

# Elaborazione dei dati

Corso di Laurea Magistrale in SIT&TLR a.a. 2009/10  
Ing. Claudio La Mantia

pkt006-179-3.0 4/5

[info@planetek.it](mailto:info@planetek.it)

## Argomenti della lezione



1. Analisi delle immagini multispettrali
2. Analisi dell'istogramma e enfattizzazione del contrasto
3. Trasformata RGB-IHS
4. Filtraggio
5. Estrazione indici tematici
6. Riduzione della ridondanza d'informazione

## Livelli di elaborazione e prodotti



I dati subiscono diversi passi di elaborazione che generano prodotti a diversi "livelli", i primi più legati alla tecnologia del sensore e gli ultimi più alla applicazione

- **Dati Livello 0:** dati grezzi, così come provengono dal sensore (matrice di DN).
- **Dati Livello 1:** dopo le correzioni radiometriche(1a), atmosferiche (1b), geometriche (1c).
- **Dati Livello 2:** dati convertiti in variabili fisiche.
- I livelli successivi corrispondono a dati interpretati

# Livelli di elaborazione e prodotti



- ✓ Correzioni radiometriche: calibrazione in radianza e riflettanza, corr. atmosferiche
- ✓ Correzioni geometriche: geocodifica e ortorettifica delle immagini
- ✓ Miglioramento immagini: aumento contrasto, equalizzazione istogrammi, filtraggi, etc.
- ✓ Interpretazione immagine: riconoscimento oggetti, estrazione elementi lineari, classificazione, etc.
- ✓ Estrazione indici tematici e parametri geofisici
- ✓ Controllo di qualita' (dei dati grezzi e dei prodotti)

# Immagini digitali



## Vantaggi

- ✓ Analisi dei singoli pixel
- ✓ Grande mole di dati
- ✓ Utilizzo di formule matematiche ed analisi statistiche
- ✓ Utilizzo completo del range dinamico dell'immagine
- ✓ Correzione degli errori di sistema
- ✓ Accuratezza e ripetitività delle operazioni

# Esempio di Immagine Ottica digitale

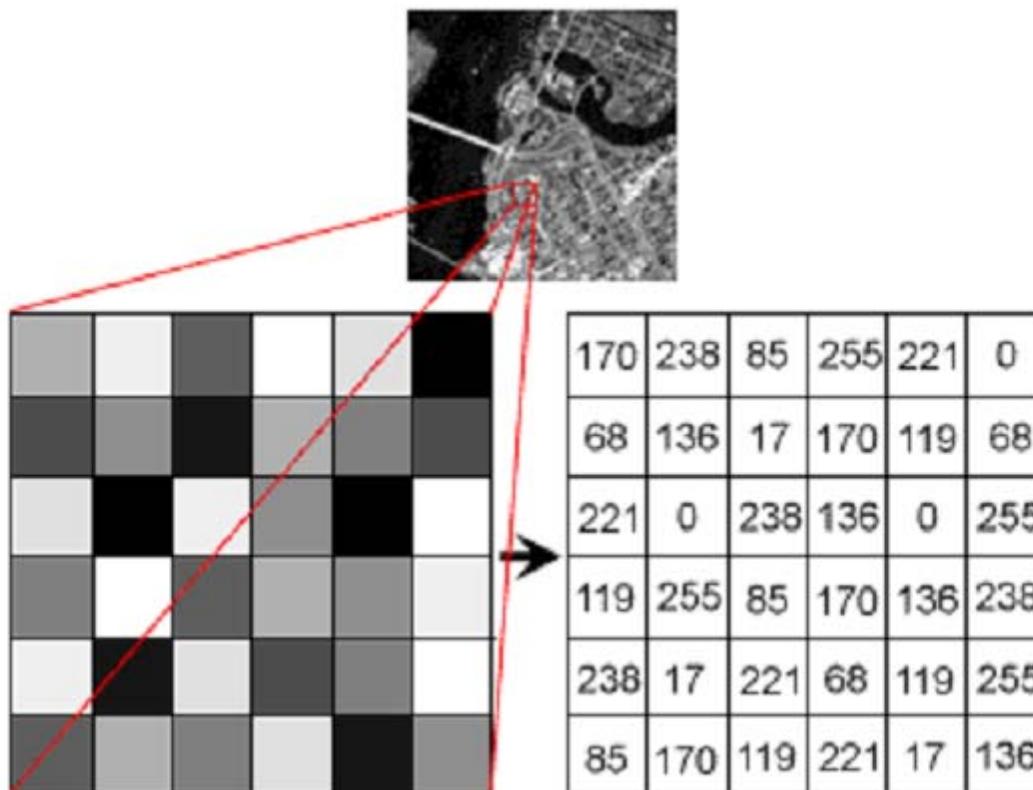


# Immagini digitali



- ✓ Ad ogni pixel è associata una terna di valori: il numero di riga  $M$ , il numero di colonna  $N$  e il Digital number  $DN$
- ✓ I numeri  $M$  e  $N$  individuano la posizione del pixel nella matrice-immagine
- ✓ I valori dei  $DN$  appartengono ad un intervallo definito di numeri interi positivi (normalmente da 0 a 255) e rappresentano la radianza media misurata sull'area a terra corrispondente al pixel

# Immagini digitali



# Immagini digitali



Ogni pixel è rappresentato da un numero

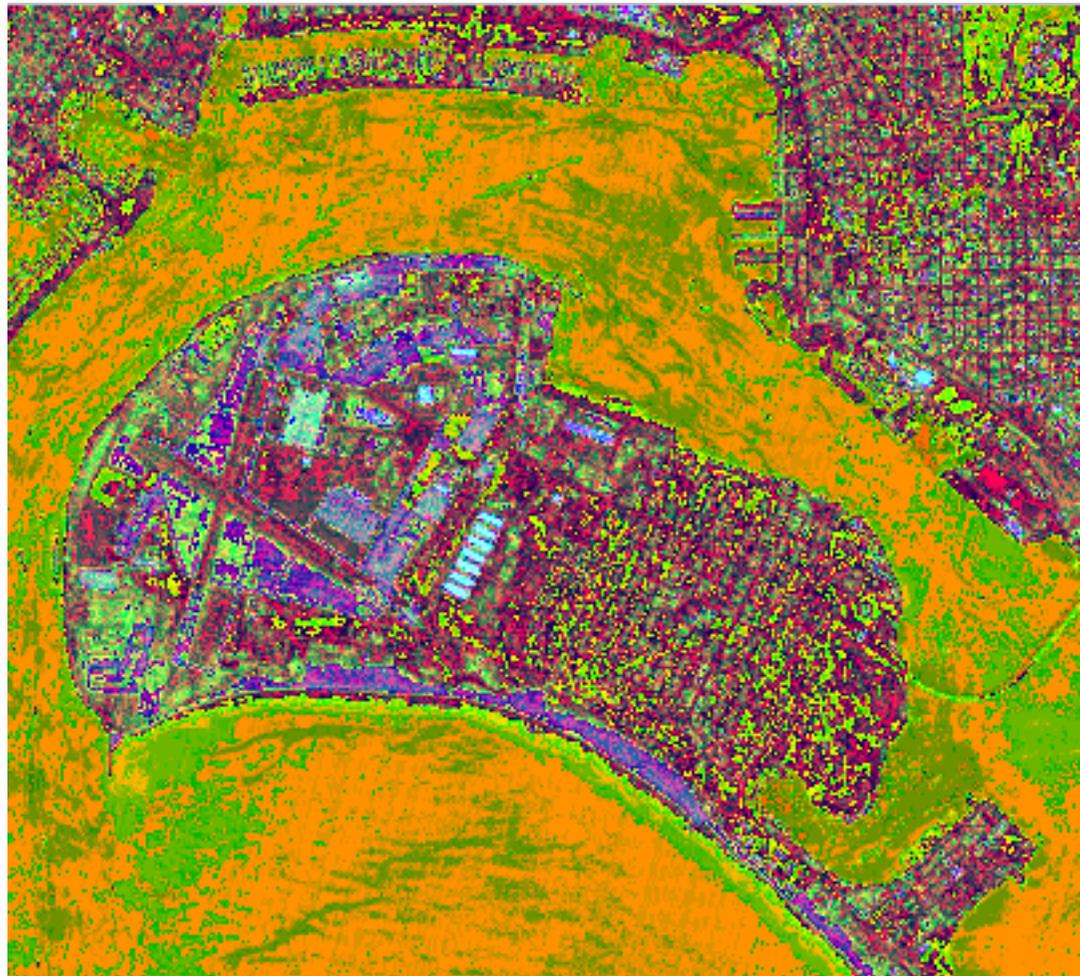
The 'Cell Values Profile' dialog box displays the following data:

Band	Value
B1:0.485_um	253
B2:0.56_um	167
B3:0.66_um	244
B4:0.83_um	181
B5:1.65_um	233
B6:11.45_um	156
B7:2.215_um	117

# Immagini digitali - LUT



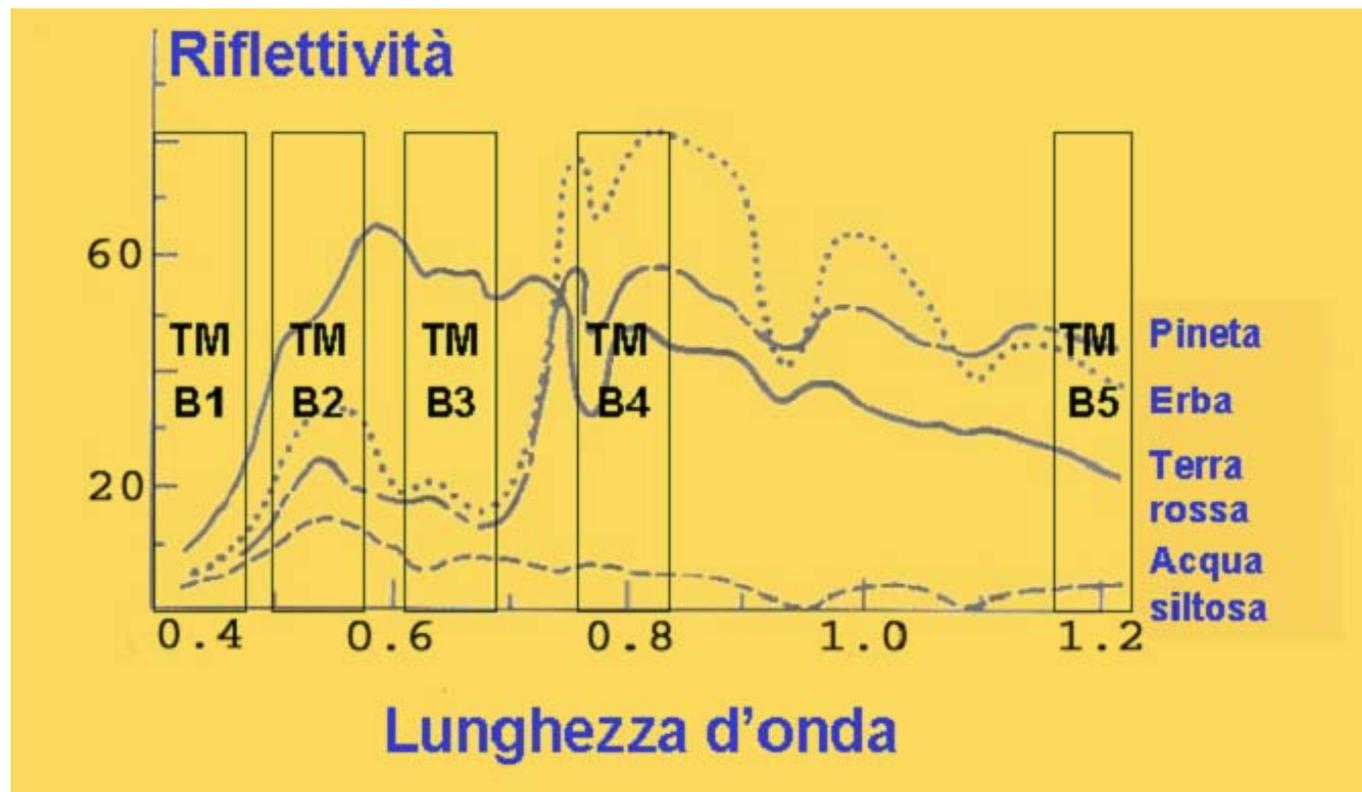
**L'occhio umano è in grado di distinguere più toni di colore che toni di grigio**



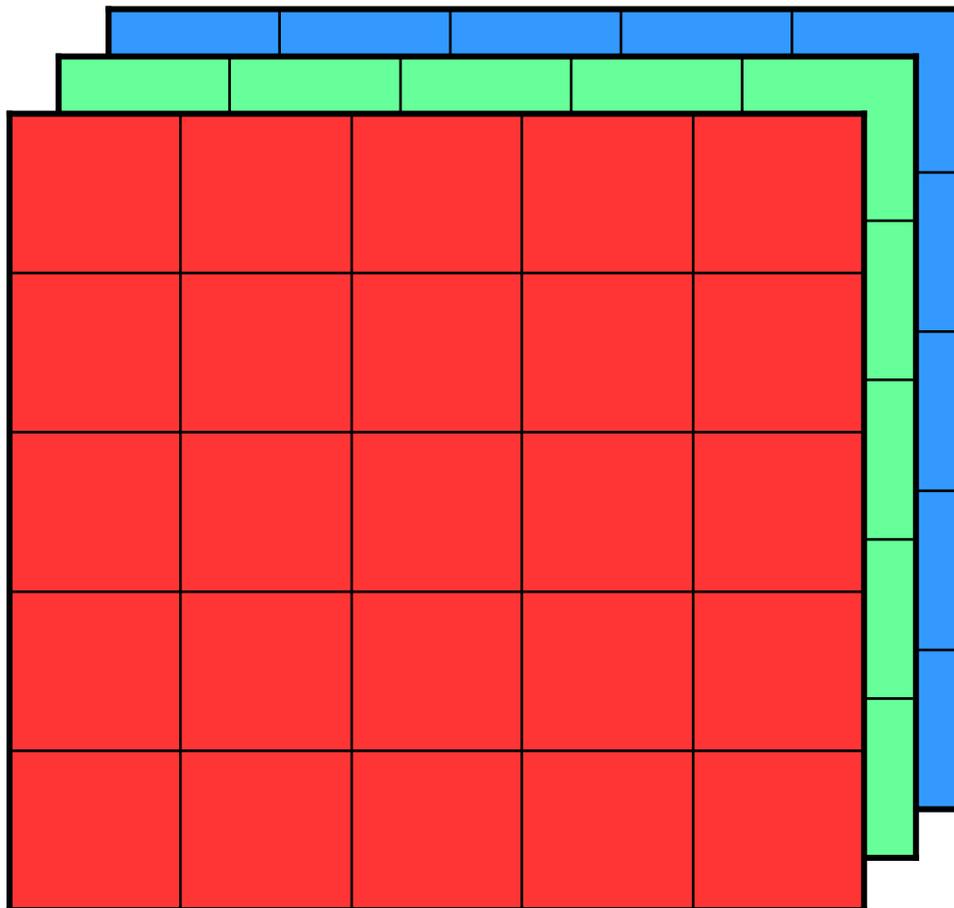
# Immagini digitali multispettrali



Il sensore Thematic Mapper montato a bordo del satellite americano Landsat 5 registra l'energia riflessa ed emessa dalla superficie terrestre in 7 bande spettrali

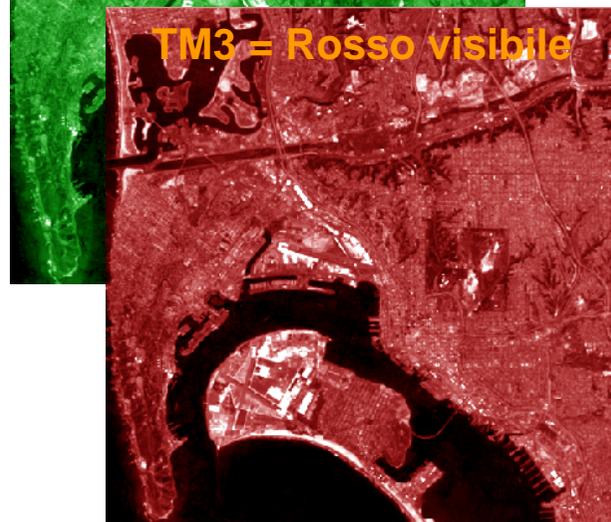
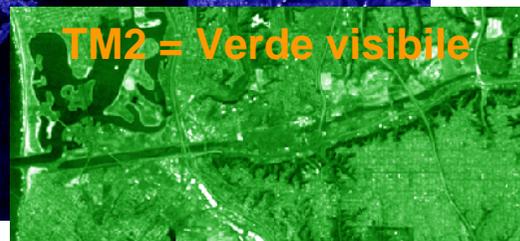
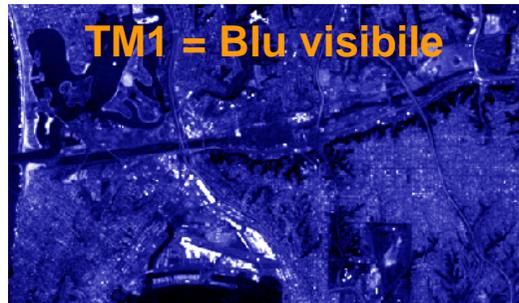


# Immagini digitali multispettrali



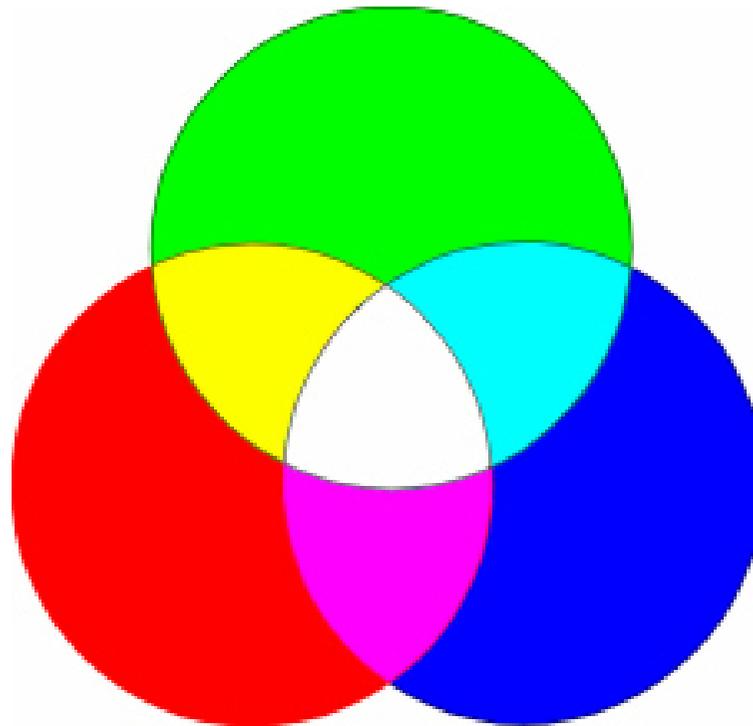
$25 \times 3 = 75$  bytes

# Immagini digitali multispettrali



Falsi colori naturali

## Modello additivo Colori primari



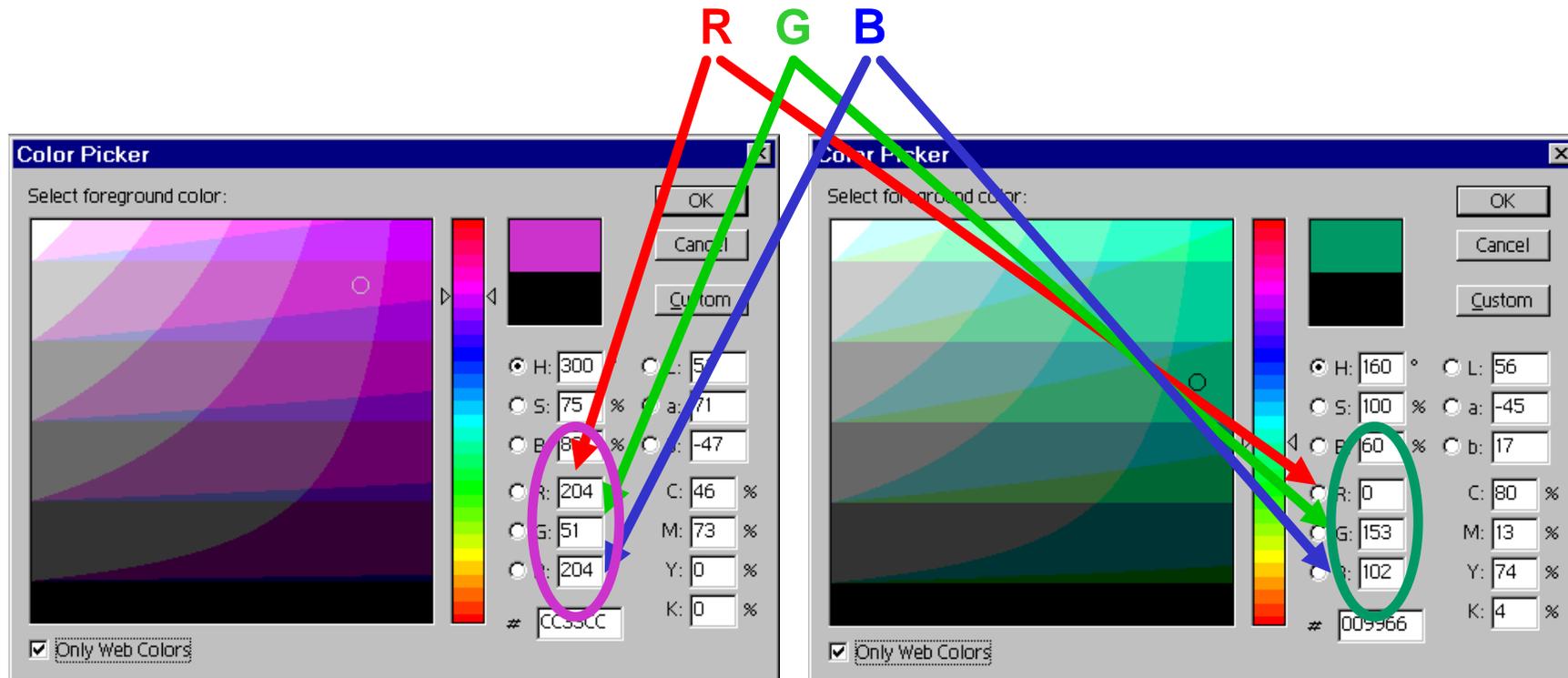
$$R + G + B = \text{Bianco}$$

$$R + G = \text{Giallo}$$

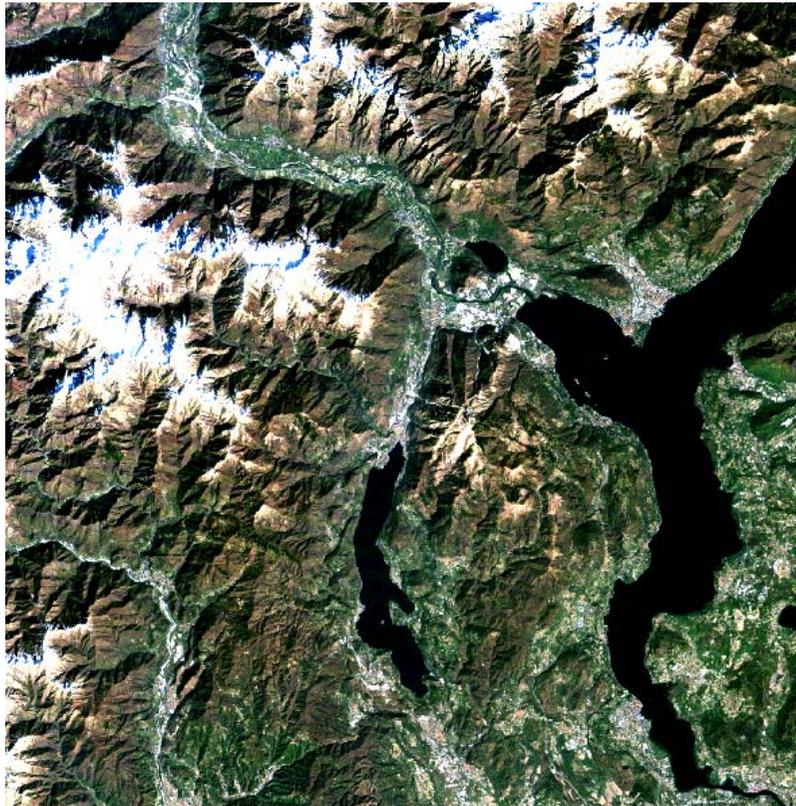
# Teoria dei colori



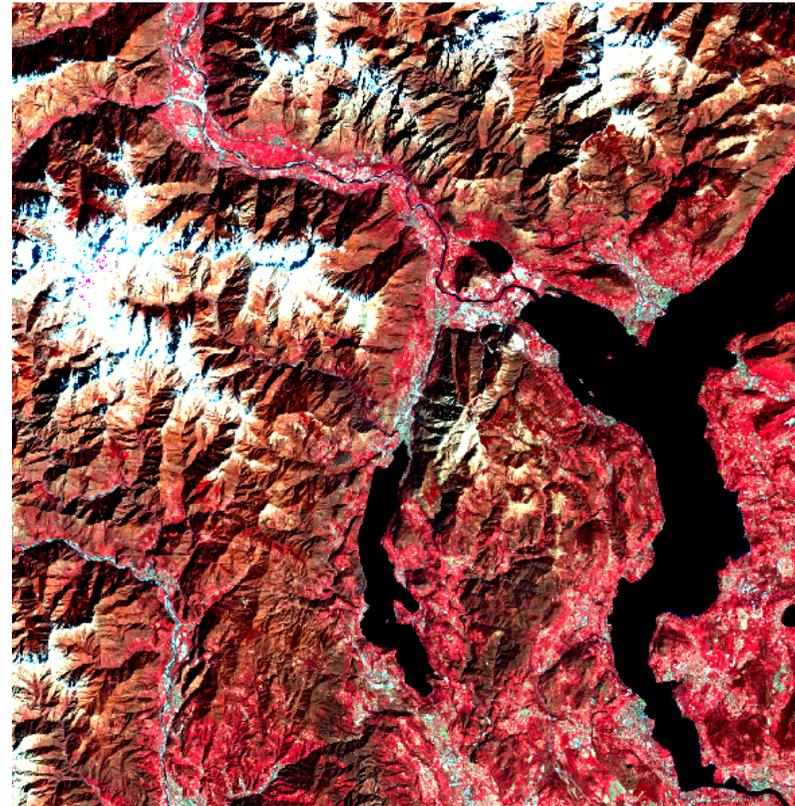
Variando l'intensità dei tre colori primari è possibile ottenere tutte le tonalità di colore



# Immagini digitali multispettrali



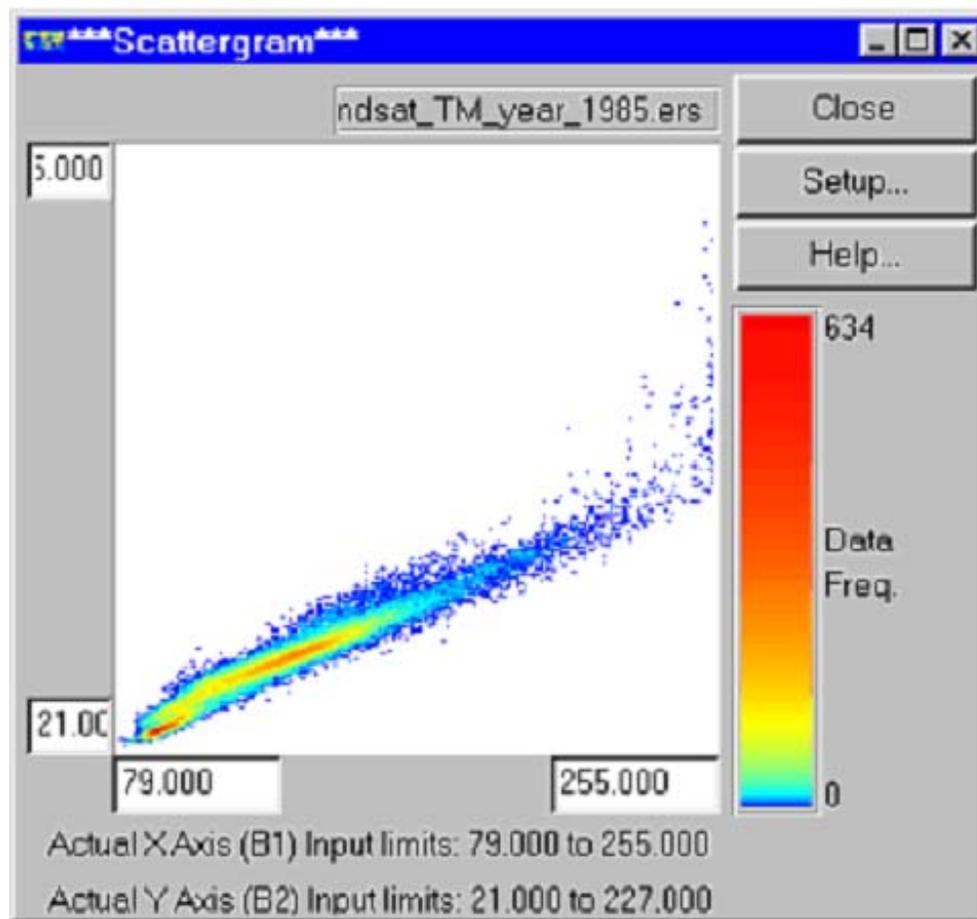
**RGB = 321**



**RGB = 432**



# Analisi dei valori

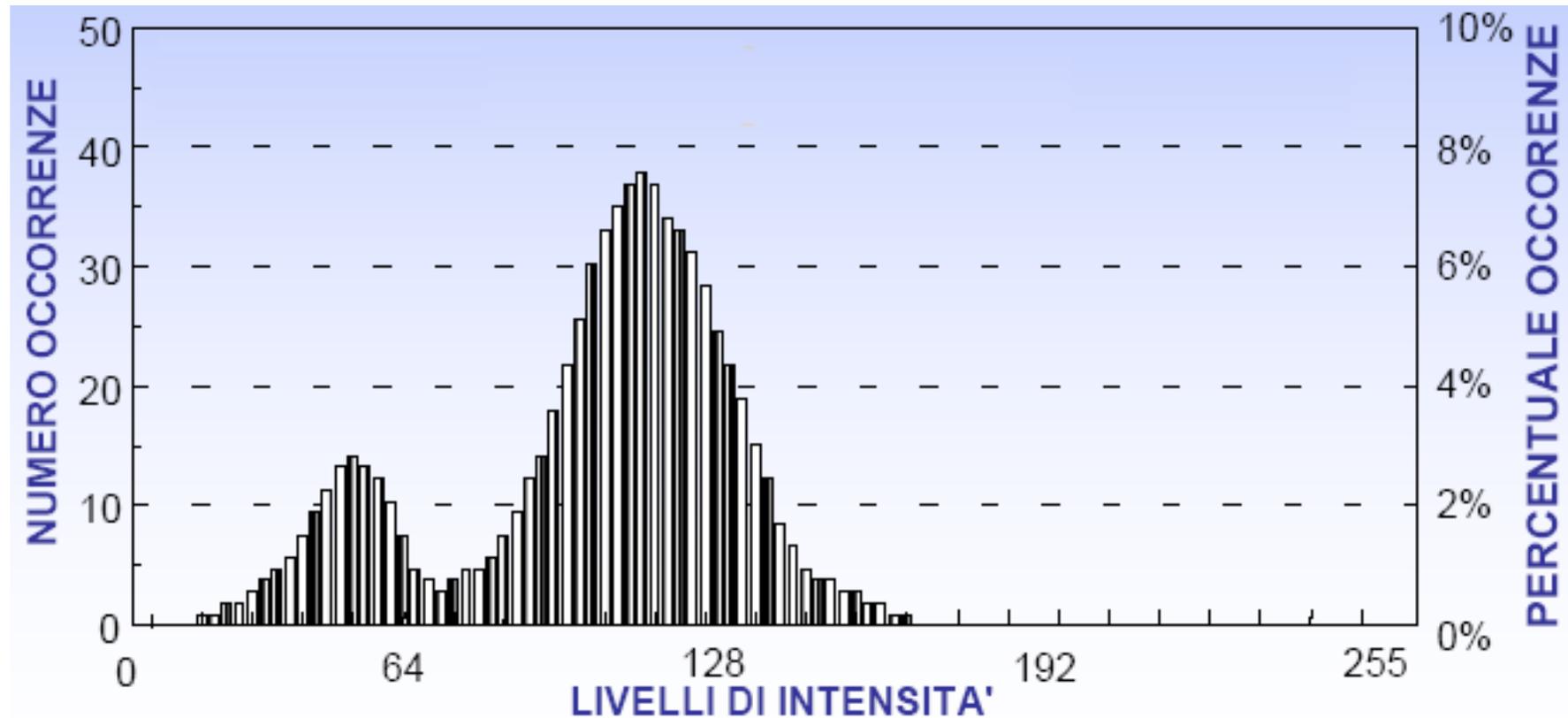


Lo scattergramma consente di analizzare graficamente la correlazione esistente tra due bande.

# L'istogramma di una immagine



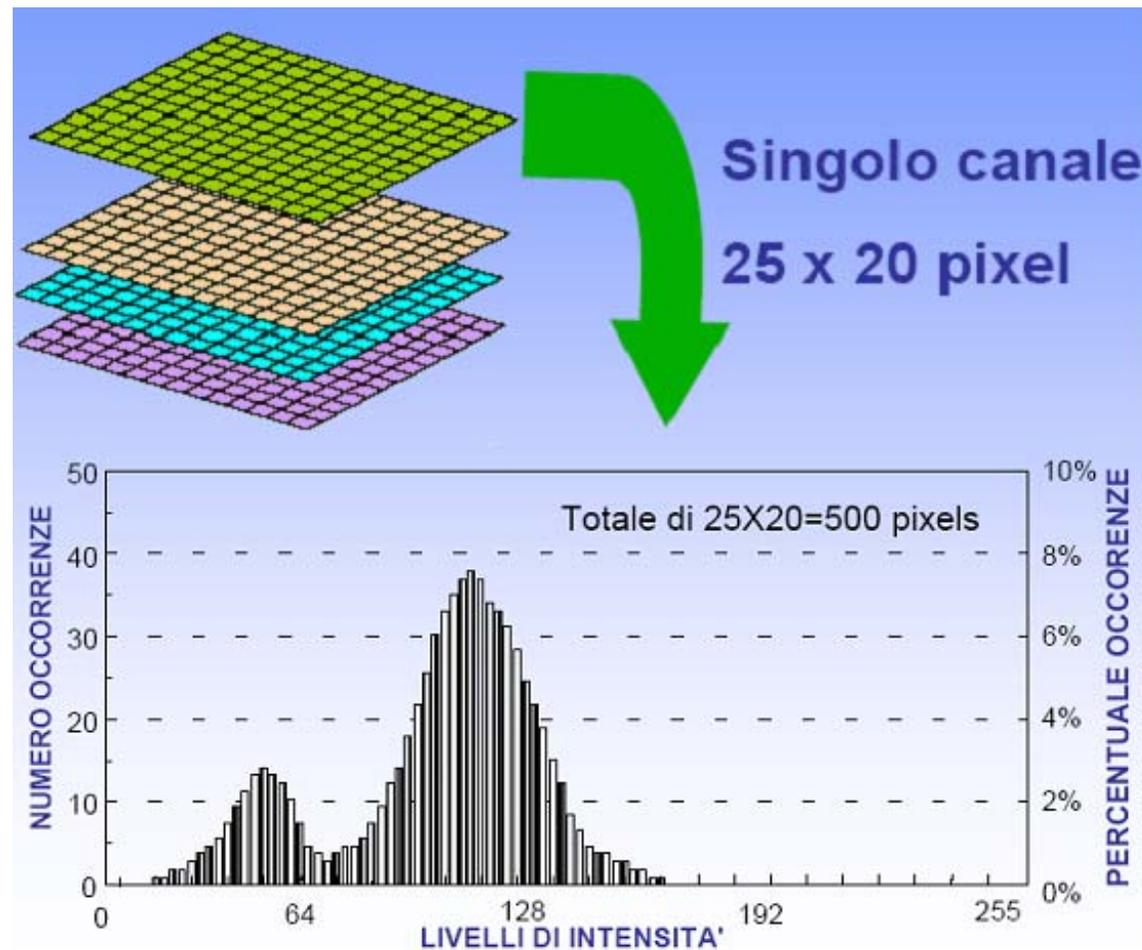
Descrive la distribuzione (statistica) dei livelli di intensità



# L'istogramma di una immagine



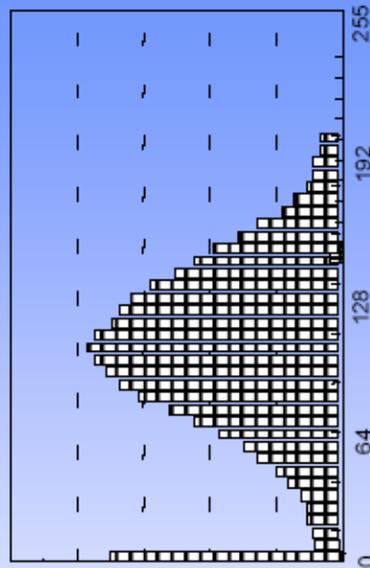
Per le immagini multispettrali si ha un istogramma per ogni singola banda



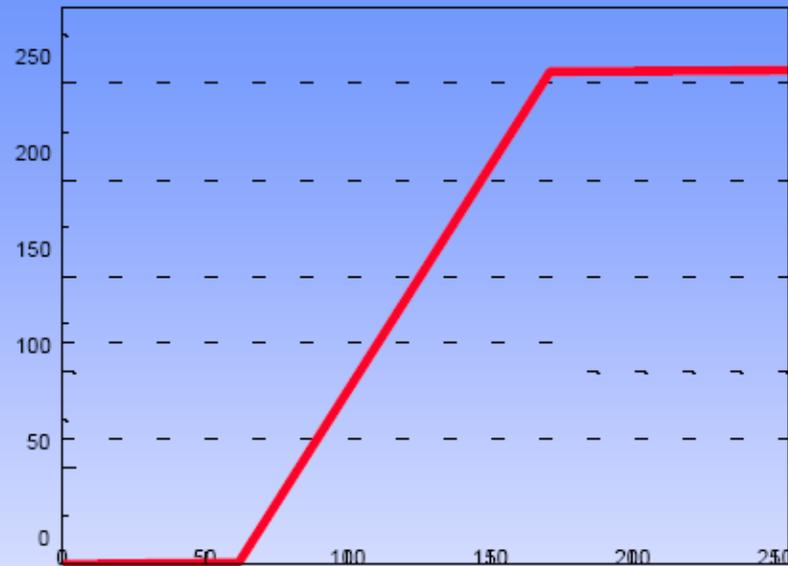
# Controllo del contrasto



Istogramma di output

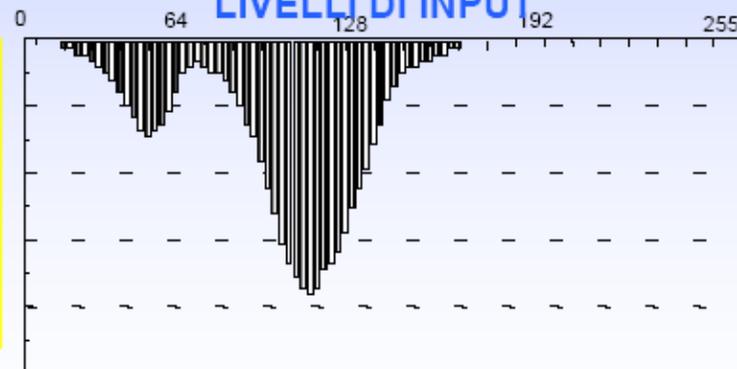


LIVELLI DI OUTPUT



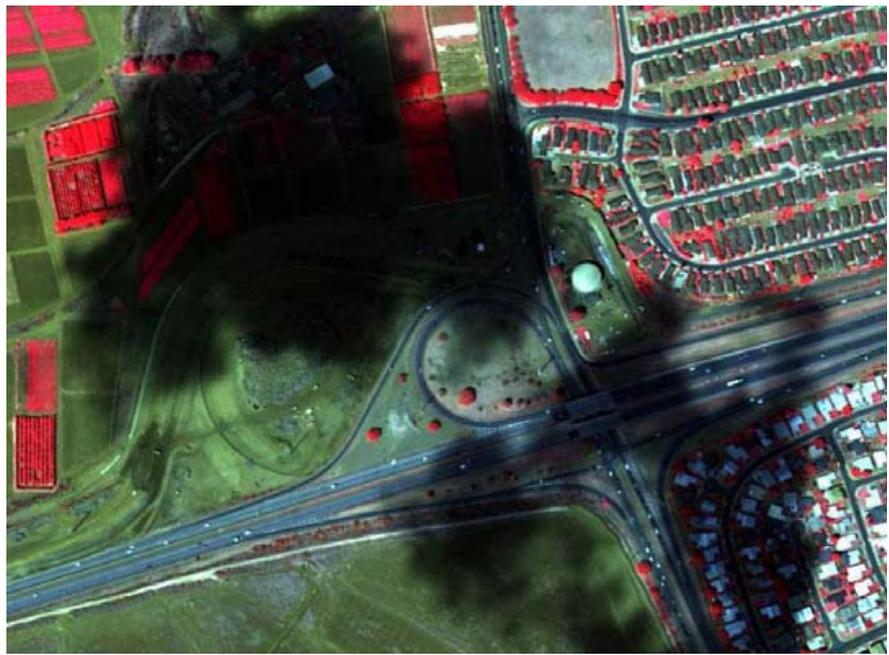
LIVELLI DI INPUT

Modifica LUT per enfatizzare regioni di simile intensità  
Trasformazioni lineari (in fig.) o non lineari (logaritmo, esponenziale, etc.)



Istogramma di input

# Controllo del contrasto



# Trasformata RGB-IHS



Un colore può essere descritto in base a tre parametri:

- ✿ Intensità (intensity) : la caratteristica che descrive la luminosità, o brillantezza, di un colore; esprime quindi la quantità di energia riflessa e/o trasmessa
- ✿ Tinta (hue) : regola l'associazione spettrale del colore, cioè a quale dei colori dello spettro meglio corrisponde
- ✿ Saturazione (saturation) esprime il grado di saturazione, o purezza, rispetto ad un valore standard

# Trasformata RGB-IHS



Rappresentazione colore IHS (Intensità, Tono, Saturazione)



## APPLICAZIONI

- ✓ Aumento della saturazione colore
- ✓ Stretching intensità senza modificare colore
- ✓ Fusione con altre immagini

# Trasformata RGB-IHS (Fusione)



**L'occhio umano è molto sensibile alla parte Intensità di un colore.**

**L'intensità aiuta quindi a definire meglio le proprietà geometriche delle caratteristiche di un'immagine.**

**La trasformata si realizza in tre operazioni successive:**

- 1 - Si trasforma l'immagine a falsi colori TM da RGB a IHS**
- 2 - Si sostituisce la banda I con l'immagine Pan SPOT**
- 3 - Si esegue la trasformata inversa da IHS a RGB**

**Il risultato sarà quindi un'immagine RGB dove i "colori" sono definiti dalle proprietà spettrali delle caratteristiche superficiali, derivati dalle tre bande spettrali TM utilizzate, e la definizione spaziale sarà invece determinata dalle proprietà del sensore Pan dello SPOT**

# Trasformata RGB-IHS



**TM**



**SPOT PAN**

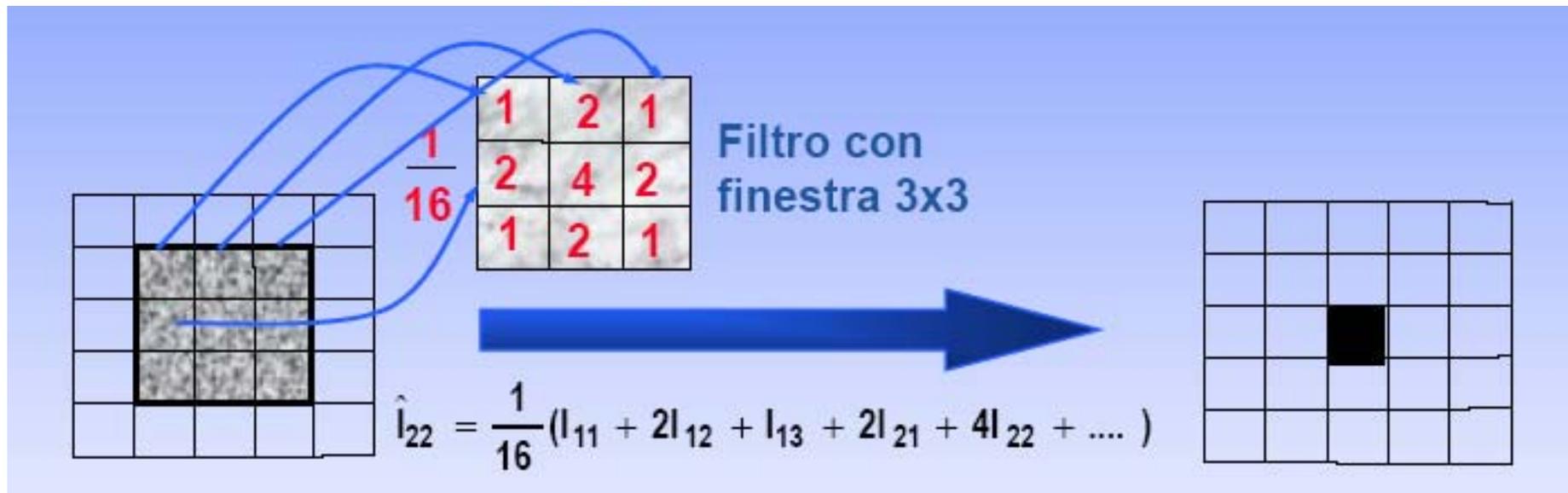
# Trasformata RGB-IHS



# Filtraggio



È definita “local operation” in quanto il nuovo valore del pixel è calcolato in funzione dei pixel vicini



# Filtraggio



## Esempi maschere 3X3 di filtri

<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>
<b>-1</b>	<b>12</b>	<b>-1</b>
<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>

High pass filters  
lasciano passare  
le alte frequenze

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

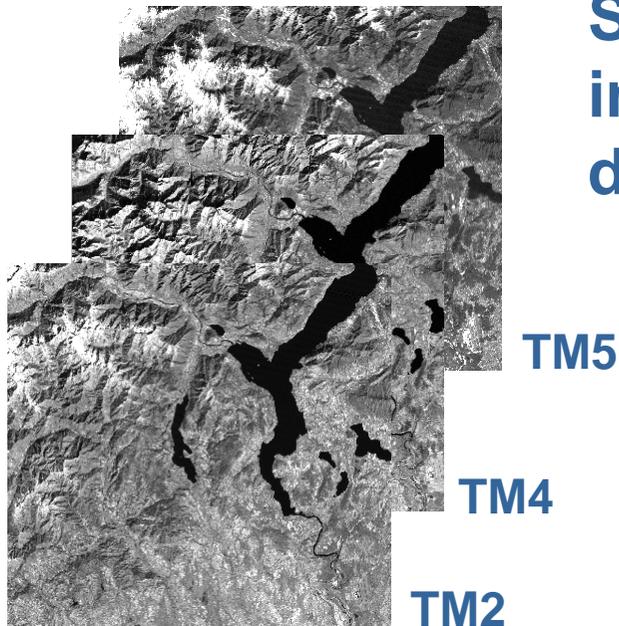
Low pass filters  
lasciano passare le  
basse frequenze

# Ridondanza d'informazione

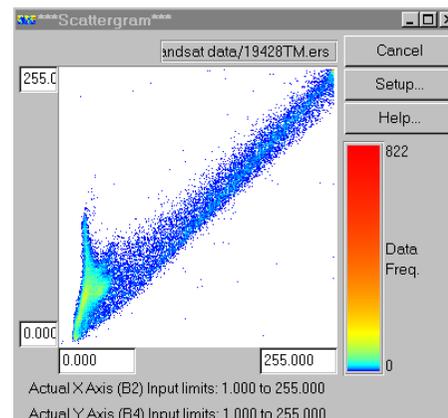


I sensori multispettrali forniscono informazioni complete suddivise in differenti bande spettrali. Scatterogramma visualizza graficamente la correlazione fra i valori digitali di due immagini.

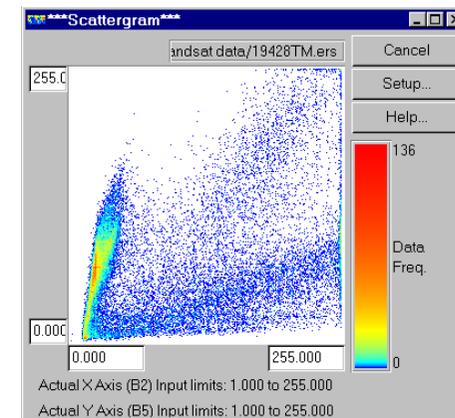
Spesso esiste ridondanza di informazioni comuni contenute nelle differenti bande spettrali.



TM2/TM4



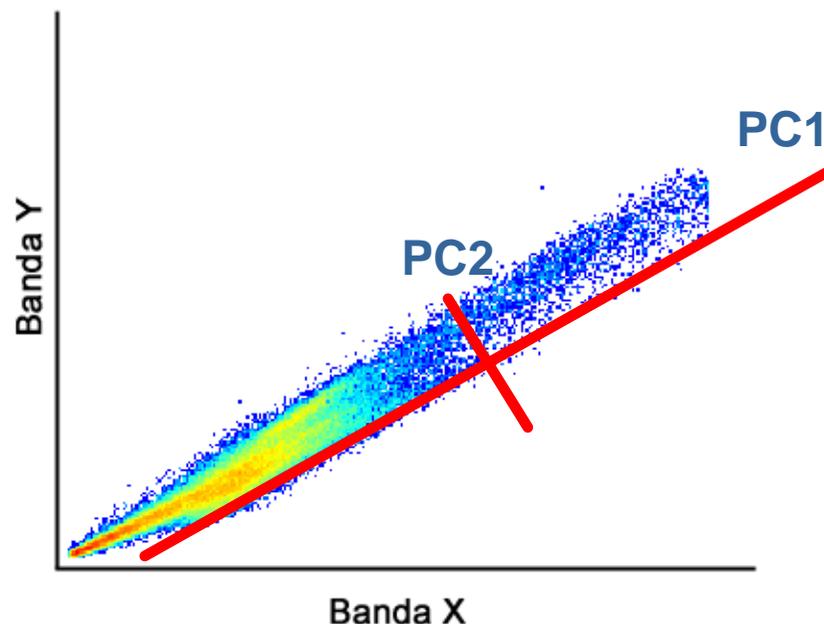
TM2/TM5



# Ridondanza d'informazione



Da uno spazio a N dimensioni (la bande spettrali di un sensore) si crea un nuovo spazio a N-1 dimensioni dove gli assi sono orientati in funzione della massima distribuzione dell'informazione



Componenti Principali

Di conseguenza la Componente Principale PC1 conterrà la maggior parte della varianza della scena telerilevata.

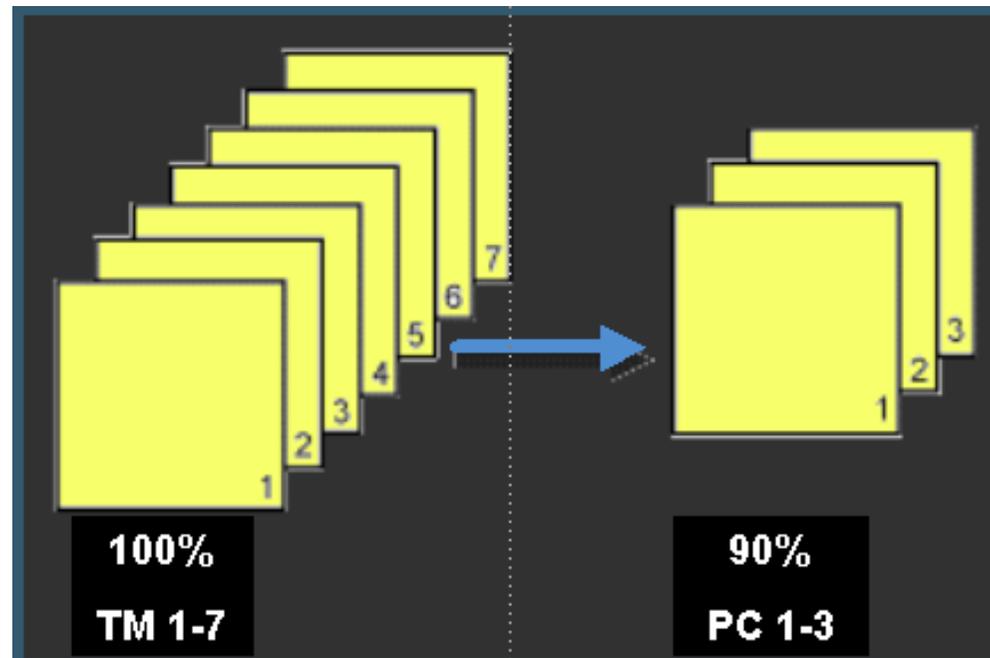
La seconda componente PC2 sarà orientata ortogonalmente alla PC1.

Ogni ulteriore componente conterrà informazioni complementari a quelle contenute nelle prime due

# Ridondanza d'informazione



**Nel caso del sensore Thematic Mapper le prime tre bande delle Componenti Principali possono concentrare fino al 90% del contenuto informativo totale.**



**Solitamente, dovendo lavorare sulla statistica delle immagini, la banda TM6 (infrarosso termico), che contiene dati a risoluzione diversa, non viene utilizzata**

# Ridondanza d'informazione



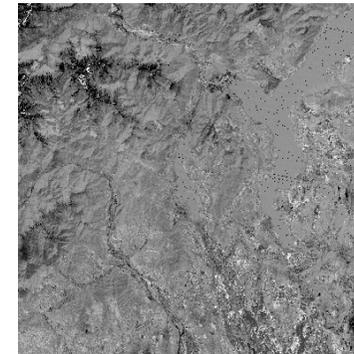
La quantità di informazioni contenute decresce rapidamente dalla PC1 alla PC6



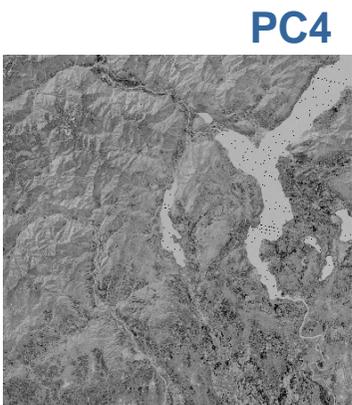
PC1



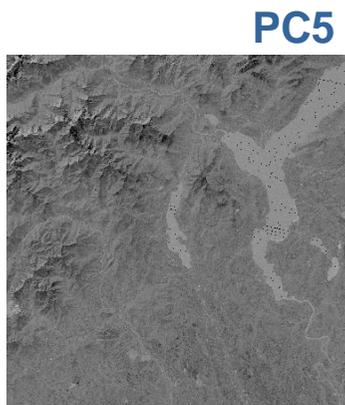
PC2



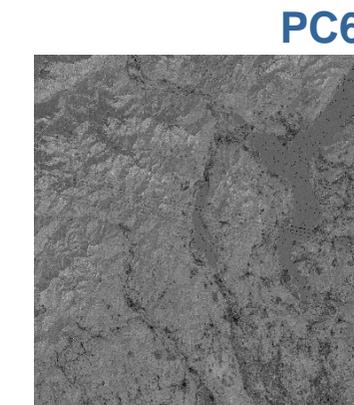
PC3



PC4

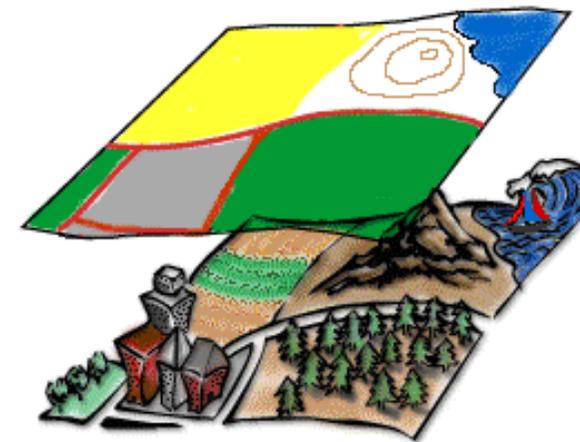
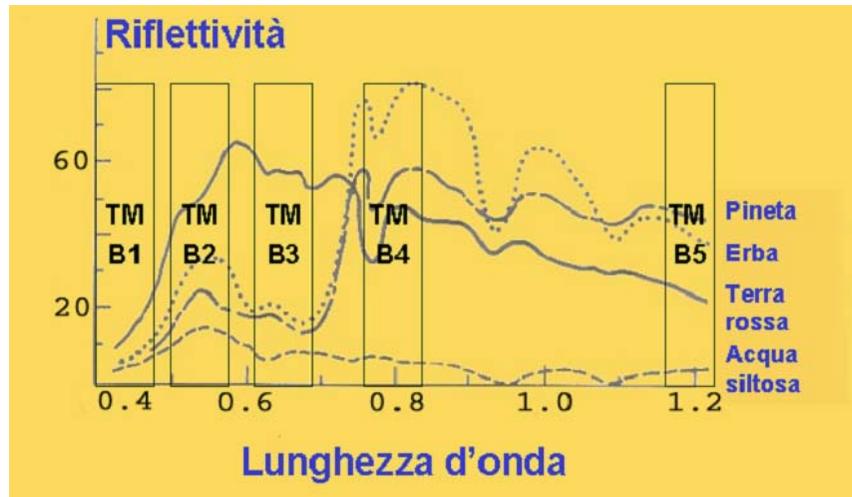


PC5

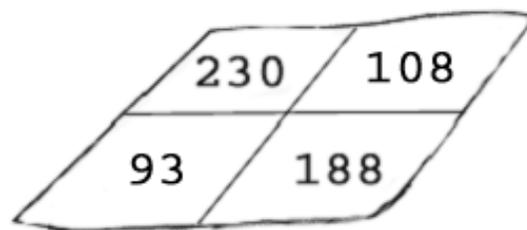


PC6

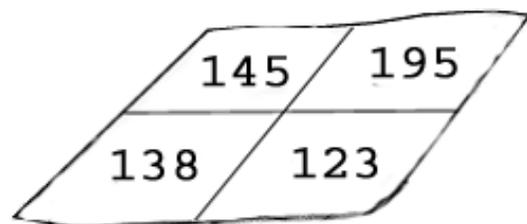
# Estrazione indici tematici



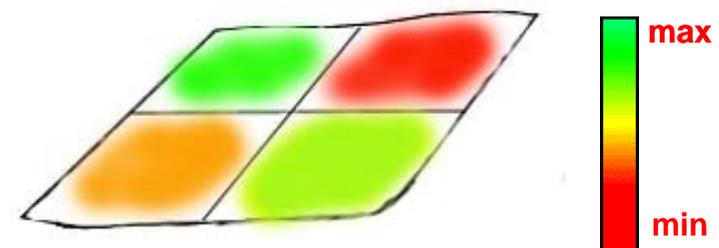
**TM4**



**TM3**

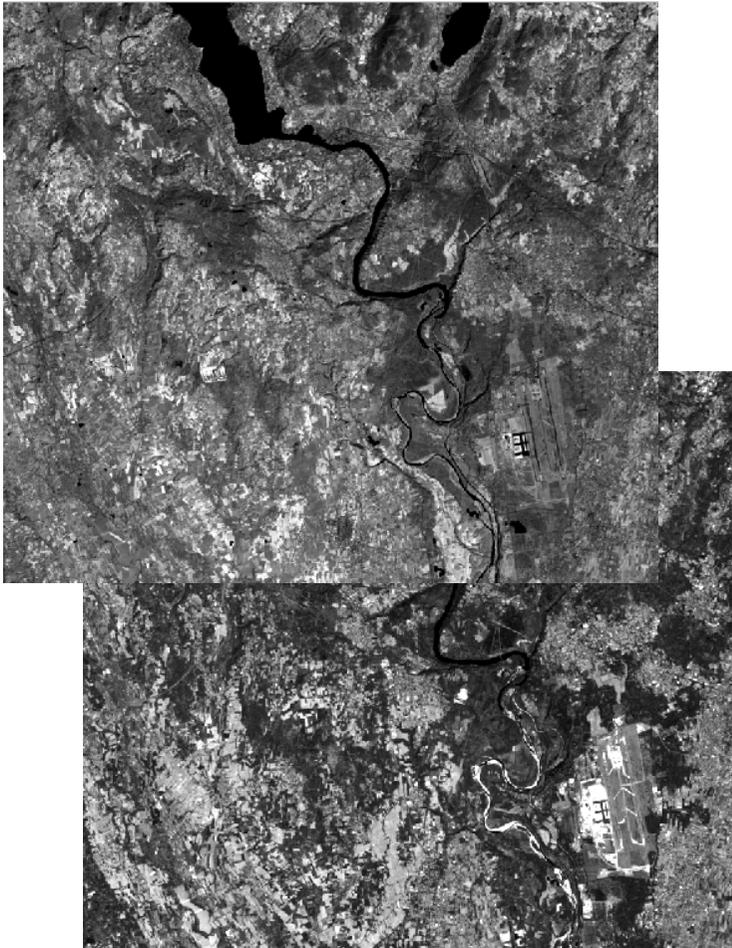


**TM4 / TM3**

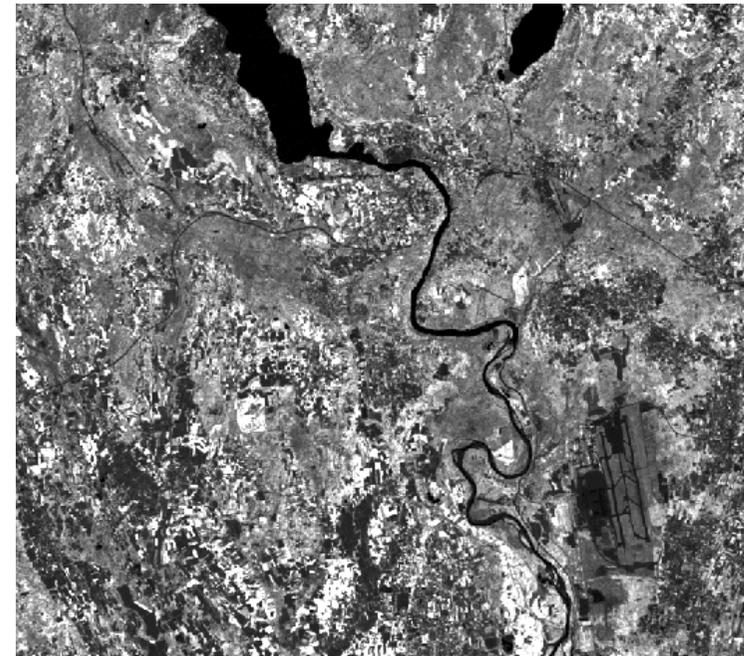


**Rapporti fra bande**

# Estrazione indici tematici

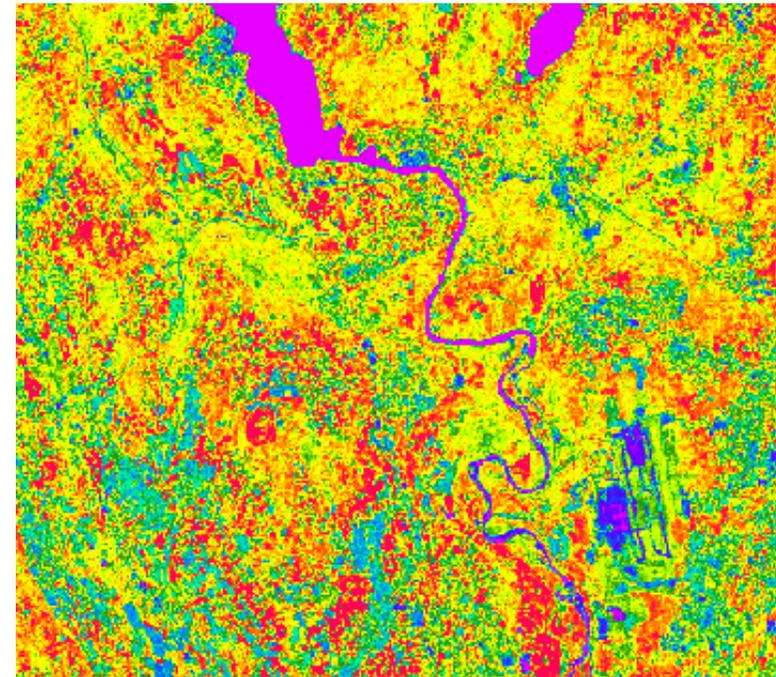


**TM4 diviso TM3**



**La vegetazione ha un'alta  
riflettività nella banda IR (TM4)  
ed un alto assorbimento nella  
banda rossa (TM3)**

# Estrazione indici tematici



**NDVI (Normalised Difference Vegetation Index)**

$$(TM4-TM3) / (TM4+TM3)$$

**Si ottengono valori compresi fra -1 e +1**

**Vegetazione rigogliosa + 0,6**

**Suolo nudo - 0,1**