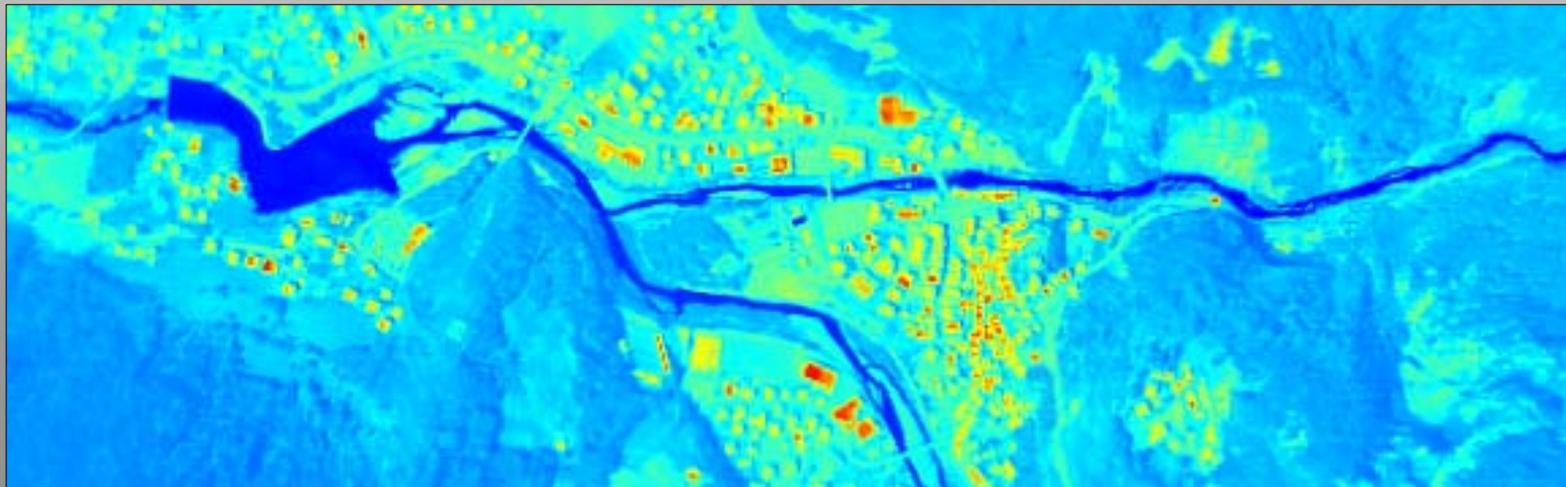


# TLR & TRATTAMENTO IMMAGINI

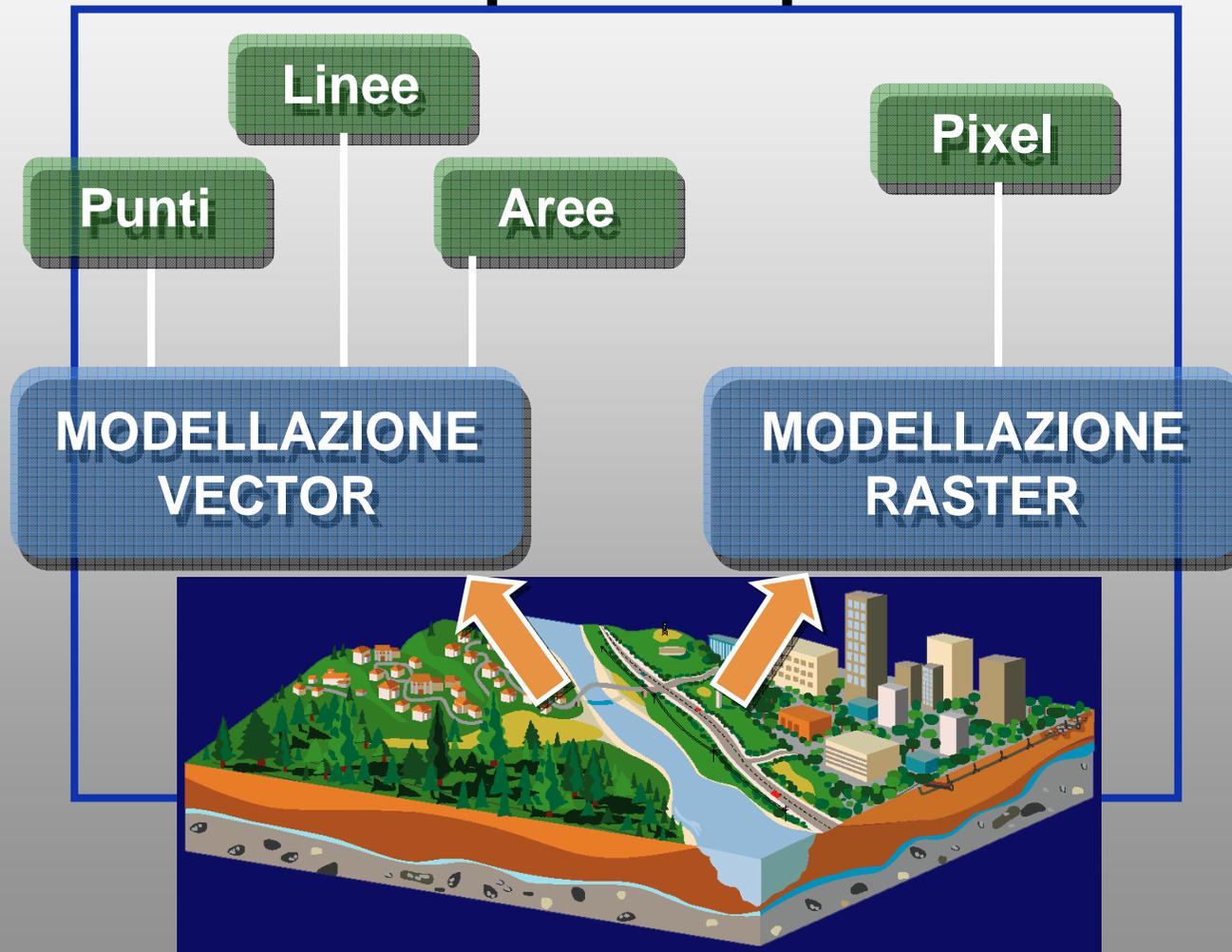


Il paradigma fondato sulla rappresentazione del territorio mediante la cartografia come **“insieme di segni”** è rapidamente declinato per essere sostituito dallo sviluppo del paradigma delle **immagini**, caratterizzato dall'integrazione delle stesse con sistemi di informazioni georiferite.

Occorre analizzare e applicare tecniche e strumenti di monitoraggio satellitare, aereo, terrestre e marino i cui risultati sono orientati alla costruzione di quadri di conoscenza territoriale ed ambientale.

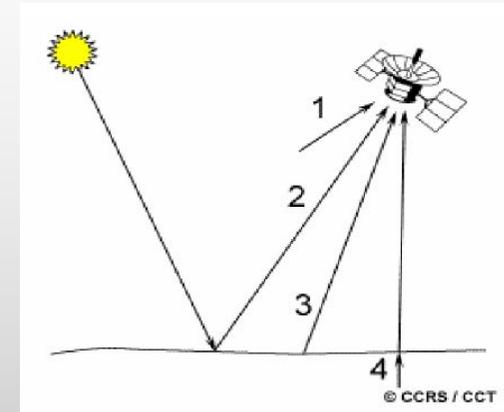


## Modelli spaziali e primitive



## TELERILEVAMENTO

Il TELERILEVAMENTO si può definire come il rilievo e lo studio di oggetti e fenomeni attraverso l'uso di strumenti - i SENSORI - a bordo di piattaforme, distanti (non in diretto contatto) dall'elemento osservato.



Nel TELERILEVAMENTO i sensori catturano la radiazione elettromagnetica riflessa (ma anche emessa) da un oggetto posto sulla superficie terrestre e la convertono in un segnale elettrico

Quindi dalla generazione di un segnale elettrico proporzionale alla quantità di energia EM che giunge al sensore vengono prodotte immagini (registrazione del Digital Number)

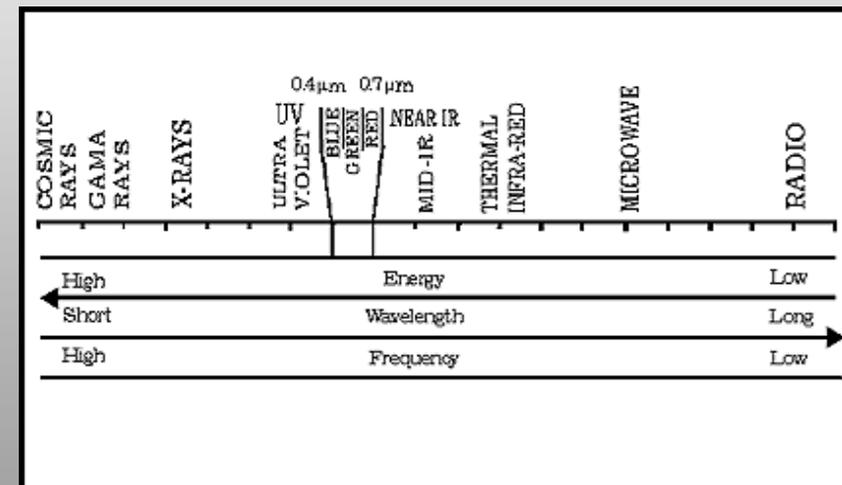
## ENERGIA E SPETTRO

La distribuzione delle energie di radiazione può essere rappresentata sia in funzione della lunghezza d'onda che della frequenza in un grafico noto come spettro elettromagnetico. Per convenzione lo spettro è suddiviso in regioni, ognuna delle quali comprende determinate lunghezze d'onda (o frequenze).

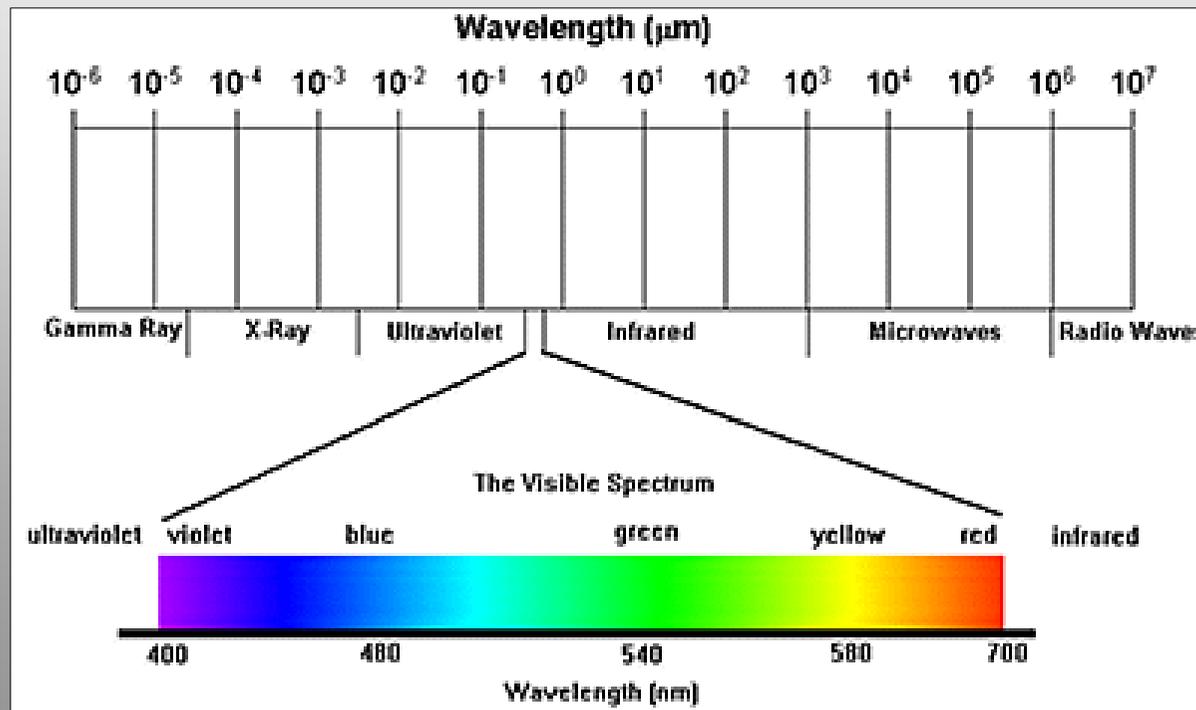
Ogni sensore è progettato per operare in una o più bande dello spettro.

La componente compresa tra  $0,4 \mu\text{m}$  (violetto) e  $0,7 \mu\text{m}$  (rosso)  $\mu\text{m}$  può essere percepita dall'occhio umano, e quindi viene definita visibile, il picco di sensibilità dell'occhio umano è infatti  $0,55 \mu\text{m}$ .

La regione tra  $0,01 \mu\text{m}$  e  $0,4 \mu\text{m}$  è definita ultravioletto e invece la regione sopra il rosso, compresa tra  $0,7 \mu\text{m}$  e  $1000 \mu\text{m}$  è invece chiamata dell'infrarosso.

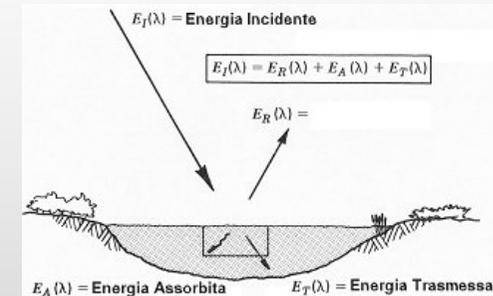


## ENERGIA E SPETTRO



## ENERGIA E INTERAZIONE

La radiazione incidente (tecnicamente, radianza sulla superficie terrestre o oceanica) è caratterizzata da tre diversi modi di propagazione successiva:

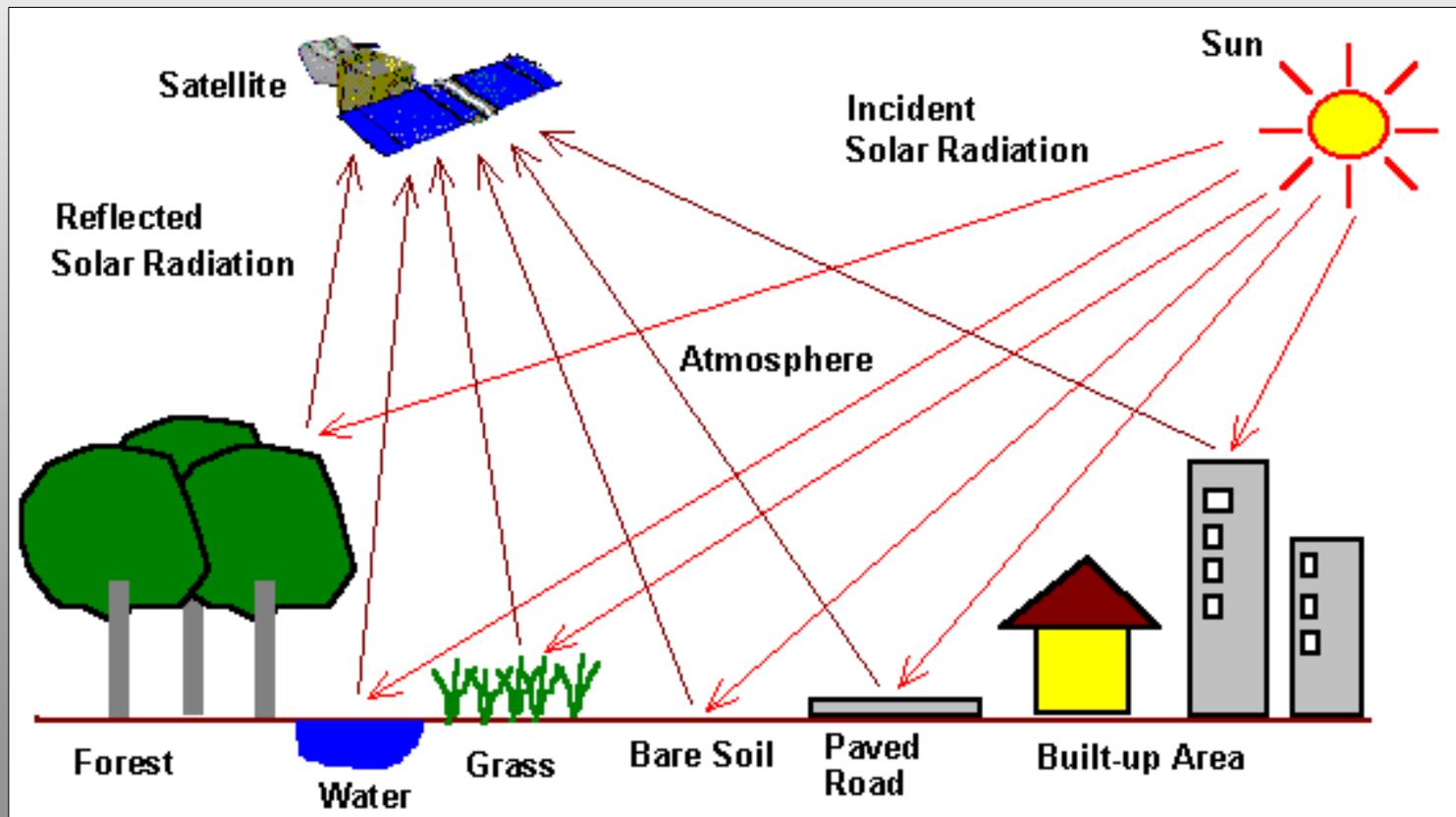


(1) **trasmissione** - parte della radiazione penetra in alcuni mezzi, per esempio nell'acqua;

(2) **assorbimento** - parte della radiazione è assorbita attraverso interazioni molecolari o elettroniche con il mezzo attraversato; in seguito potrà essere parzialmente riemessa (emittanza), soprattutto in corrispondenza delle lunghezze d'onda maggiori, cosicché la radiazione solare contribuisce al riscaldamento dei corpi che forniscono una risposta termica;

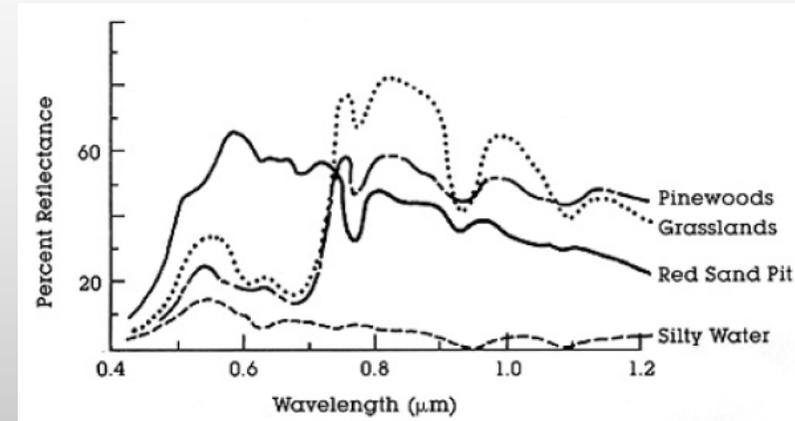
(3) **riflessione** - parte della radiazione è effettivamente riflessa (e diffusa) dal bersaglio a diversi angoli (in funzione della "rugosità" della superficie e dell'orientazione relativa della direzione di incidenza della radiazione solare rispetto all'inclinazione della superficie), inclusa la direzione del sensore che effettua l'osservazione. Un gran numero di sistemi di telerilevamento sono designati alla misura della radiazione riflessa.

ENERGIA E INTERAZIONE



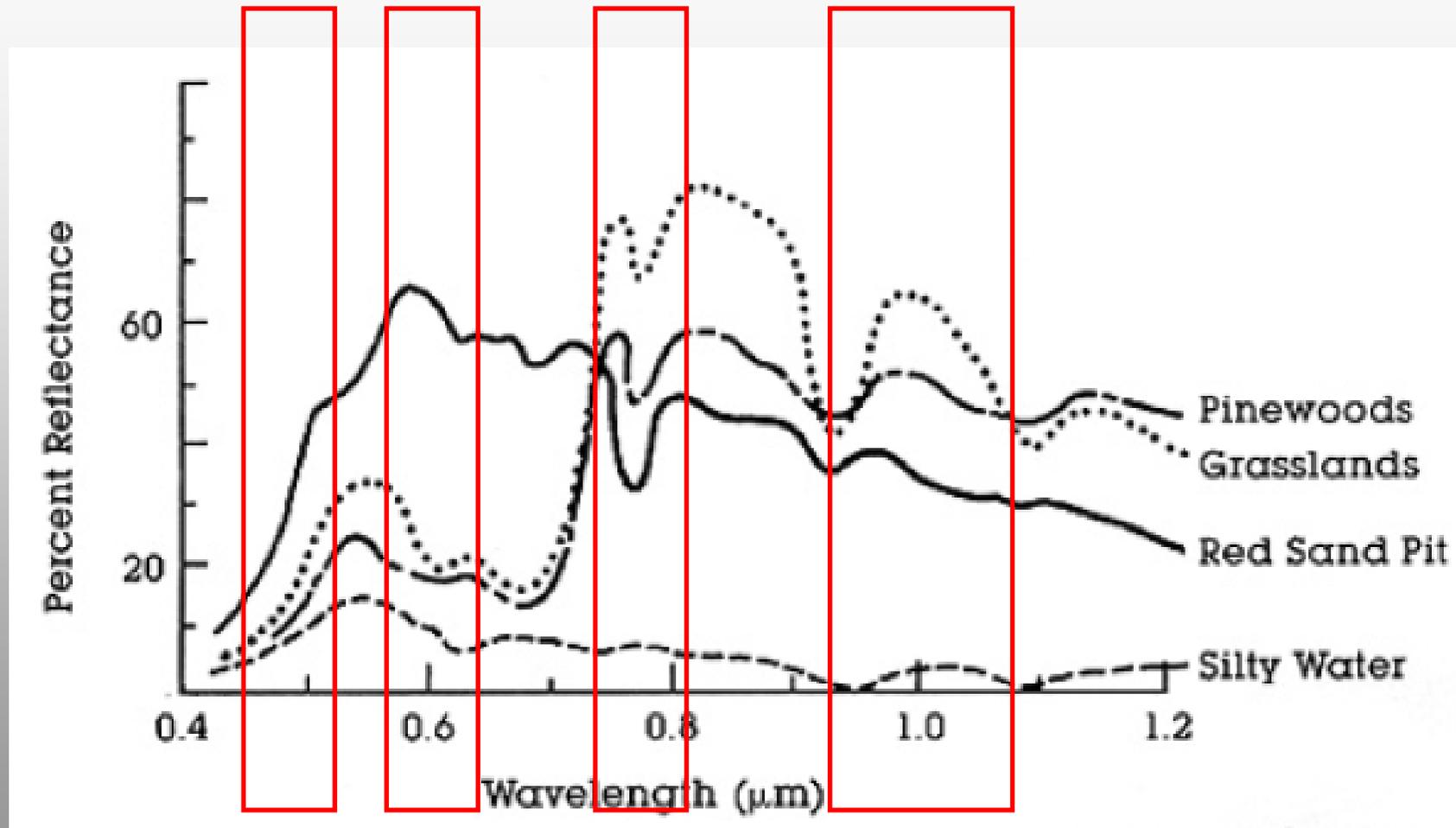
## FIRMA SPETTRALE

La quantità di radiazione elettromagnetica riflessa (ma anche assorbita e emessa) da un oggetto è dipendente dalla sua composizione chimica, dallo stato fisico e dalla sua temperatura e varia al variare della lunghezza d'onda.

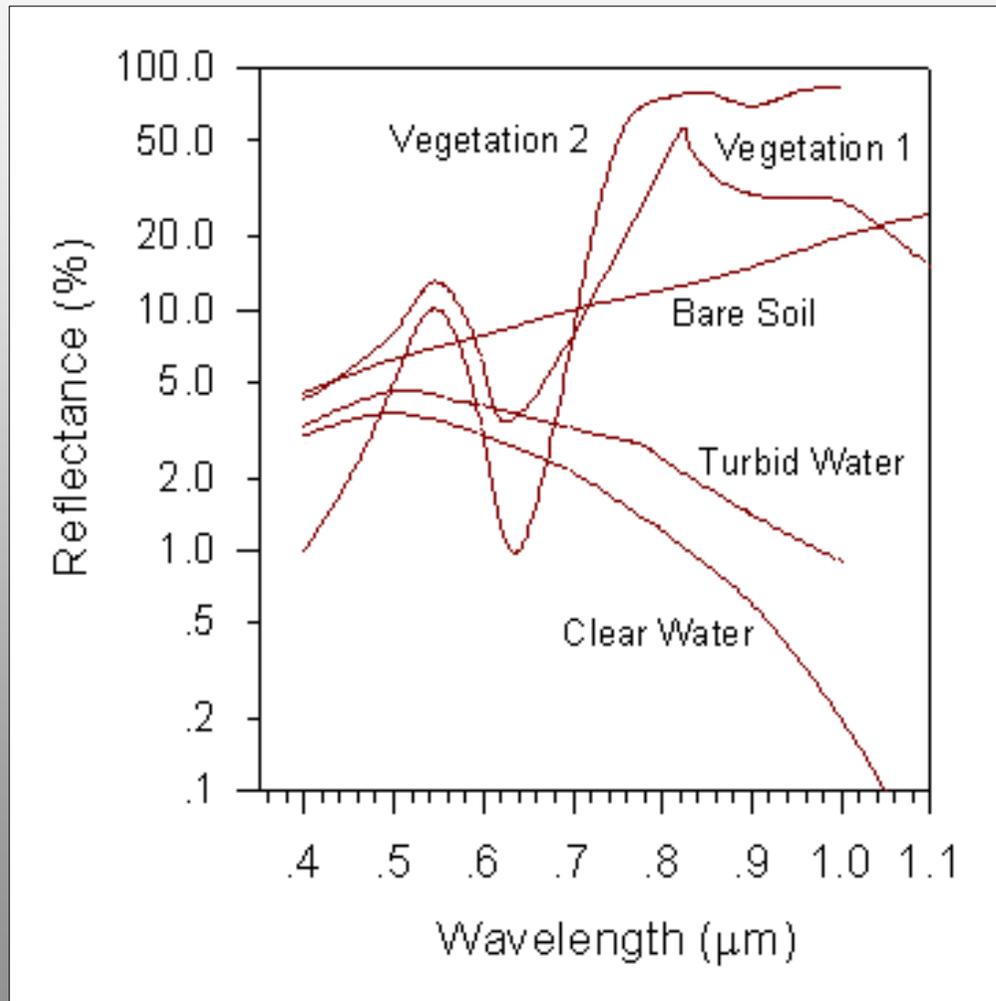


Questa importante proprietà consente l'identificazione e la separazione degli oggetti osservati attraverso la loro FIRMA SPETTRALE.

Misurando l'energia riflessa dagli oggetti alle diverse lunghezze d'onda è possibile costruire la loro curva o firma spettrale.



FIRMA SPETTRALE



## I TIPI DI RISOLUZIONE DI UN SENSORE

**Spettrale:** indica il numero di bande di acquisizione e la loro ampiezza.

**Radiometrica:** sensibilità del rivelatore di un certo sensore nel percepire e codificare in segnale le differenze di flusso radiante. In pratica la risoluzione radiometrica rappresenta il numero di livelli in cui può essere scomposto il segnale originario.

**Geometrica o Spaziale:** dimensioni dell'area elementare al suolo di cui si rileva l'energia elettromagnetica

**Temporale:** periodo di tempo che intercorre tra due riprese successive di una stessa area.

I SENSORI POSSONO ESSERE SIA ATTIVI CHE PASSIVI

## RISOLUZIONE SPAZIALE

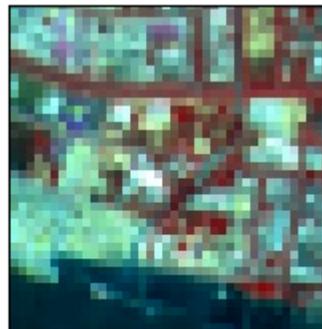
é l'area minima sul terreno vista dallo strumento da una data altezza ad un dato istante e viene rappresentata dalla dimensione dell'elemento di superficie riconoscibile in una immagine registrata da un sistema di telerilevamento o, ancora, dalla distanza minima entro la quale due oggetti appaiono distinti nell'immagine.



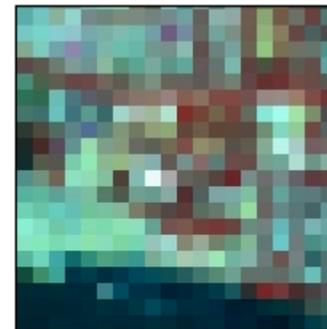
Pixel Size = 10 m  
Image Width = 160 pixels, Height = 160 pixels



Pixel Size = 20 m  
Image Width = 80 pixels, Height = 80 pixels

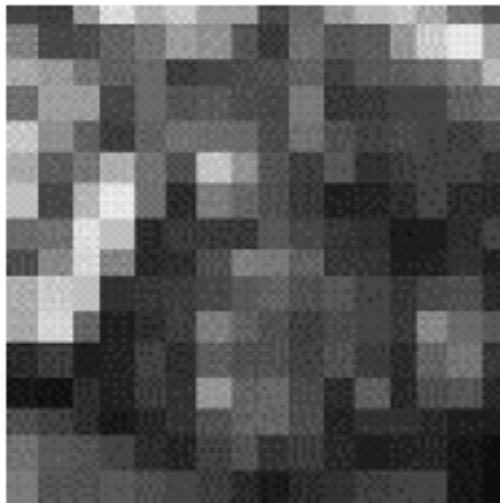


Pixel Size = 40 m  
Image Width = 40 pixels, Height = 40 pixels



Pixel Size = 80 m  
Image Width = 20 pixels, Height = 20 pixels

## RISOLUZIONE SPAZIALE



30 metri



10 metri



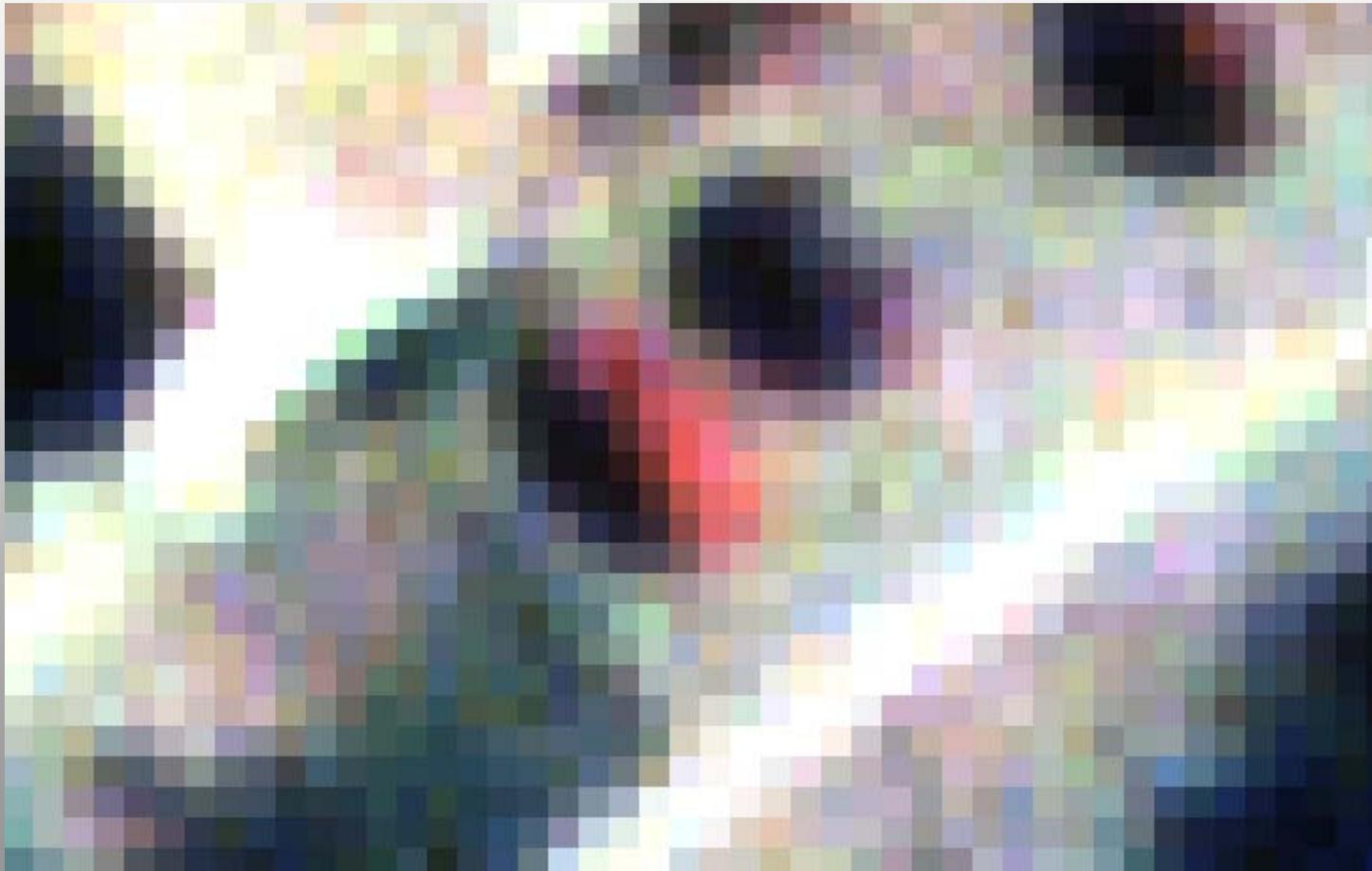
3 metri

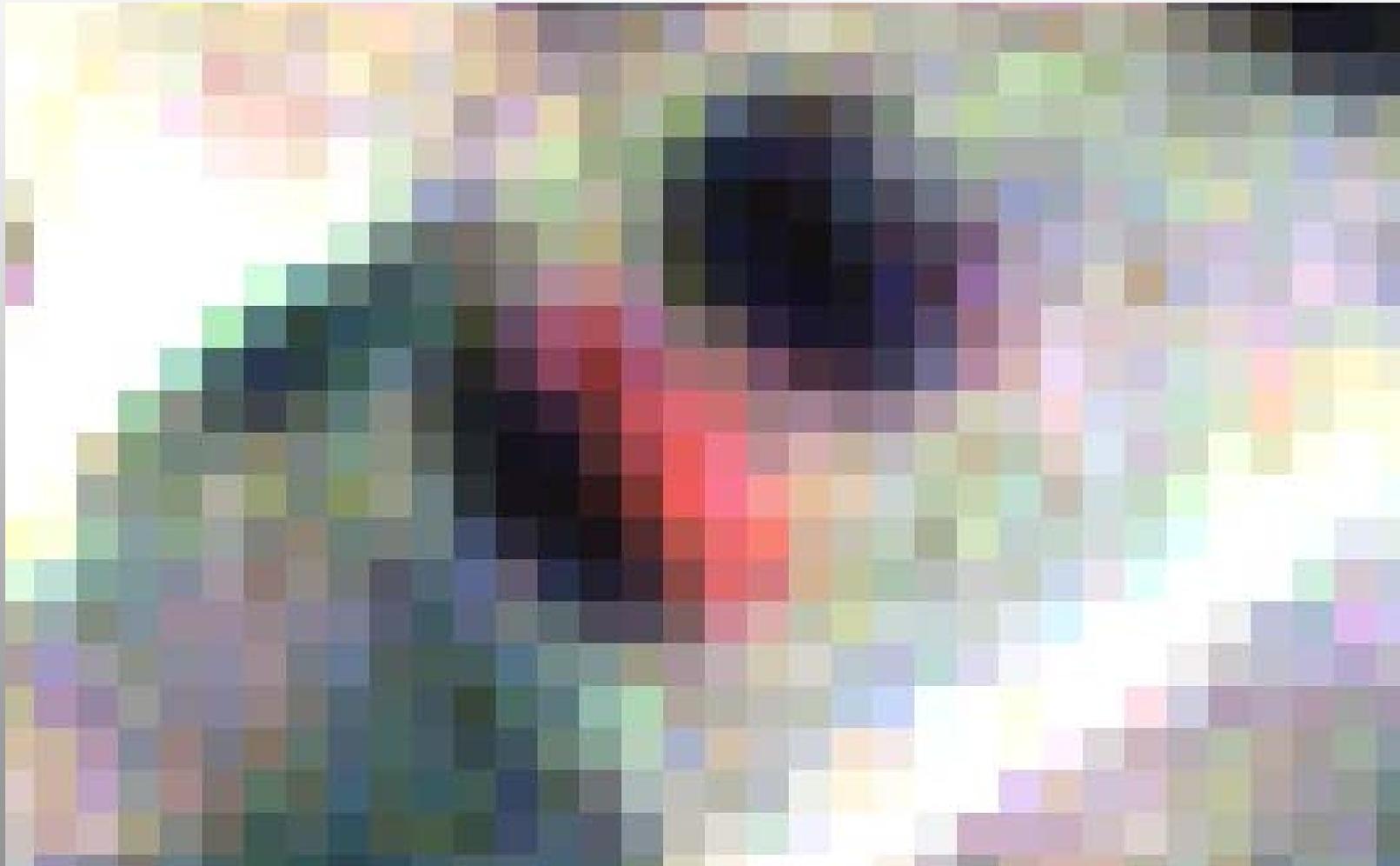


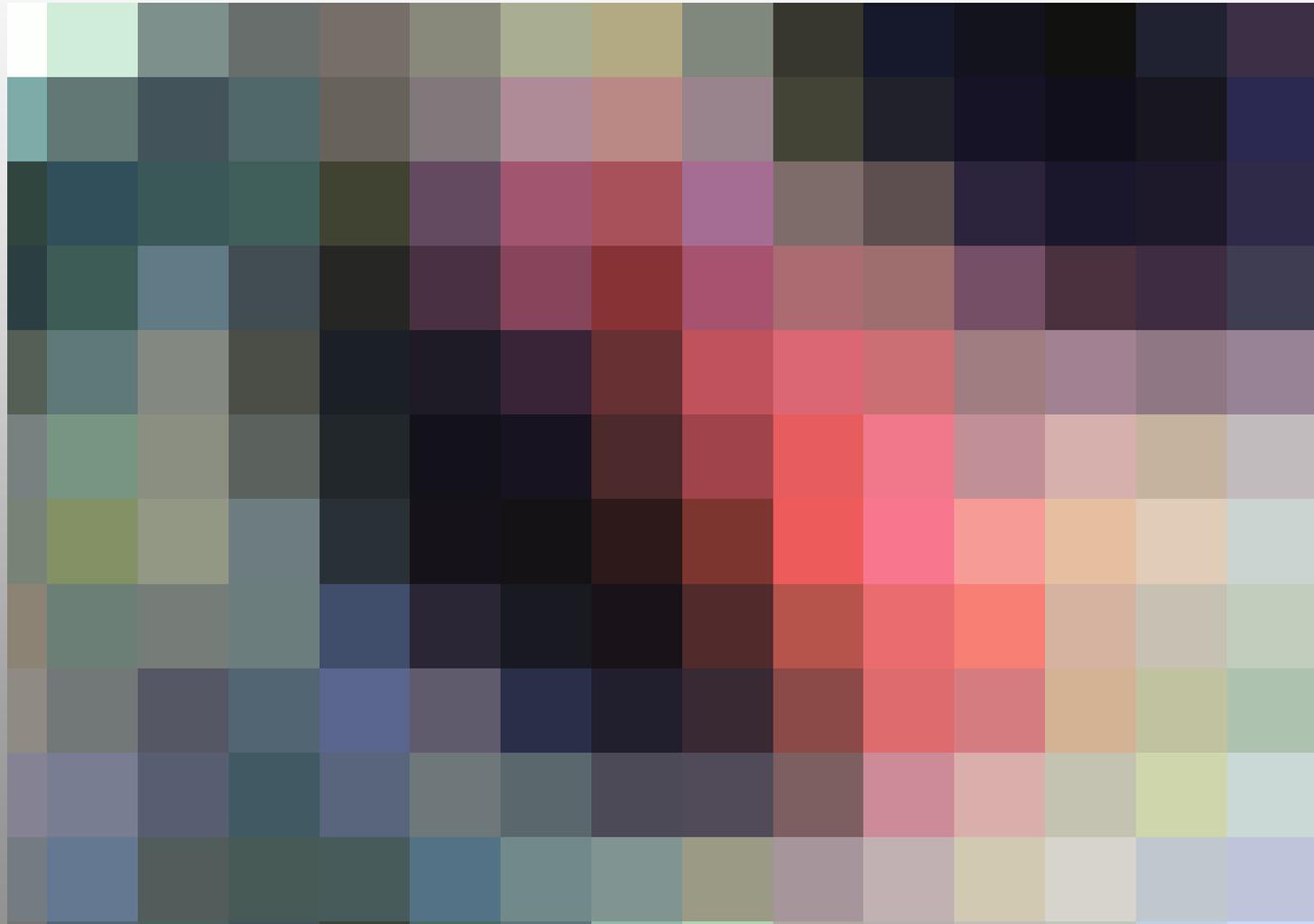












## RISOLUZIONE RADIOMETRICA

Rappresenta la minima differenza di intensità che un sensore può rilevare tra due valori di energia raggianti.

Le caratteristiche radiometriche descrivono il contenuto informativo in un'immagine.



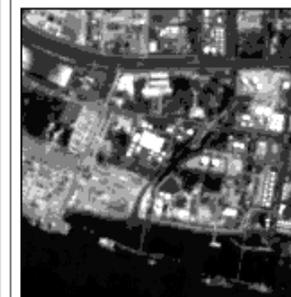
8-bit quantization (256 levels)



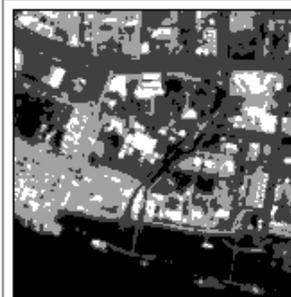
6-bit quantization (64 levels)



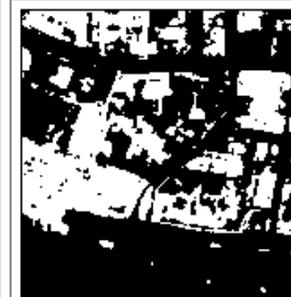
4-bit quantization (16 levels)



3-bit quantization (8 levels)



2-bit quantization (4 levels)



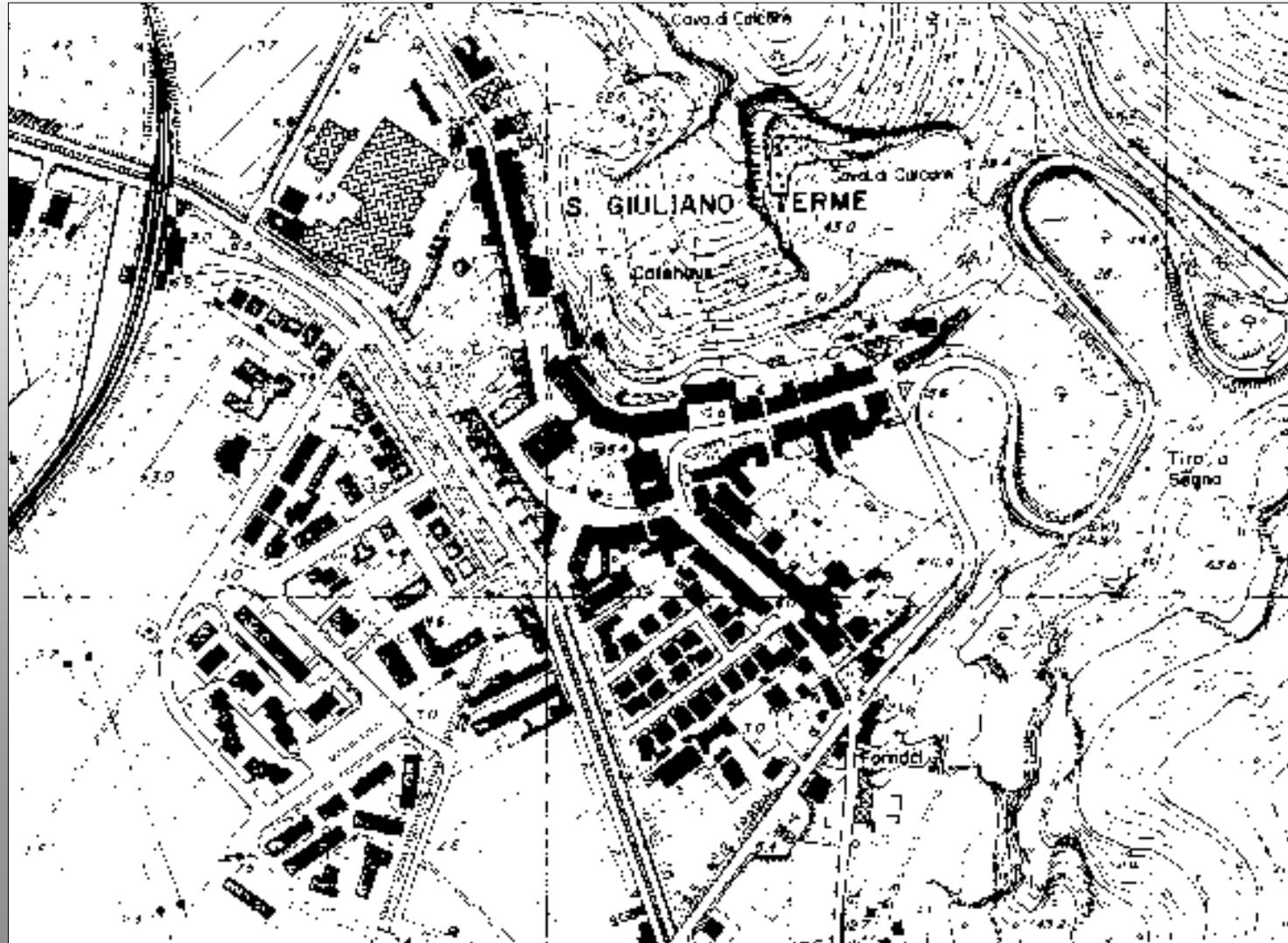
1-bit quantization (2 levels)

IL MODELLO RASTER

Ad ogni pixel è associato un numero che indica quale valore la grandezza considerata assume in quel pixel.

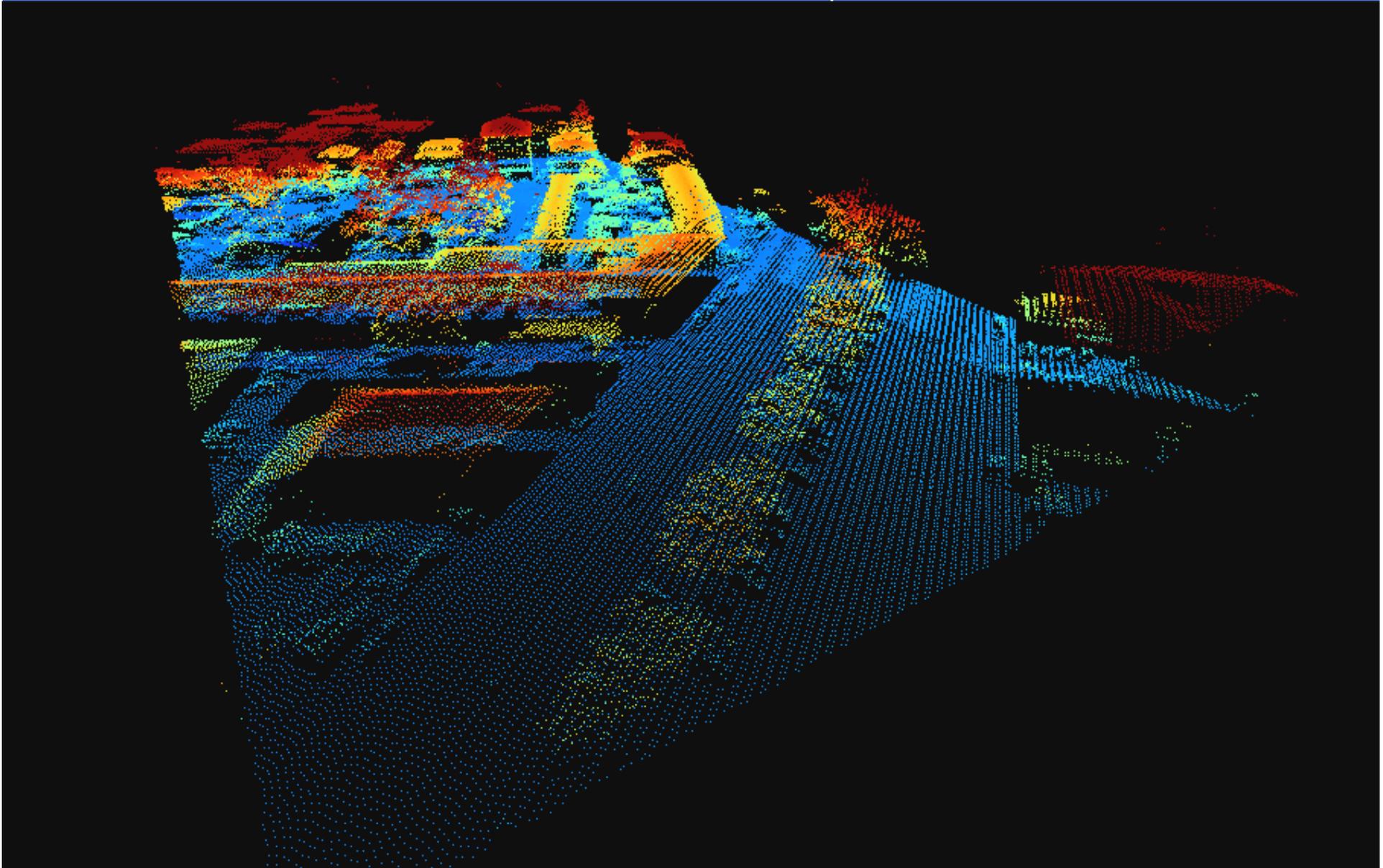
	7	66	70	67	26	24	30	30	32	28
	7	8	77	77	27	26	25	28	27	27
	7	9	75	80	89	24	24	28	28	23
	7	10	11	83	90	24	27	27	29	26
	8	9	90	82	22	24	30	32	26	28
	8	9	86	87	24	26	31	32	29	30
	8	8	80	83	75	26	27	29	30	31
	8	8	10	77	67	25	27	28	31	29
	9	10	11	11	22	24	25	27	29	28
	7	7	11	10	10	27	25	25	24	21



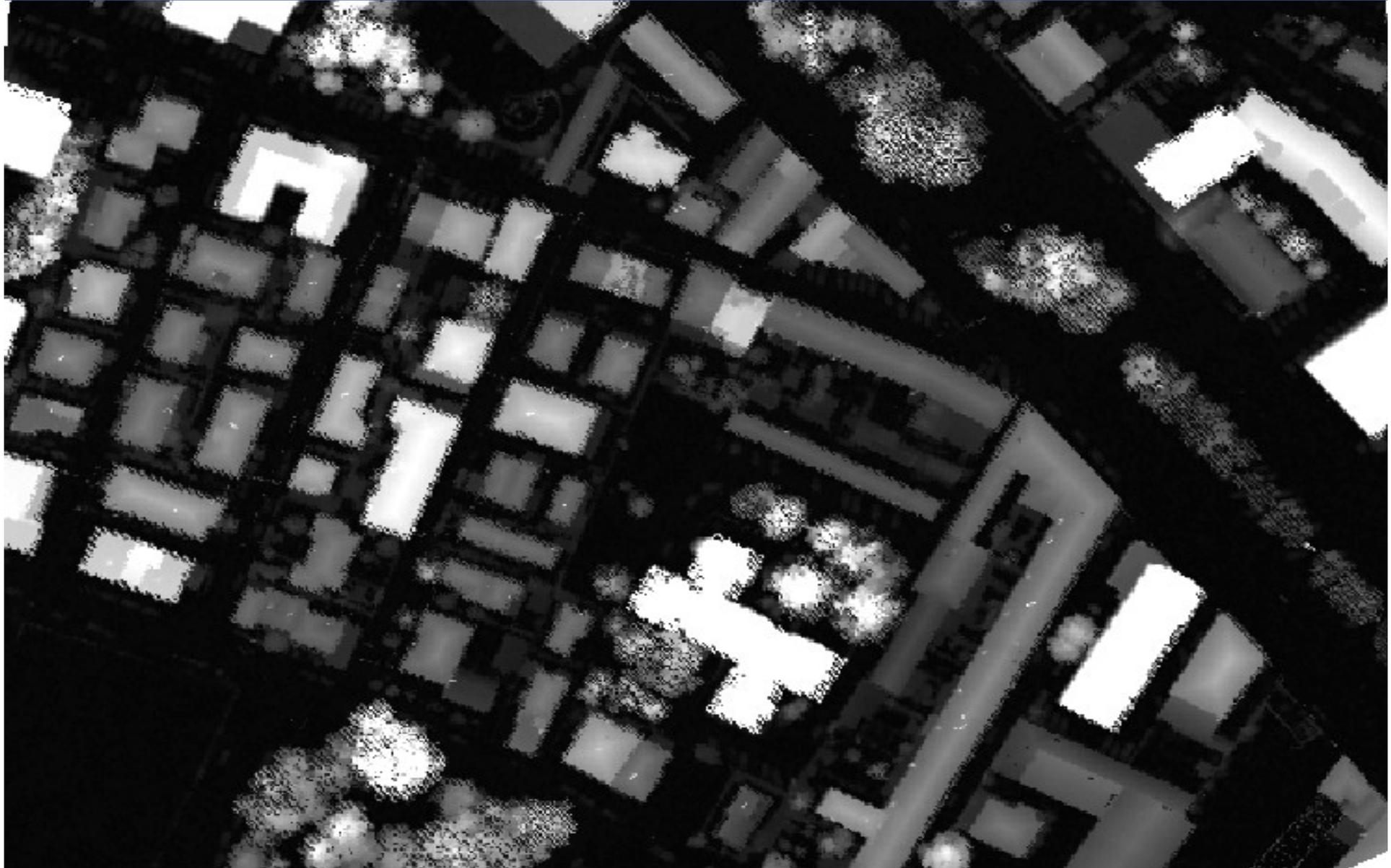




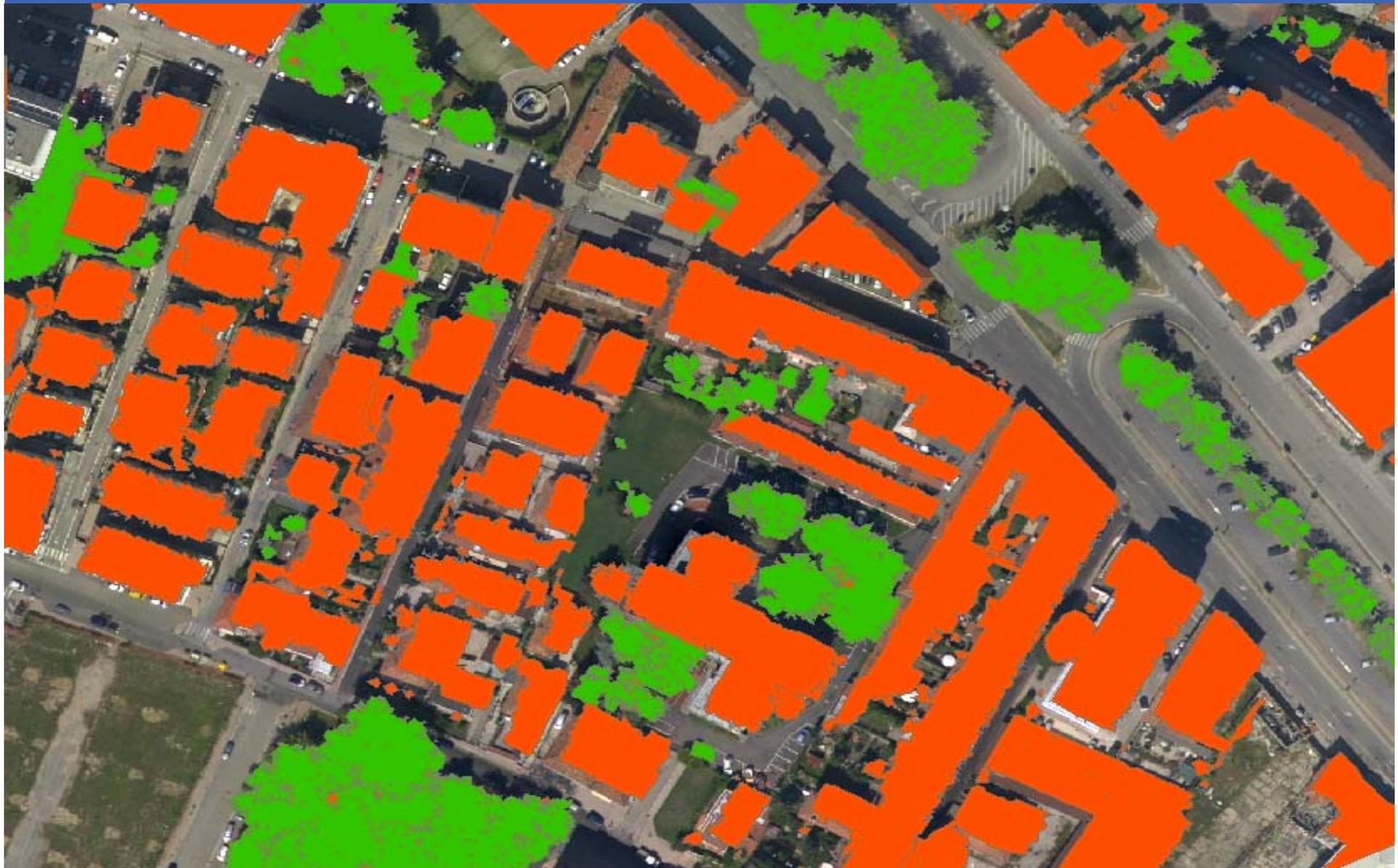
	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	
	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	
	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	
	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	
	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	
	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	
	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	
	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	
	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	
	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	

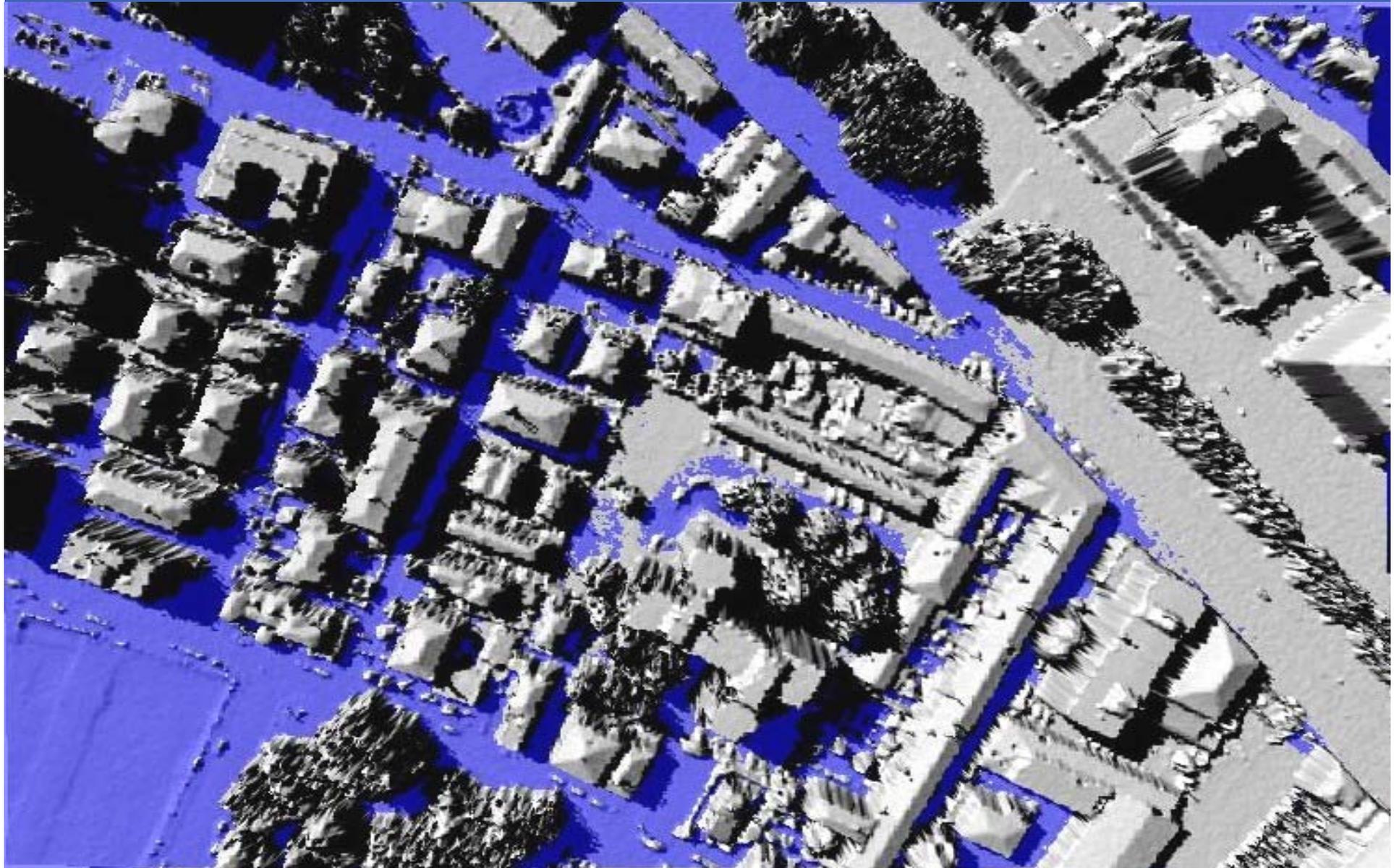


3.21	3.40	4.97	6.36	6.54	6.50	6.26	4.52	2.77	2.77	2.77	2.76	2.74
4.82	4.55	6.27	7.87	9.32	9.85	9.67	8.10	3.74	2.75	2.75	2.74	2.73
6.22	5.49	7.23	8.97	10.70	12.27	13.09	12.02	7.44	3.93	2.77	2.78	2.77
7.60	6.43	8.17	9.91	11.65	13.39	15.10	16.18	13.94	11.05	2.79	2.80	2.81
6.35	7.47	9.11	10.85	12.59	14.33	15.65	14.45	16.75	16.70	14.99	4.29	4.93
6.57	7.25	10.05	11.79	13.53	15.20	15.60	11.20	12.73	16.54	15.24	14.63	9.02
2.89	4.38	7.78	11.18	14.39	15.65	12.53	7.69	6.21	12.42	13.24	14.13	13.10
5.85	5.91	5.00	8.40	11.45	11.66	8.57	4.11	5.26	4.98	8.99	11.89	15.55









# LANDSAT

La serie Landsat, satelliti costruiti dalla NASA, ha segnato la storia del telerilevamento, soprattutto nel campo del monitoraggio e degli studi relativi alla superficie terrestre.

Attualmente sono in orbita, quasi-polare eliosincrona i satelliti 5 e 7.

Dal 31 maggio 2003 non è più in funzione lo Scan Line Corrector (SLC) del Landsat 7 per cui ad oggi si utilizzano dati e prodotti derivati dal Landsat 5.

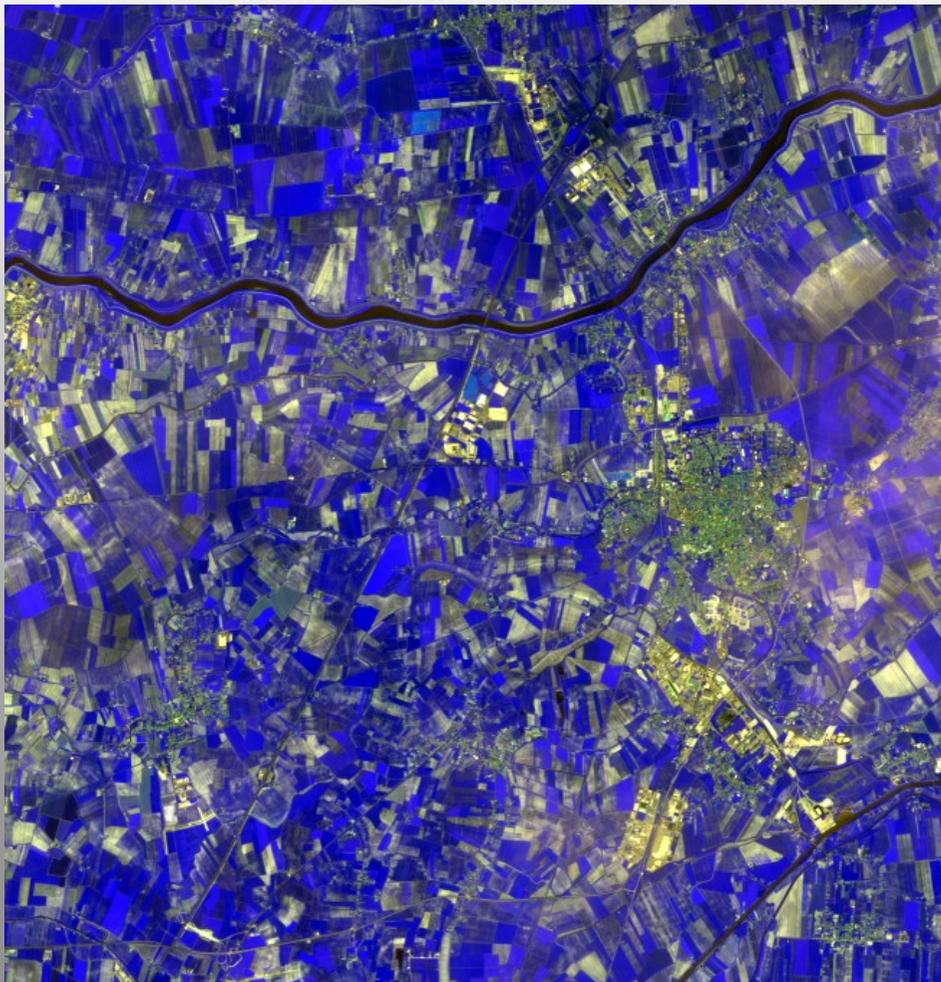


## Progetti principali

Corine Land Cover 2000, si tratta dell'aggiornamento del database CORINE Land Cover con una rappresentazione all'anno 2000, ovvero del database che raccoglie la classificazione della copertura del suolo nei Paesi europei.

Spacecraft	Launched	Out of Service	Instruments
Landsat-1 (ERTS-1)	July 23, 1972	January 6, 1978	RBV, MSS
Landsat-2	January 22, 1975	February 25, 1982	RBV, MSS
Landsat-3	March 5, 1978	March 31, 1983	RBV, MSS
Landsat-4	July 16, 1982	June 15, 2001*	MSS, TM
Landsat-5	March 1, 1984		MSS, TM
Landsat-6	October 5, 1993	October 5, 1993	ETM
Landsat-7	April 15, 1999		ETM+

# SPOT



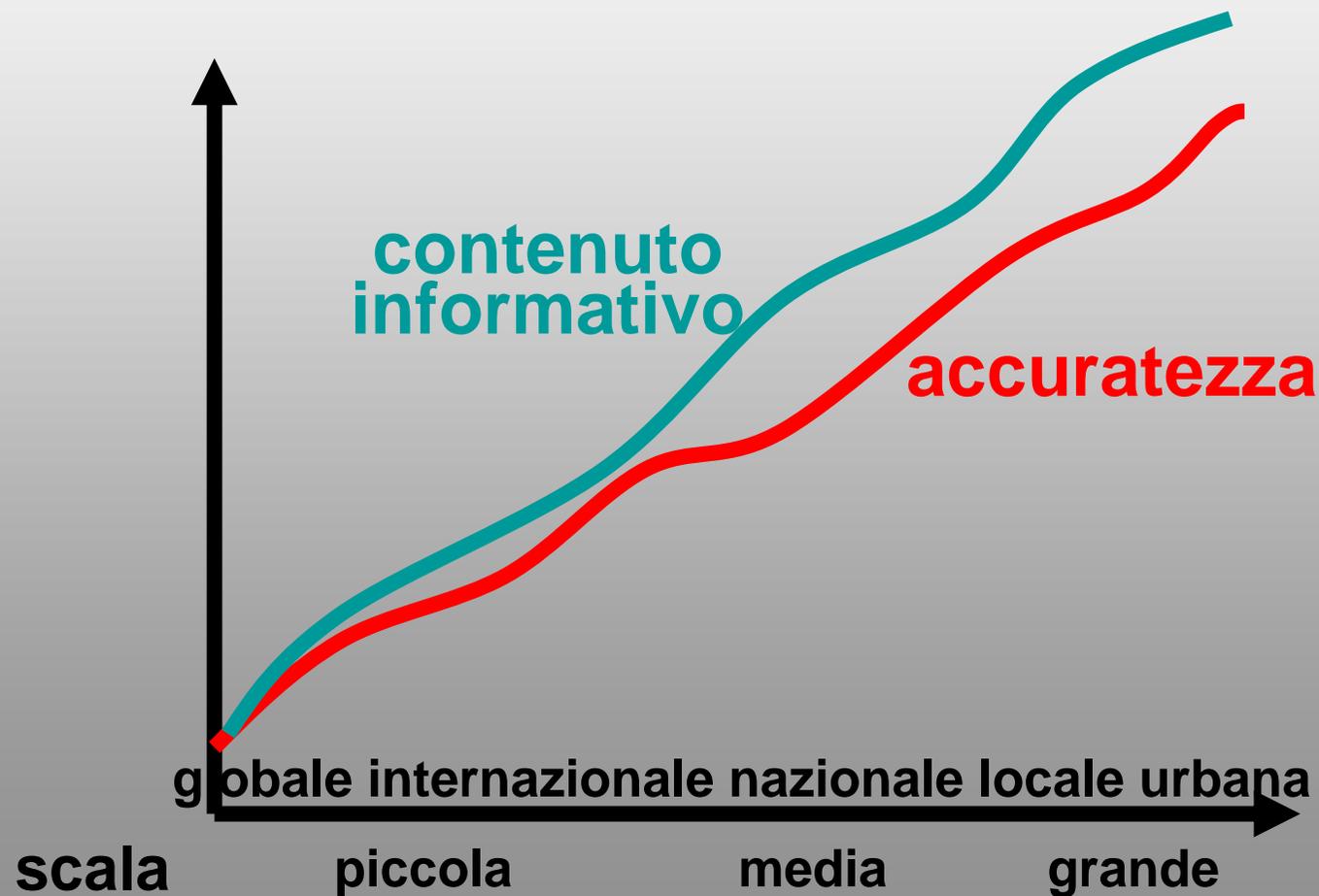
		SPOT
Risoluzione spaziale (m)	PAN	2.5
	MS	10
Swath (km)		11
Risoluzione temporale (gg)		3
Risoluzione radiometrica (bit)		8
Risoluzione spettrale (micron)		4 bande (visibile, infrarosso vicino, E infrarosso medio) 1 pancromatico da 0,48 a 0,7
Distributore dati		Spot Image <a href="http://www.spotimage.fr">www.spotimage.fr</a>

# IKONOS

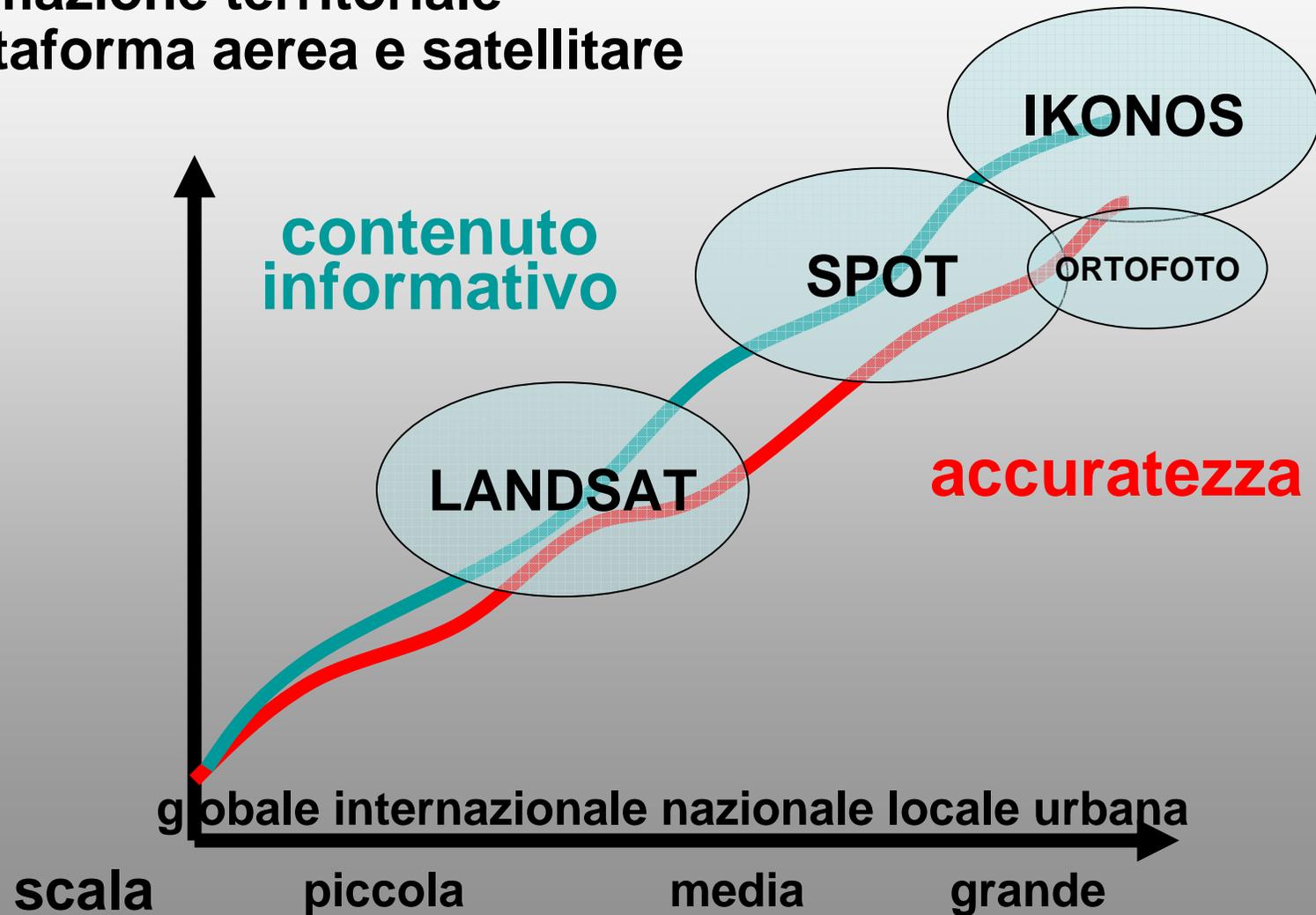


		Ikonos
Risoluzione spaziale (m)	PAN	1
	MS	4
Swath (km)		60
Risoluzione temporale (gg)		5
Risoluzione radiometrica (bit)		11
Risoluzione spettrale (micron)		4 bande (visibile e infrarosso vicino) 1 pancromatico da 0,45 a 0,9
Distributore dati		Spaceimaging <a href="http://www.spaceimaging.com">www.spaceimaging.com</a>

**CONTENUTO INFORMATIVO E ACCURATEZZA DEI LIVELLI INFORMATIVI TERRITORIALI**



## L'informazione territoriale da piattaforma aerea e satellitare





# L'INDICE NDVI

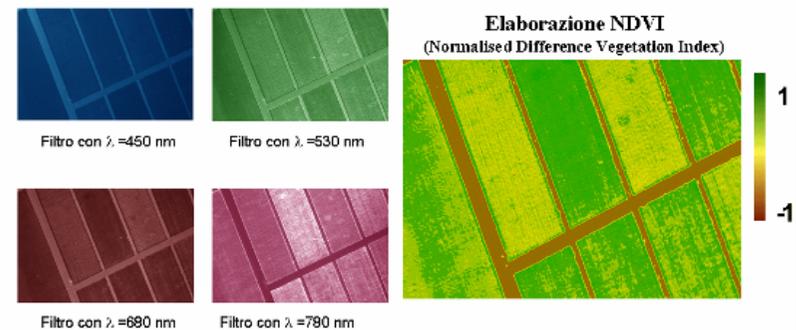
## Normalized Difference Vegetation Index

La vegetazione ha riflettività molto elevata nell'infrarosso vicino e appare rossa nell'immagine

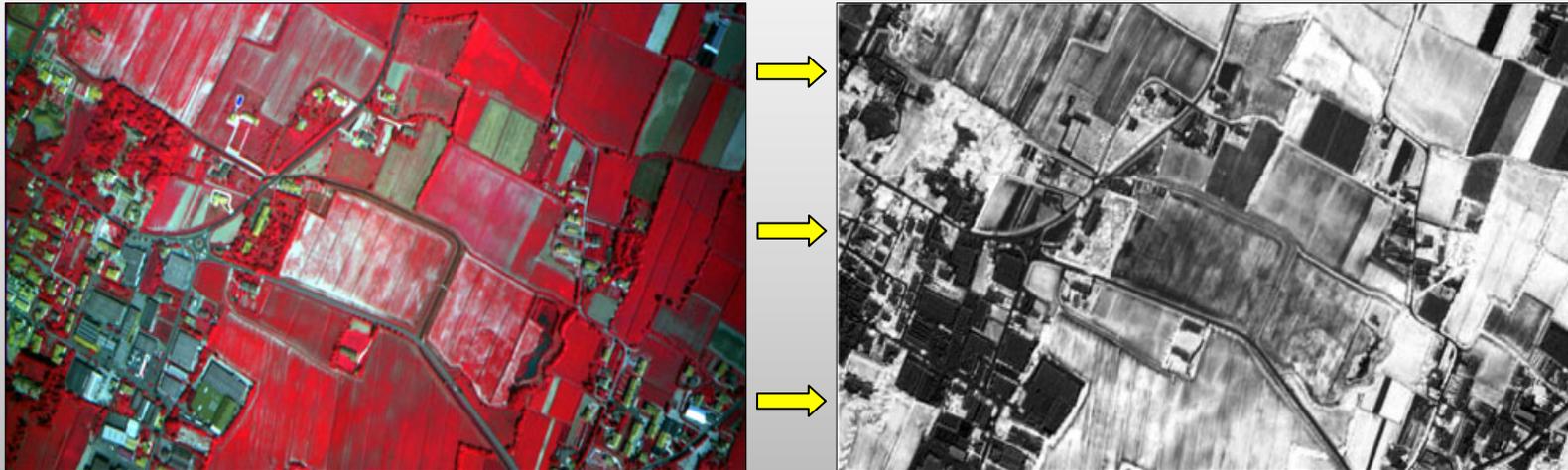
I diversi toni di rosso indicano diversa vegetazione o diverso stato della vegetazione

### Esempio di prodotto derivante da Telerilevamento Multispettrale

La discriminazione radiometrica di frumento coltivato a diverse tesi nutrizionali evidenzia come l'indice NDVI sia in grado di stimare il tenore proteico delle diverse parcelle.



## STRESS VEGETAZIONE



La disponibilità di bande acquisite dal sensore multispettrale, consente di mettere a punto alcune elaborazioni molto efficaci per l'analisi qualitativa dei raccolti.

Un dato utile per coloro che si occupano del monitoraggio delle produzioni della vegetazione (praterie, boschi, pascoli) o per coloro che gestiscono il processo di erogazione di aiuti e contributi previsti da disposizioni comunitarie, nazionali e regionali a favore del mondo rurale.

E' possibile con le bande del rosso e infrarosso vicino, classificare un'immagine per ottenere una stima del contenuto di acqua nei terreni coltivati o per valutare la qualità e quantità relativa di biomassa.

L'integrazione con banche dati provenienti da misure di rilievo a terra consente di fornire una stima più accurata.

# Cos'è una classificazione?

La classificazione è un'operazione con cui a partire da dati telerilevati vengono prodotte delle mappe tematiche dove ogni pixel viene assegnato ad una classe sulla base delle sue caratteristiche **spettrali e/o geometriche**.

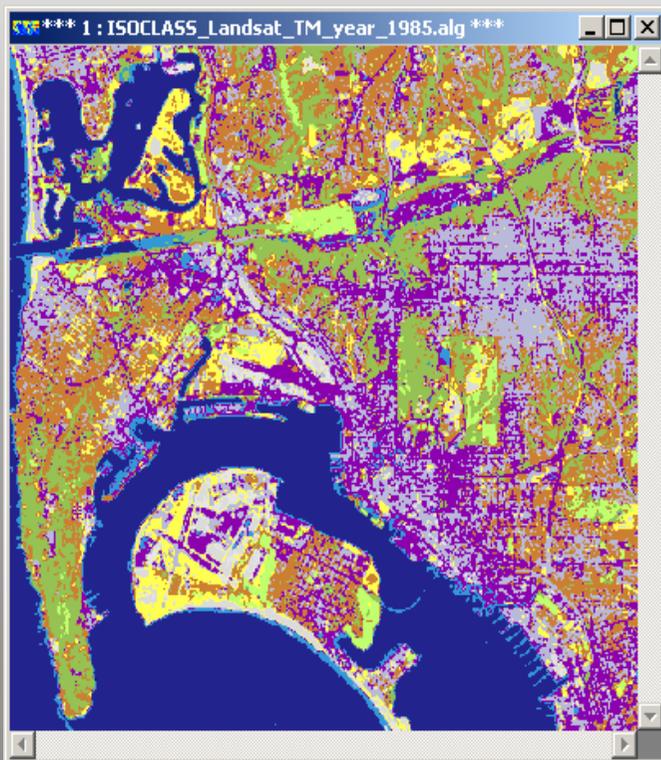
## Tipi di classificazione

I metodi utilizzati per le classificazioni si dividono in:

- Classificazione non guidata (**Unsupervised**): prescindono dalla conoscenza della realtà al suolo e si basano solo su criteri di similarità spettrale;
- Classificazione guidata (**Supervised**): si basa sulla conoscenza di alcune aree campione rappresentative delle classi di superficie;
- Classificazione ibrida (**Hybrid classification**): si tratta dell'utilizzo di entrambi i precedenti metodi in modo che la unsupervised classification possa essere guida per aiutare la definizione dei training sites utili per la supervised classification.

## Classificatori di tipo tradizionale

- ✓ L'algoritmo di classificazione analizza le caratteristiche spettrali di ogni pixel dell'immagine e lo associa alla classe con le caratteristiche spettrali più simili alle sue.
- ✓ Questo può avvenire tramite vari tipi di algoritmi (**classificatori**)



1	Water	35,35,142	Set color...
2	Shallow Water	50,153,217	Set color...
3	Grass	149,194,82	Set color...
4	Roads / Tarmac	140,0,174	Set color...
5	Green Grass	192,255,109	Set color...
6	Bush	204,127,50	Set color...
7	Sand	254,255,81	Set color...
8	Cement / Urban	185,185,217	Set color...
9	White Cement	230,230,230	Set color...
10	Large Buildings	219,219,219	Set color...

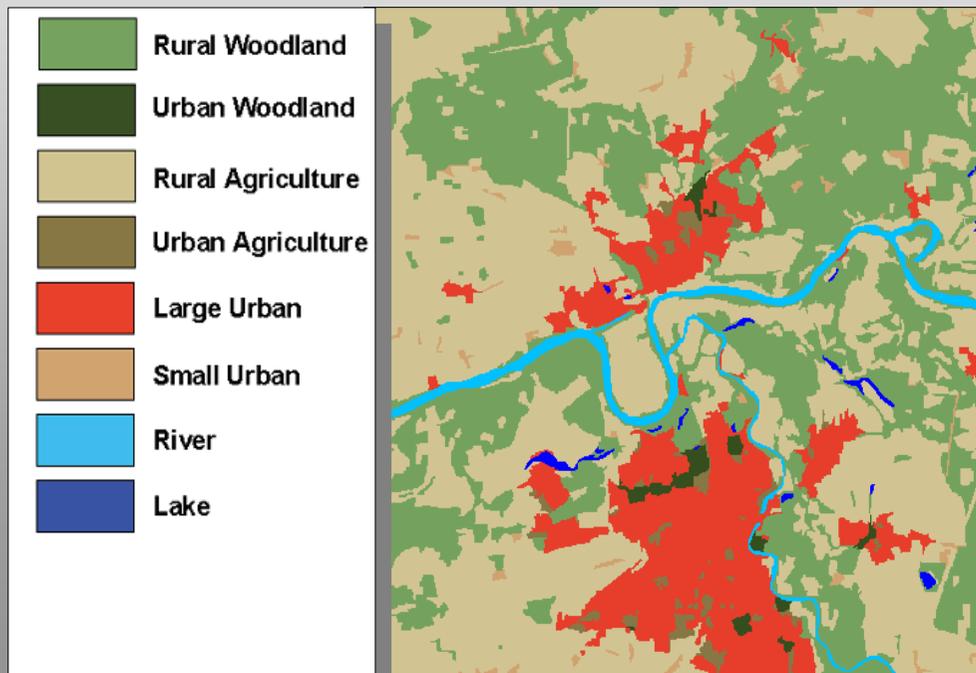
## Classificatori di ultima generazione

In funzione del tipo di approccio utilizzato dal classificatore che può basarsi sull'analisi del singolo pixel o su insiemi di pixel (che assumono il significato di oggetti), si può distinguere tra classificazioni **pixel based** e **object based**.

Per estrarre informazioni il primo passo consiste in un'operazione di **segmentazione**, che consente di dividere l'immagine in tanti "gruppi" di pixel omogenei da un punto di vista spettrale, rispettando al contempo alcuni vincoli geometrici



Il secondo approccio analizza il contenuto informativo di insiemi significativi di pixel (gli oggetti) mentre il primo sfrutta le caratteristiche spettrali di ogni pixel singolarmente.



La classificazione **object-based** valorizza l'elevato contenuto informativo della componente geometrica delle immagini telerilevate.

Per questo motivo risultano di crescente utilità all'aumentare della risoluzione geometrica.

## Classificazione object-based

Per estrarre informazioni il primo passo consiste in un'operazione di **segmentazione**, che consente di dividere l'immagine in tanti "gruppi" di pixel omogenei da un punto di vista spettrale, rispettando al contempo alcuni vincoli geometrici



## Classificazione object-based

Minimizzazione della eterogeneità spettrale e geometrica

Operativamente l'algoritmo di segmentazione procede, a partire da ogni pixel dell'immagine, fondendo o meno poligoni adiacenti in funzione del cambiamento di eterogeneità osservabile tra i due poligoni originari e il nuovo poligono generato

Se cambiamento di eterogeneità  $<$  fattore di scala  $\rightarrow$   **fusione**

Se cambiamento di eterogeneità  $>$  fattore di scala  $\rightarrow$   **poligoni separati**

La seconda fase del processo è la classificazione vera e propria.

Tutti gli algoritmi sviluppati per approcci pixel-oriented possono essere teoricamente applicati anche ai poligoni generati con la segmentazione



## PERCHE' USIAMO GLI OGGETTI ?

- perchè sono *most user-meaningful*
- perchè sono più *user-friendly*
- perché sono *statistically driven*
- sono direttamente utilizzabili  
all'interno dei SIT



La classificazione **object-based** valorizza l'elevato contenuto informativo della componente geometrica delle immagini telerilevate.

Per questo motivo risultano di crescente utilità all'aumentare della risoluzione geometrica.

I pixel dell'immagine originaria vengono aggregati in una serie di passaggi successivi fino a quando i poligoni creati non hanno caratteristiche corrispondenti a quelle definite dall'operatore.

La procedura tende alla minimizzazione dell'eterogeneità spettrale di ciascun poligono derivata dai valori di digital number dei pixel inclusi e sulla base dell'eterogeneità geometrica dipendente dalla forma dei poligoni creati.

L'eterogeneità spettrale ( $h_s$ ) di ciascun poligono generato con il processo di segmentazione è calcolata quale somma pesata delle deviazioni standard dei valori di digital number di ciascuna banda spettrale disponibile rilevati per ciascuno dei pixel inclusi nel poligono.

$$h_s = \sum_{c=1}^q w_c \sigma_c$$

*dove:  $h_s$  è l'eterogeneità spettrale del poligono considerato;  $q$  è il numero di bande spettrali disponibili;  $\sigma_c$  è la deviazione standard dei valori di digital number della  $c$ -esima banda spettrale nel poligono considerato;  $w_c$  è il peso attribuito alla  $c$ -esima banda spettrale.*

L'algoritmo di segmentazione è una tecnica di *region-merging* che "fonde" gli oggetti secondo una funzione di ottimizzazione data da:

$$w_{\text{spectral}} \sum_{nb} w_b \sigma_b + (1-w_{\text{sp}}) \left( w_{\text{cp}} \frac{l}{\sqrt{np}} + (1-w_{\text{cp}}) \frac{l}{lr} \right) \leq h_{\text{sc}}$$

dove

*nb* = numero della banda spettrale

*ob* = varianza interna all'oggetto per la banda *b*

*l* = lunghezza del bordo dell'oggetto

*np* = numero di pixel

*lr* = lunghezza il più possibile minore data dal bounding box dei pixel

La funzione include inoltre altri tre tipi di parametri definibili dall'utente nella composizione del criterio di omogeneità:

*wsp* = parametro spettrale (detto anche fattore del colore) in opposizione ma complementare al fattore di forma, che va a definire oggetti omogenei dal punto di vista spettrale e nel contempo evitare di ottenere oggetti irregolari e ramificati

*wcp* = parametro di compactness che aggiusta la forma dell'oggetto secondo un criterio di compattezza oppure con bordi smoothed.

Definiens Developer Trial - [Level1\_Simple\_Example\_Final.dpr - Level 1 of 1: Classification]

File View Image Objects Analysis Library Classification Process Tools Export Window Help

33.33%

Level 1

Process Tree

- Building Detection
  - 25 [shape:0.1 compct.:0.5] creating 'Level 1' (Evaluation)
  - Classification of Buildings
    - Classification based on Elevation (Buildings have higher elevation)
      - with Mean DSM  $\geq 765$  at Level 1: Building
      - Building with Standard deviation DSM  $\geq 6$  at Level 1
    - Refinement based on spectral information
      - Building with Cust Ratio Green  $> 0.36$  at Level 1
    - Refinement based on context and shape
      - unclassified with Rel. border to Building  $\geq 0$
      - clean up too small Building Objects
        - Building at Level 1: merge region
        - Building with Area  $\leq 7000$  Pxl at Level 1
  - Export
    - unclassified at Level 1: merge region
    - for all

Class Hierarchy

- classes
  - Building

Feature View

Feature	Value
Object features	Customized
Cust Ratio Green	0.3449
Layer Values	Mean
DSM	790.02
Layer Values	Standard deviation
DSM	4.650
Relations to neighbor	Rel. border to
Building	0
Relations to Classification	Class name
Class name(0,0)	Building

Image Object Information

Feature View

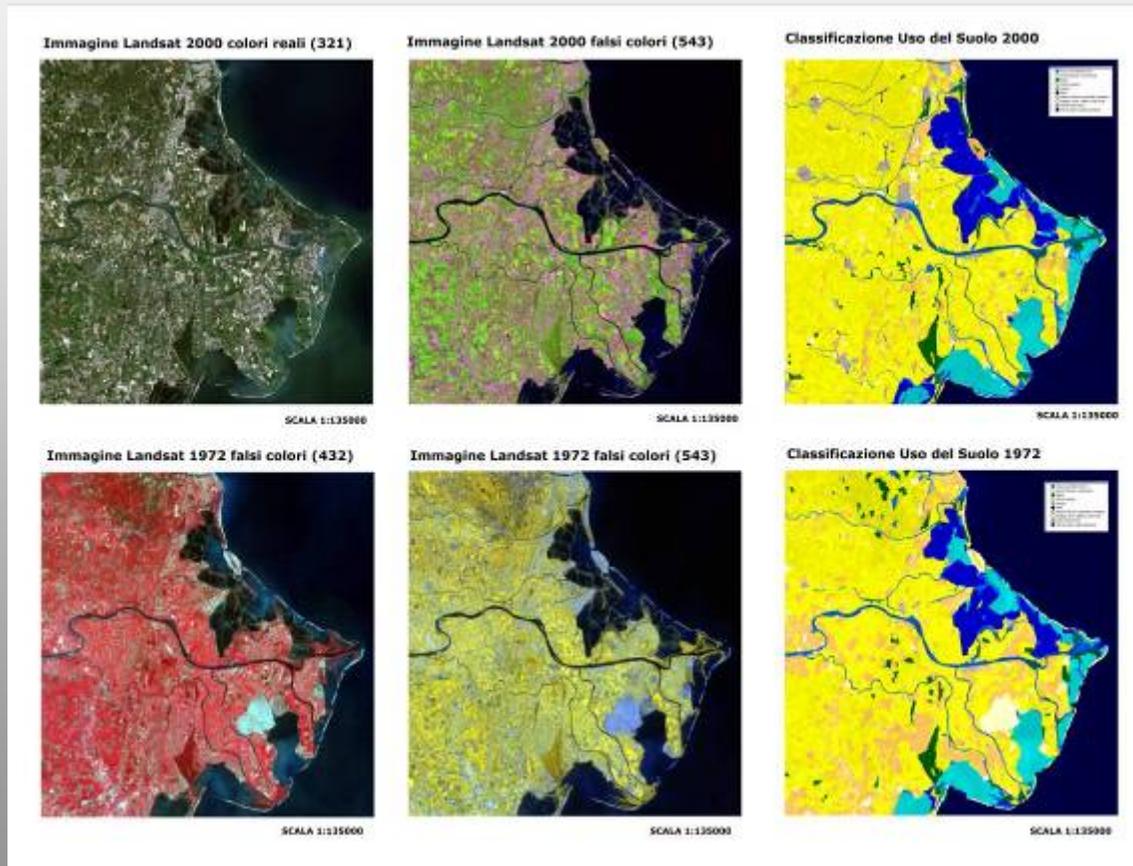
- Object features
  - Customized
  - Layer Values
  - Shape
  - Texture
  - Variables
  - Hierarchy
- Class-Related features
  - Relations to neighbor objects
  - Relations to sub objects
  - Relations to super objects
  - Relations to Classification
- Scene features
- Process-Related features
- Metadata
- Feature Variables

Groups Inheritance

Main

Features Classification Class Evaluation

## basi informative per l'analisi di "change detection"

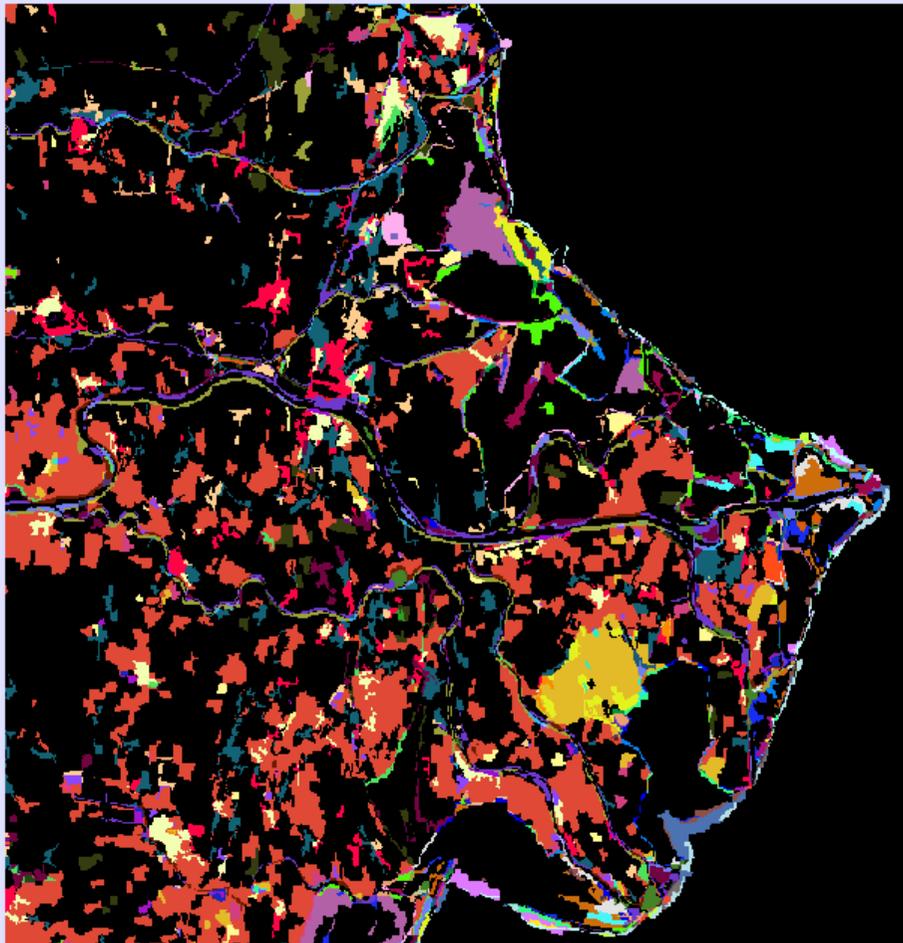


Lo studio delle trasformazioni avvenute è basato sul confronto multitemporale delle immagini Landsat 1970 e 2000



## variazioni d'uso del suolo

### variazioni d'uso del suolo 1972-2000 (matrice di transizione)



<span style="color: red;">■</span>	Colture agrarie to Urbano discontinuo
<span style="color: yellow;">■</span>	Sistemi colturali e particellari complessi to Urbano discontinuo
<span style="color: green;">■</span>	Boschi to Urbano discontinuo
<span style="color: orange;">■</span>	Spiagge, dune, sabbie e aree nude to Urbano discontinuo
<span style="color: purple;">■</span>	Acque superficiali interne to Urbano discontinuo
<span style="color: cyan;">■</span>	Urbano discontinuo to Aree industriali o commerciali
<span style="color: lightblue;">■</span>	Colture agrarie to Aree industriali o commerciali
<span style="color: magenta;">■</span>	Sistemi colturali e particellari complessi to Aree industriali o c
<span style="color: blue;">■</span>	Boschi to Aree industriali o commerciali
<span style="color: teal;">■</span>	Spiagge, dune, sabbie e aree nude to Aree industriali o commercial
<span style="color: yellowgreen;">■</span>	Valli da pesca e paludi salmastre to Aree industriali o commercial
<span style="color: darkblue;">■</span>	Lagune to Aree industriali o commerciali
<span style="color: lightpurple;">■</span>	Acque superficiali interne to Aree industriali o commerciali
<span style="color: yelloworange;">■</span>	Urbano discontinuo to Colture agrarie
<span style="color: pink;">■</span>	Aree industriali o commerciali to Colture agrarie
<span style="color: redorange;">■</span>	Sistemi colturali e particellari complessi to Colture agrarie
<span style="color: darkgreen;">■</span>	Boschi to Colture agrarie
<span style="color: gold;">■</span>	Spiagge, dune, sabbie e aree nude to Colture agrarie
<span style="color: lightpink;">■</span>	Valli da pesca e paludi salmastre to Colture agrarie
<span style="color: bluegrey;">■</span>	Lagune to Colture agrarie
<span style="color: olive;">■</span>	Acque superficiali interne to Colture agrarie
<span style="color: limegreen;">■</span>	Mare to Colture agrarie
<span style="color: magenta;">■</span>	Urbano discontinuo to Sistemi colturali e particellari complessi
<span style="color: yellowgreen;">■</span>	Aree industriali o commerciali to Sistemi colturali e particellari
<span style="color: darkblue;">■</span>	Colture agrarie to Sistemi colturali e particellari complessi
<span style="color: orange;">■</span>	Boschi to Sistemi colturali e particellari complessi
<span style="color: yelloworange;">■</span>	Spiagge, dune, sabbie e aree nude to Sistemi colturali e particellari
<span style="color: lightgreen;">■</span>	Valli da pesca e paludi salmastre to Sistemi colturali e particellari
<span style="color: purple;">■</span>	Lagune to Sistemi colturali e particellari complessi
<span style="color: cyan;">■</span>	Acque superficiali interne to Sistemi colturali e particellari com
<span style="color: yelloworange;">■</span>	Mare to Sistemi colturali e particellari complessi
<span style="color: brown;">■</span>	Urbano discontinuo to Boschi
<span style="color: darkgreen;">■</span>	Aree industriali o commerciali to Boschi
<span style="color: darkred;">■</span>	Colture agrarie to Boschi
<span style="color: lightgreen;">■</span>	Sistemi colturali e particellari complessi to Boschi
<span style="color: darkblue;">■</span>	Spiagge, dune, sabbie e aree nude to Boschi
<span style="color: redorange;">■</span>	Valli da pesca e paludi salmastre to Boschi
<span style="color: orange;">■</span>	Lagune to Boschi

## variazioni d'uso del suolo

### PRINCIPALI TRASFORMAZIONI AVVENUTE

Cat.	Hectares	Legenda
1	2069.46	Colture agrarie to Urbano discontinuo
2	1814.49	Sistemi colturali e particellari complessi to Urbano discontinuo
3	1171.53	Colture agrarie to Aree industriali o commerciali
4	525.42	Sistemi colturali e particellari complessi to Aree industriali o commerciali
5	649.35	Urbano discontinuo to Colture agrarie
<b>6</b>	<b>19463.67</b>	<b>Sistemi colturali e particellari complessi to Colture agrarie</b>
7	1583.37	Boschi to Colture agrarie
8	1938.69	Spiagge, dune, sabbie e aree nude to Colture agrarie
9	1905.21	Acque superficiali interne to Colture agrarie
10	3964.50	Colture agrarie to Sistemi colturali e particellari complessi
11	639.18	Spiagge, dune, sabbie e aree nude to Sistemi colturali e particellari
12	1200.33	Colture agrarie to Boschi
13	637.74	Acque superficiali interne to Boschi
14	1518.39	Lagune to Valli da pesca e paludi salmastre
15	515.79	Acque superficiali interne to Valli da pesca e paludi salmastre
16	622.80	Acque superficiali interne to Lagune
17	1745.28	Colture agrarie to Acque superficiali interne
18	559.98	Sistemi colturali e particellari complessi to Acque superficiali interne

## variazioni d'uso del suolo (1972-2000)

### 1972 (superfici in ettari)

1	1231.65	Urbano discontinuo	<i>0.87</i>
2	589.23	Aree industriali o commerciali	<i>0.41</i>
3	79774.38	Colture agrarie	<i>56.11</i>
4	26391.24	Sistemi colturali e particellari complessi	<i>18.56</i>
5	4184.46	Boschi	<i>2.94</i>
6	3804.84	Spiagge, dune, sabbie e aree nude	<i>2.68</i>
7	8109.18	Valli da pesca e paludi salmastre	<i>5.70</i>
8	11085.66	Lagune	<i>7.80</i>
9	7011.99	Acque superficiali interne	<i>4.93</i>

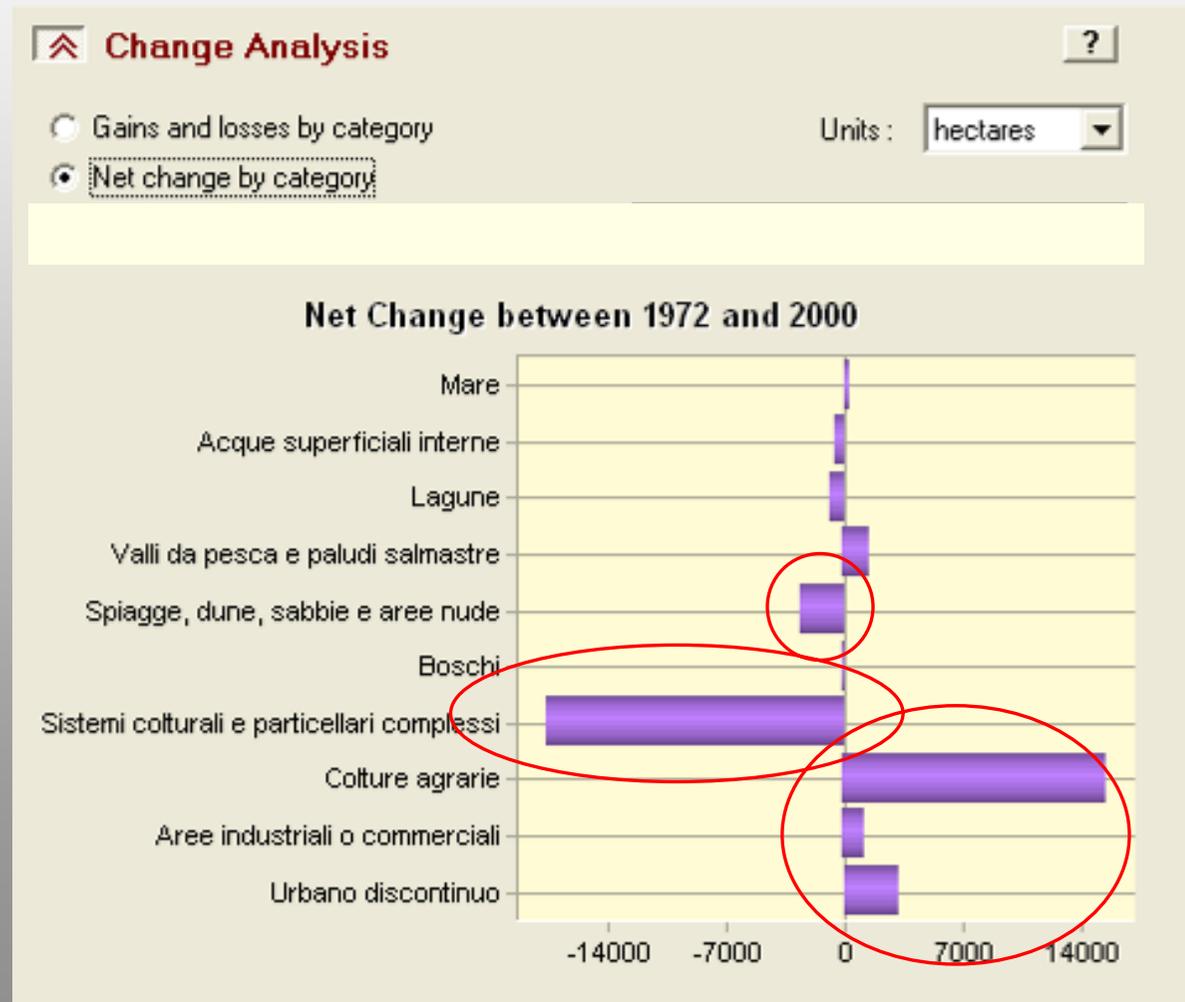
**TOT 142182.63**

### 2000 (superfici in ettari)

1	4452.39	Urbano discontinuo	<i>3.14</i>
2	1965.24	Aree industriali o commerciali	<i>1.38</i>
3	95332.68	Colture agrarie	<i>67.16</i>
4	8776.17	Sistemi colturali e particellari complessi	<i>6.18</i>
5	4033.62	Boschi	<i>2.84</i>
6	1138.32	Spiagge, dune, sabbie e aree nude	<i>0.80</i>
7	9642.06	Valli da pesca e paludi salmastre	<i>6.79</i>
8	10216.44	Lagune	<i>7.20</i>
9	6381.63	Acque superficiali interne	<i>4.50</i>

**TOT 141938.6**

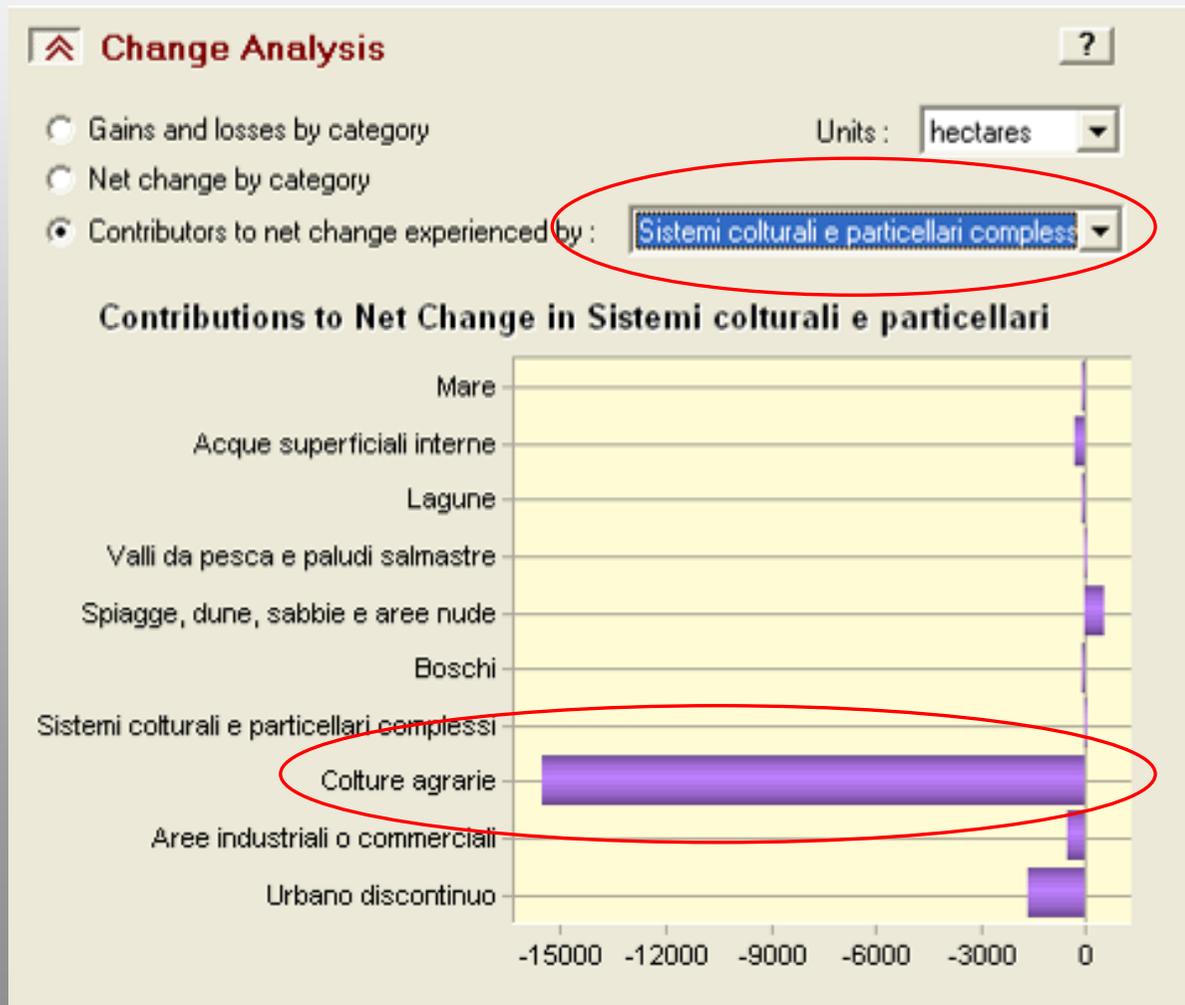
## variazioni d'uso del suolo



## CAMBIAMENTO NETTO PER CATEGORIA

cambiamento assoluto (ha) delle categorie di uso del suolo

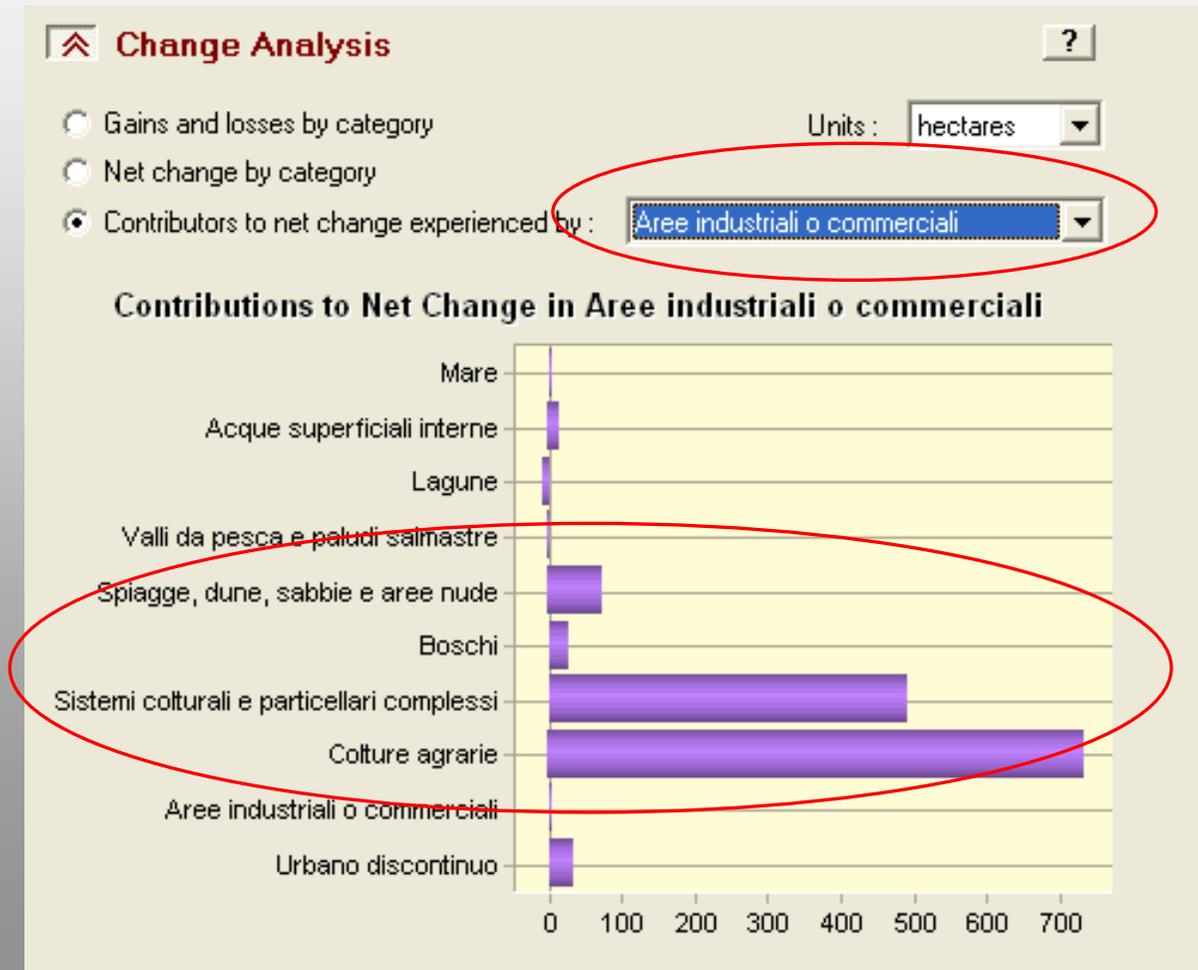
## variazioni d'uso del suolo



CONTRIBUTO AL  
CAMBIAMENTO  
NETTO DELLA  
CLASSE "SISTEMI  
COLTURALI E  
PARTICELLARI  
COMPLESSI"

*La perdita di questa classe  
è a favore di nuove aree  
agricole di tipo  
intensivo/estensivo e  
dell'urbano discontinuo*

## variazioni d'uso del suolo

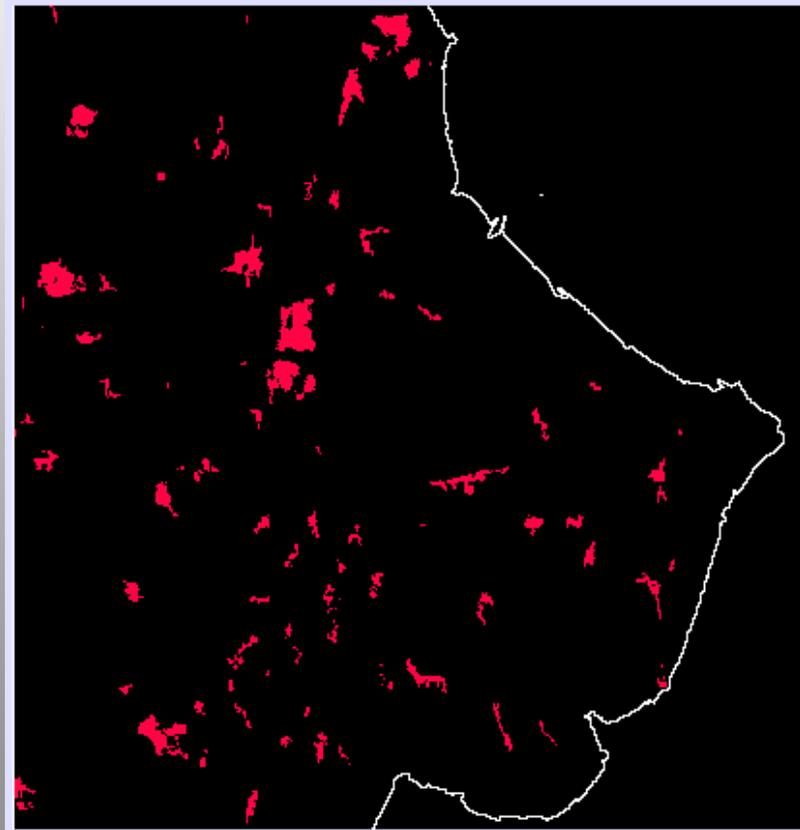
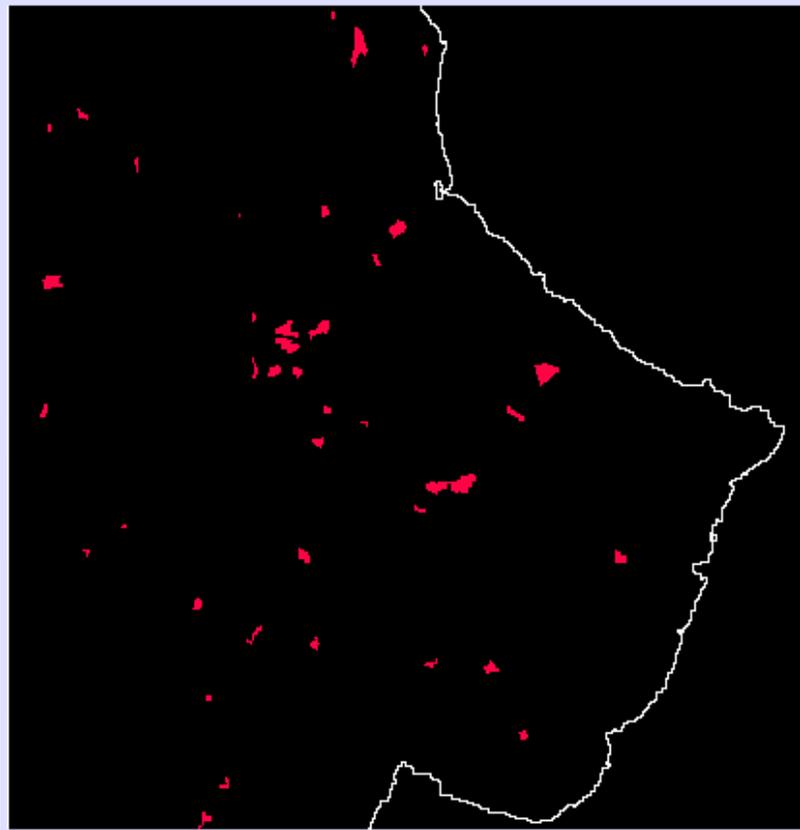


IL CONTRIBUTO AL CAMBIAMENTO NETTO DELLA CLASSE "AREE INDUSTRIALI O COMMERCIALI"

*Il guadagno significativo di questa classe è a scapito di aree agricole di tipo intensivo/estensivo, sistemi colturali complessi, spiagge dune e boschi*

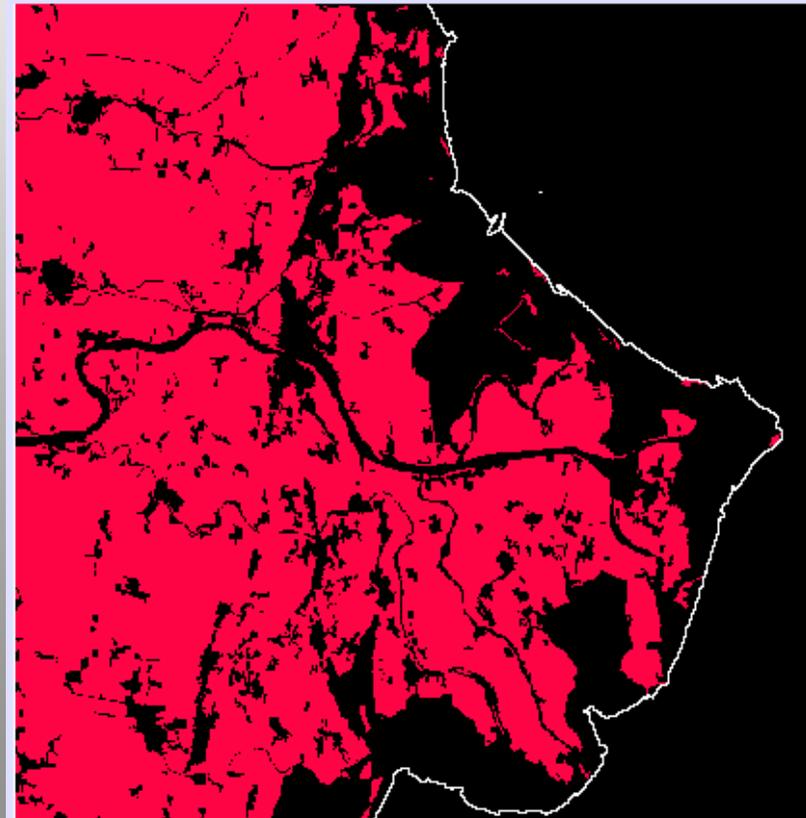
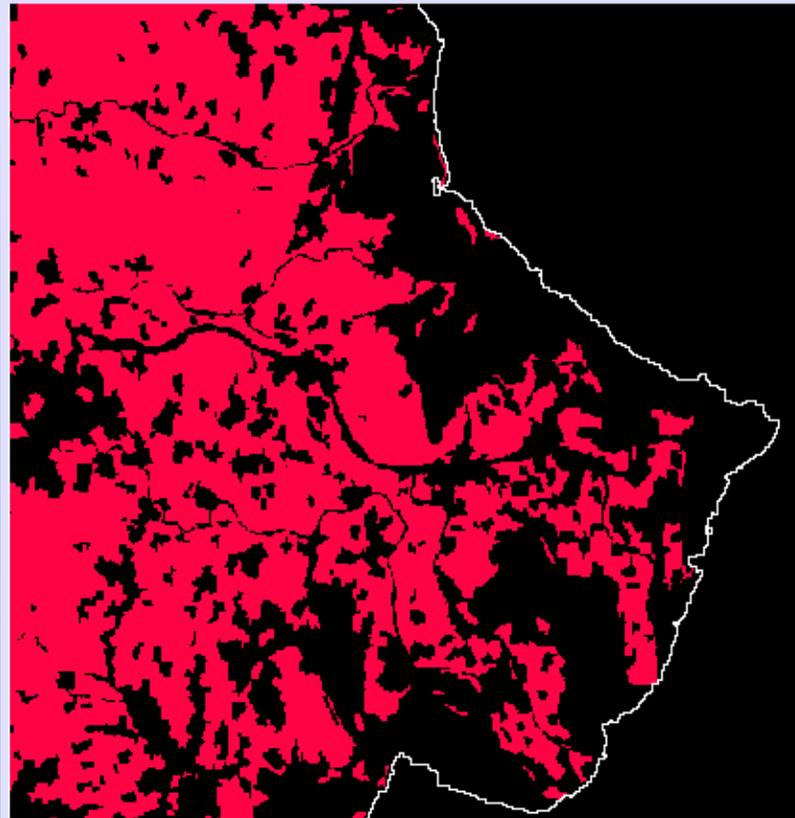
## fattori di stress

**urbanizzazione** (*da 1230 a 4450 ha dal 1972 al 2000*)



## fattori di stress

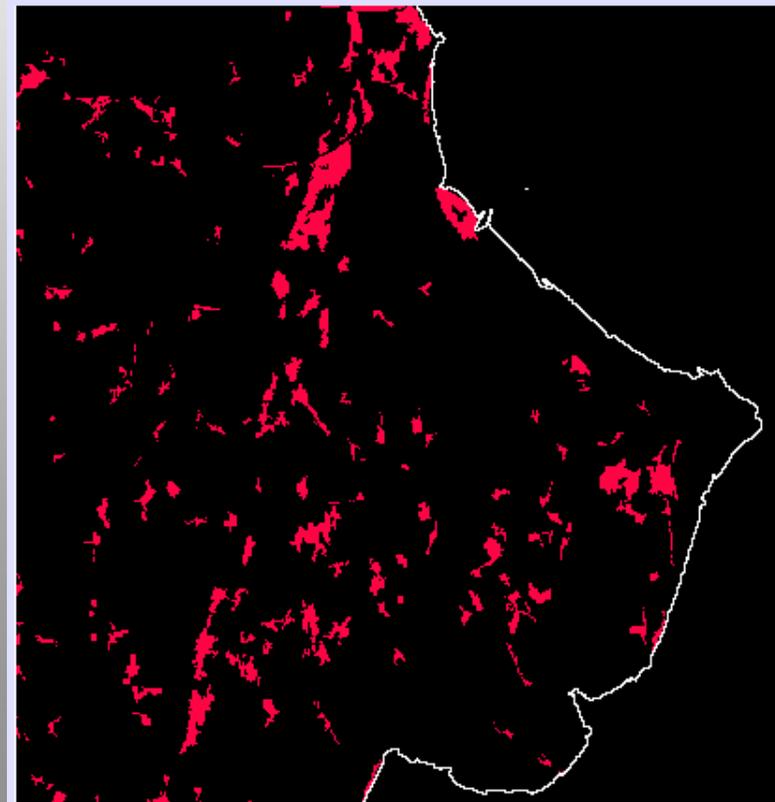
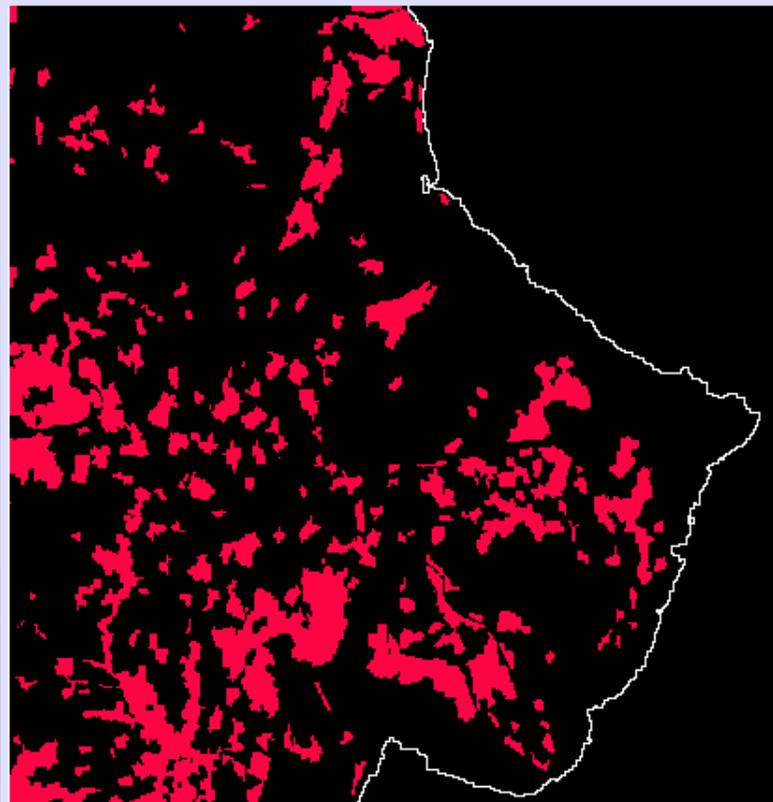
**attività agricole intensive** (*da 79774 a 95332 ha dal 1972 al 2000*)

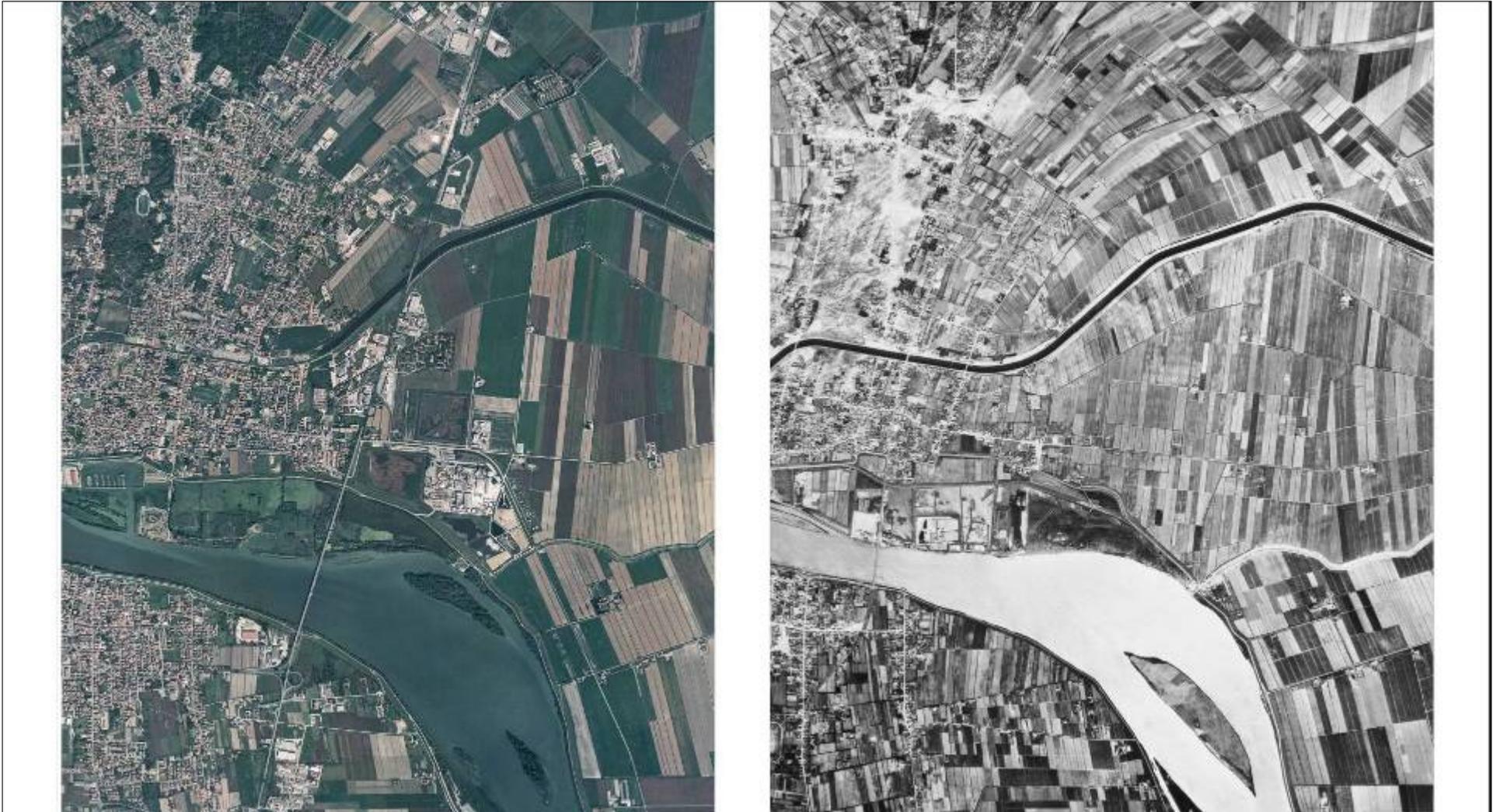


## fattori di stress

### **sistemi particellari e colturali complessi con spazi naturali importanti**

*(da 26391 a 8776 ha dal 1972 al 2000)*



**Cambiamenti nell'uso del suolo alla scala di dettaglio (2001-1954)**

**Cambiamenti nell'uso del suolo alla scala di dettaglio (2001-1954)**

## Cambiamenti nell'uso del suolo alla scala di dettaglio (2001-1954)



## Cambiamenti nell'uso del suolo alla scala di dettaglio (2001-1954)

