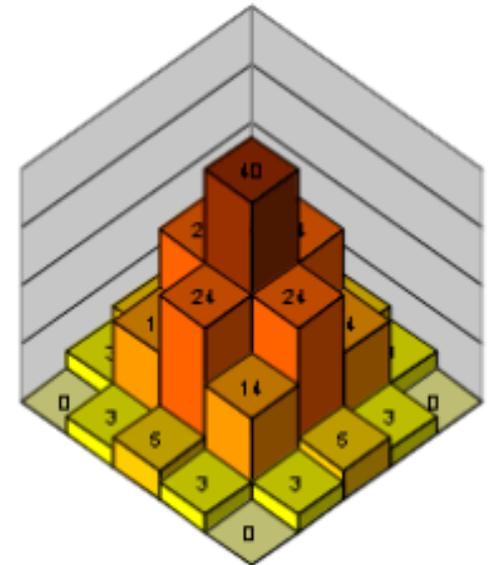
Torre

Rook contiguity



Regina

Queen contiguity





Rende ogni valore di categoria della cella una funzione dei valori di categoria delle celle attorno ad essa, e raccoglie i nuovi valori di cella in un layer raster di output.

Richiesto Neighborhood Opzionale output del comando Manuale

- Non allineare l'output con l'input (a)
- Permetti al file di output di sovrascrivere file esistenti (overwrite)
- Output verboso del modulo (verbose)
- Output quieto del modulo (quiet)

Name of an input raster map to select the cells which should be processed: (selection=name)

Titolo per la mappa raster di output: (title=phrase)

Text file containing weights: (weight=name)  
 Naviga

o inserisci interattivamente i valori:

rica ' Si come e

Sigma (in cells) for Gaussian filter: (gauss=float)

Quantile da calcolare per method=quantile (Range valido 0.0-1.0): (quantile=float)

Chiudi Esegui Copia Aiuto

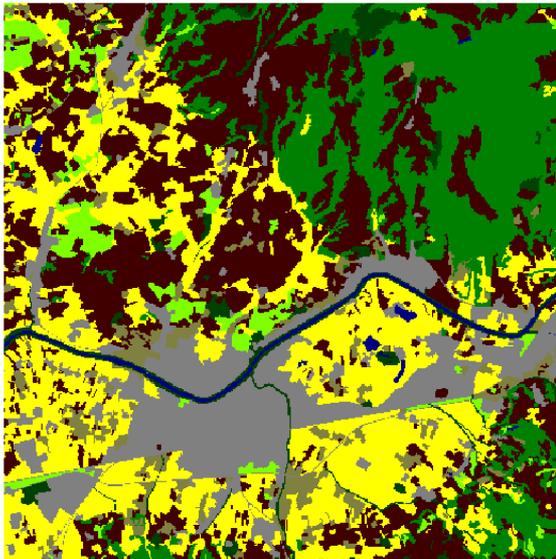
- Aggiungi la mappa(e) creata nel layer tree
- Chiudi dialogo alla fine

# Indici di diversità paesistica

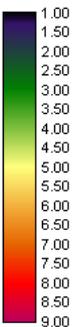
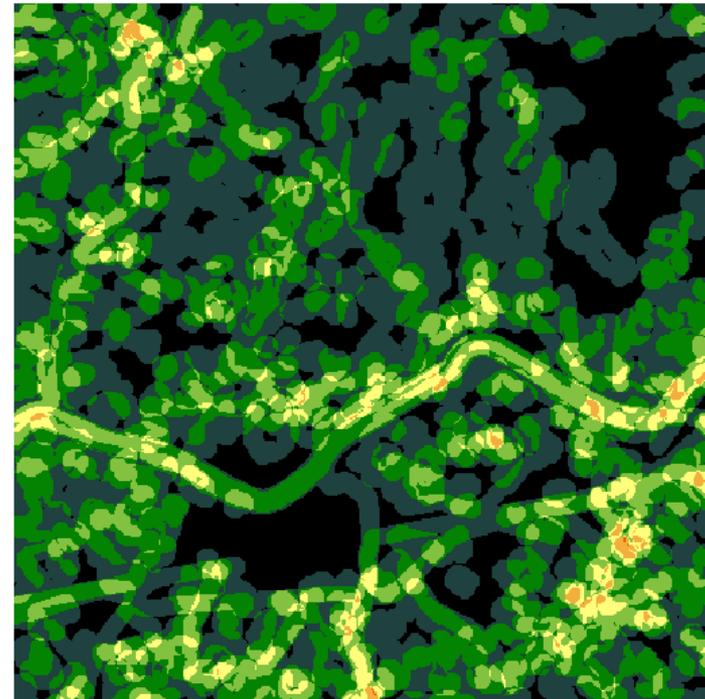
- Un impiego di tipo più specifico delle metodologie basate su finestra mobile è l'analisi della eterogeneità dei mosaici paesaggistici.
- L'eterogeneità territoriale è infatti correlata a molte importanti funzioni ambientali, quali gli equilibri ecosistemici, la capacità di regimare le acque, la biodiversità, ecc..
- Queste tecniche di analisi si applicano a mappe di unità di paesaggio e, tramite indici quantitativi, misurano i diversi aspetti di diversificazione spaziale di un mosaico territoriale

# Ricchezza tipologica

- Misura il numero di tipologie presenti nella finestra mobile



Variety in a radius of 5 in [W1\_classi\_div]



NDC (number of different classes)  
Numero di classi nel kernel (es. ranges da  
1-9, 1-25, 1-49)

# Ricchezza tipologica relativa (relative richness)

- Relative Richness  $R = n/n_{max} * 100$

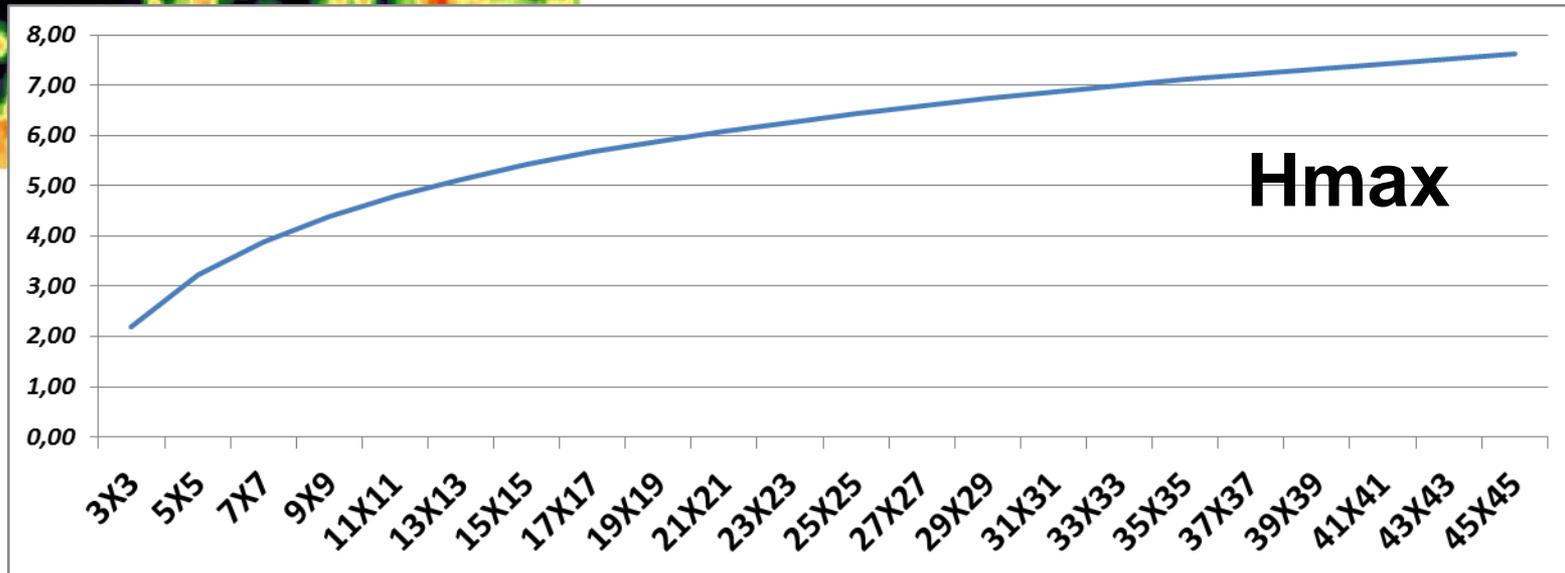
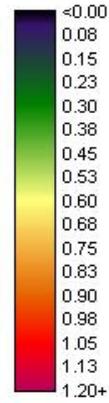
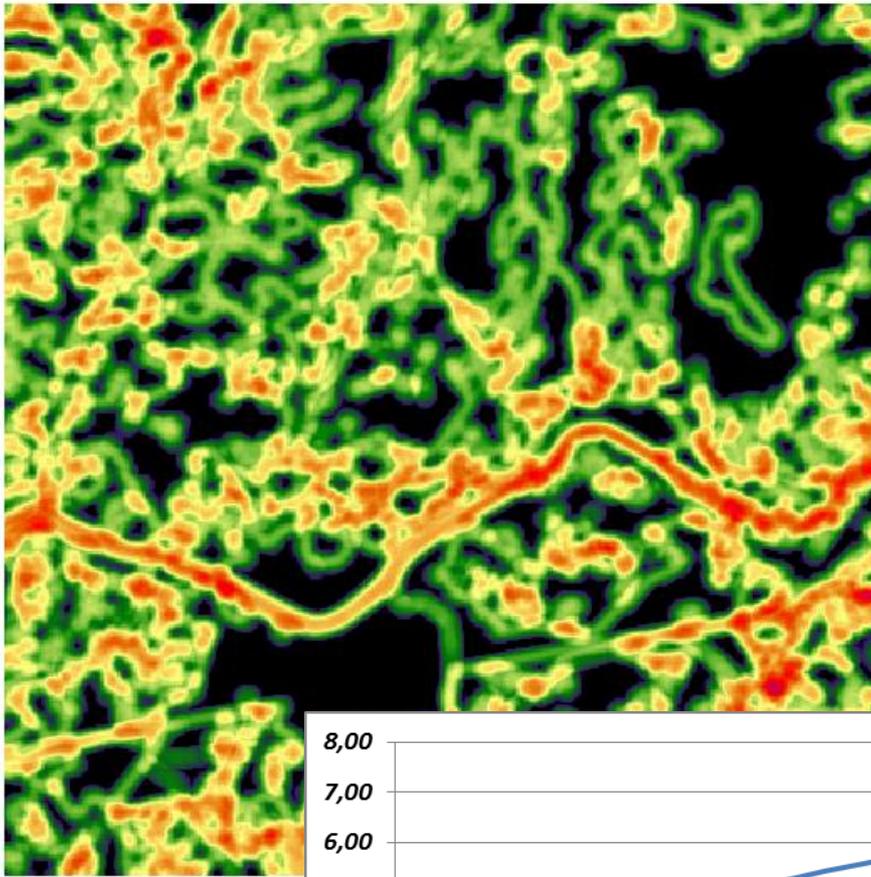
dove:

- $n$  = numero di classi presenti nel kernel
- $n_{max}$  = numero di classi presenti nell'intera immagine

# Indice diversità di Shannon

- Considera ricchezza e estensione delle tipologie nella finestra combinate nella seguente formula
- $$H = -\sum_{k=1}^m (p_k) \ln(p_k)$$
- dove “ $p_k$ ” rappresenta la proporzione del tipo  $k$ -esimo rispetto all’area della finestra mobile ed “ $m$ ” il numero totale di tipi.
- L’indice tende a zero quando la superficie indagata è occupata da pochissime tipologie di copertura dove una sola è dominante (in termini di area relativa) sulle altre.
  
- $H_{\max} = \ln(m)$

Heterogeneity index in a radius of 5 in [W1\_classi\_div]



**Hmax**

# Indice di equipartizione

- Viene calcolata confrontando la situazione di diversità reale con quella potenziale di massima equipartizione:
- $J=H/H_{\max}$ .
- Può assumere valori compresi tra 0 ed 1.
- Tende a zero quando all'interno di un pool di tipologie ne esiste una che è fortemente dominante sulle altre, cioè che ricopre quasi interamente l'area;
- è uguale a 1 quando le estensioni relative delle tipologie sono uguali.

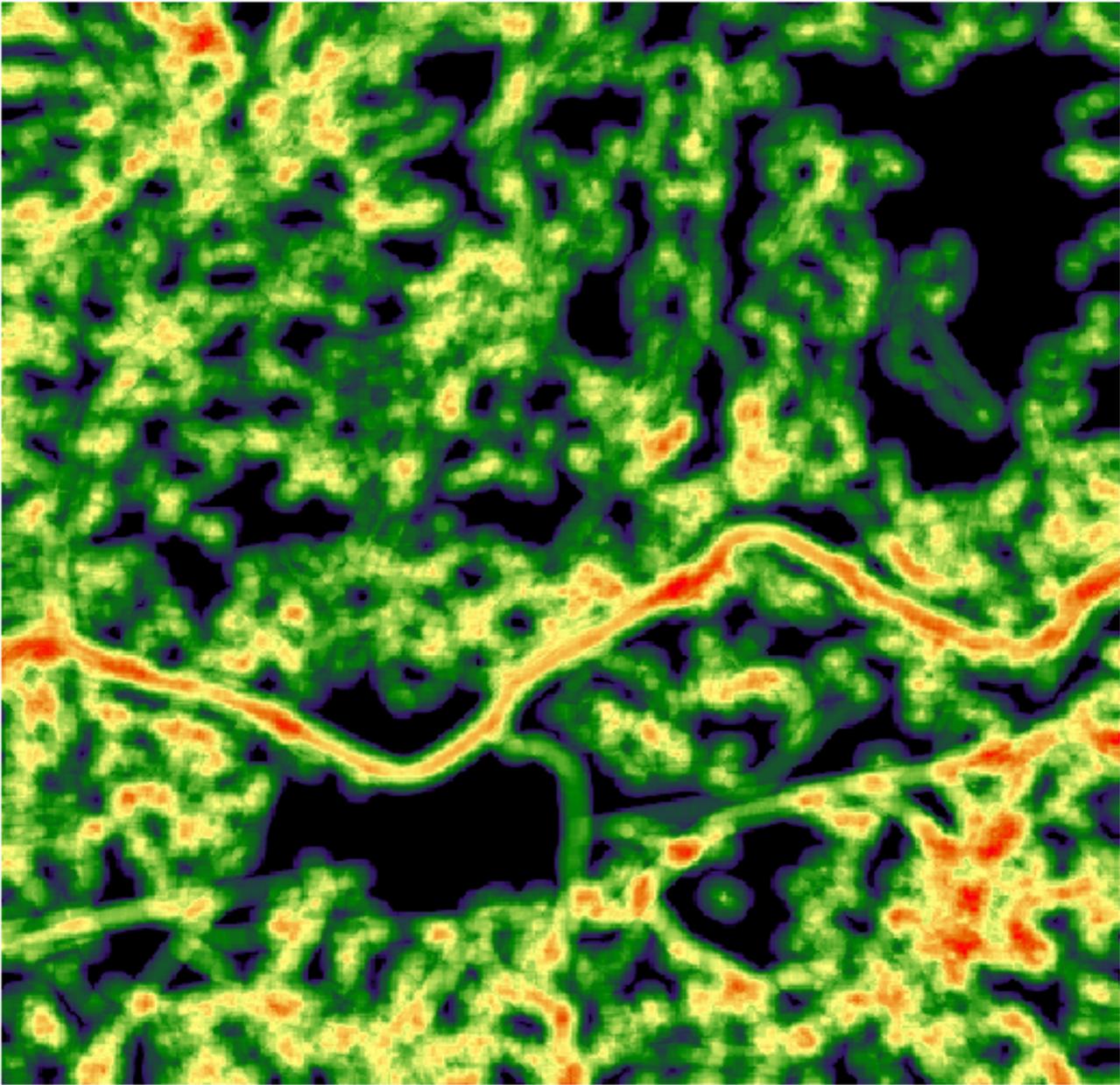
# Densità margini

- Con il termine *edge* si indica il confine tra due classi differenti.
- La densità dei margini (misurata in metri lineari per unità di superficie) è uguale alla somma di tutti i perimetri di una data classe divisa per l'area totale della finestra mobile.
- La densità di margine (ED) si calcola:

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{i,k}}{A}$$

- con  $e_{i,k}$  lunghezza totale in metri del bordo del patch  $k$  della classe  $i$ , ed  $A$  la superficie totale dell'area indagata.
- L'indice cresce al crescere della complessità della distribuzione dei pixel di una classe, nonché dell'eterogeneità del mosaico che costituisce la scena.
- Può assumere qualunque valore maggiore od uguale a zero.

Perimeter/area ratio in a radius of 5 in [W1\_classi\_div]



# Indici di variabilità: ulteriori esempi

## 1) Dominanza $D = H_{\max} - H$

Dove

$H$  = indice di diversità di Shannon

$H_{\max}$  = indice di diversità di Shannon massimo (potenziale) =  $\ln(m)$

## 2) CVN (center versus neighbors)

Numero di celle diverse rispetto al centro (nel kernel)

(ranges from 0-8, 0-24, 0-48)

## 3) BCM (binary comparison matrix )

Numero di coppie diverse in ciascun kernel

# Indici di variabilità: ulteriori esempi

1	1	8
7	3	8
6	5	8

NDC= 6

CVN= 8

BCM= 2