



# Sistemi di acquisizione di dati da piattaforme di telerilevamento

*Prima parte: sensori e piattaforme*

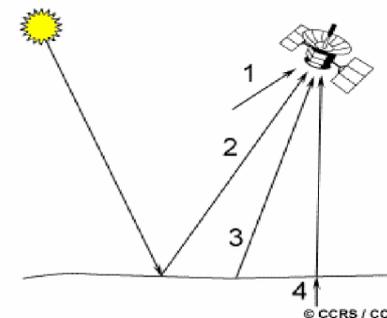
*dott. Stefano Picchio*

Corso di Sistemi Informativi Territoriali Avanzati - UD06

*prof. Giovanni Borga*

## DEFINIZIONE DI TELERILEVAMENTO

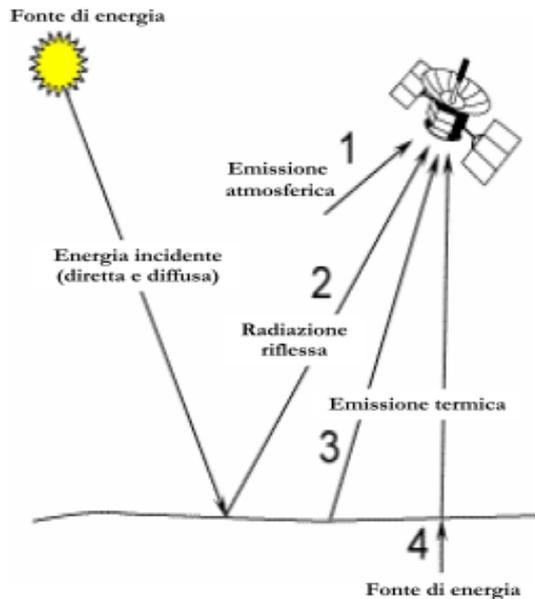
Il TELERILEVAMENTO si può definire come il rilievo e lo studio di oggetti e fenomeni attraverso l'uso di strumenti - i SENSORI - a bordo di piattaforme, distanti (non in diretto contatto) dall'elemento osservato.



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 DN)

### *Come è organizzato un sistema di telerilevamento?*



**Sorgenti di energia elettromagnetica:** le fonti di energia sono rappresentate dal sole, o dalla terra stessa. Anche lo strumento può essere una sorgente e produrre energia (es. radar);

**Interazione atmosferica:** l'atmosfera può assorbire, diffondere e modificare la radiazione sia quella incidente, sia quella che raggiunge il sensore;

**Interazione con la superficie:** l'intensità della radiazione riflessa o emessa dalla superficie dipende dalle sue caratteristiche e dalla lunghezza d'onda;

**Il sensore:** raccoglie l'energia riflessa o emessa dalla superficie.

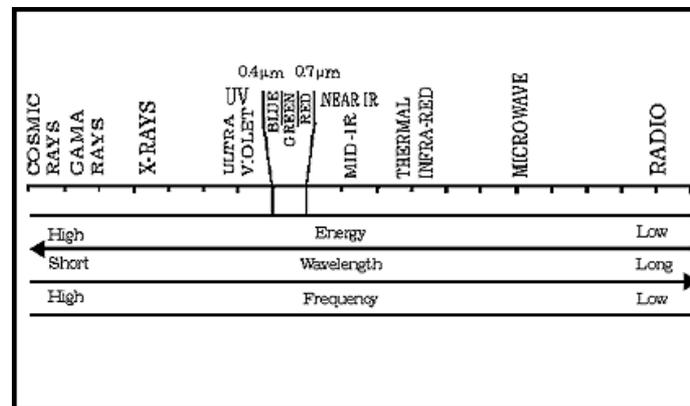
## ENERGIA E SPETTRO

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).

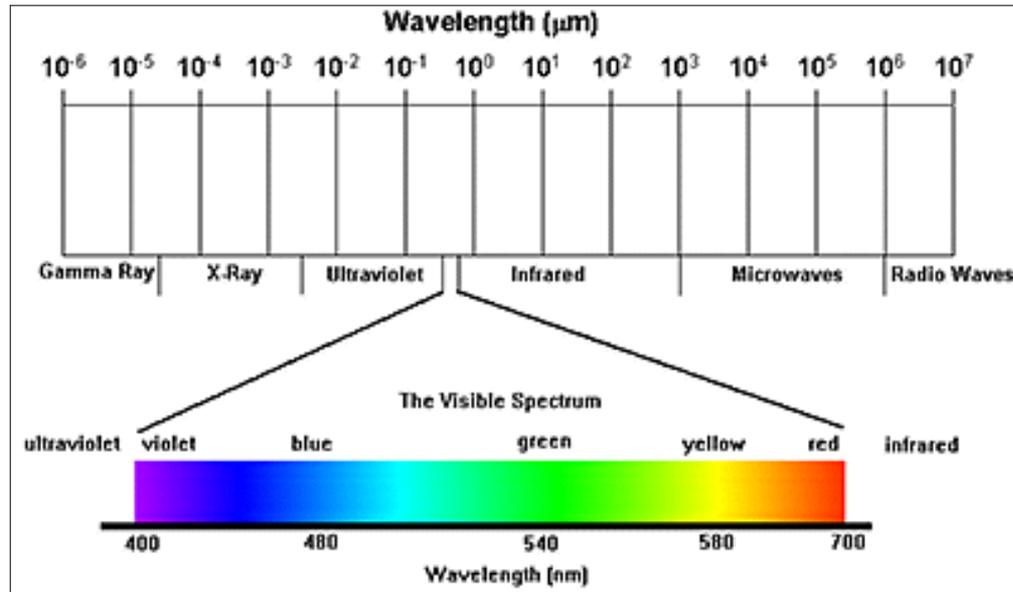
Ogni sensore è progettato per operare in una o più bande dello spettro.

La componente compresa tra  $0,4 \mu\text{m}$  (violetto) e  $0,7$  (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

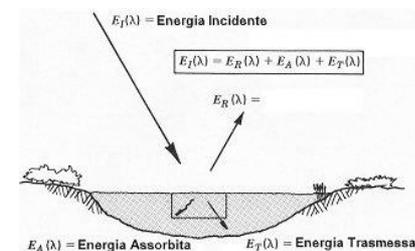




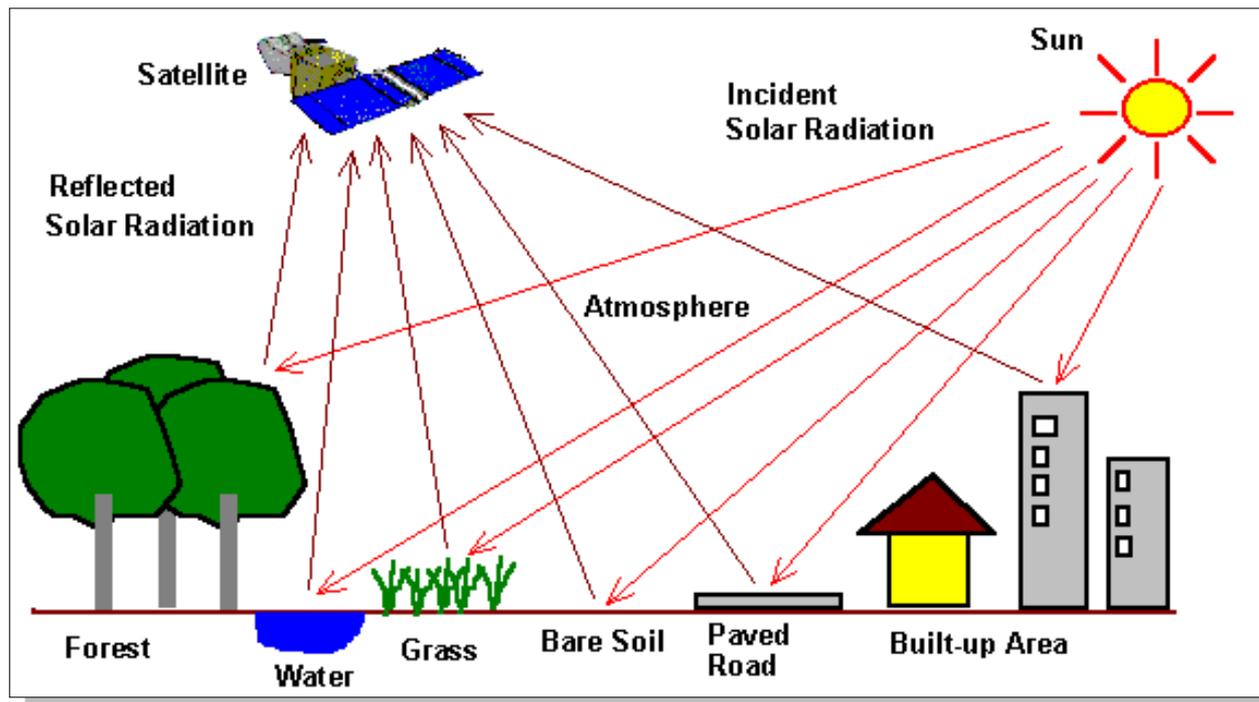
# ENERGIA E INTERAZIONE

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.



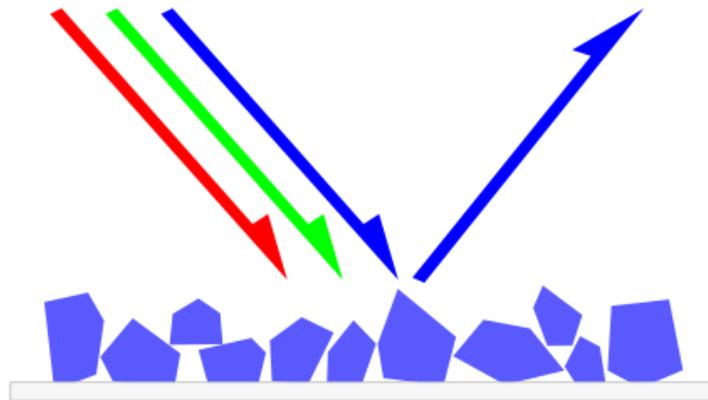
# ENERGIA E INTERAZIONE



Poiché la maggior parte dei sistemi di telerilevamento operano nelle regioni in cui le lunghezze d'onda sono principalmente riflesse, la **RIFLETTANZA** è il parametro più importante

la **RIFLETTANZA** è una misura della capacità della superficie di riflettere l'energia incidente.

$$\rho(\lambda) = E_r(\lambda) / E_i(\lambda)$$



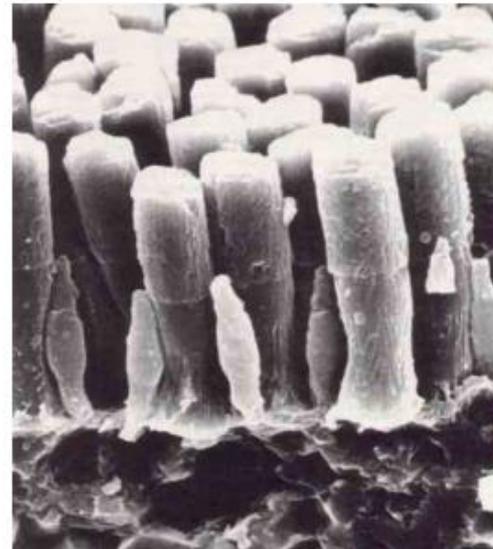
- **Luce del Sole e occhio umano:**
- Nella finestra del “visibile” lo spettro elettromagnetico del sole presenta:
  - In generale, elevata emissione ed un picco corrispondente al verde;
  - Buona trasmissione attraverso l’atmosfera



Ecco perché l’occhio umano è sensibile a queste particolari lunghezze d’onda

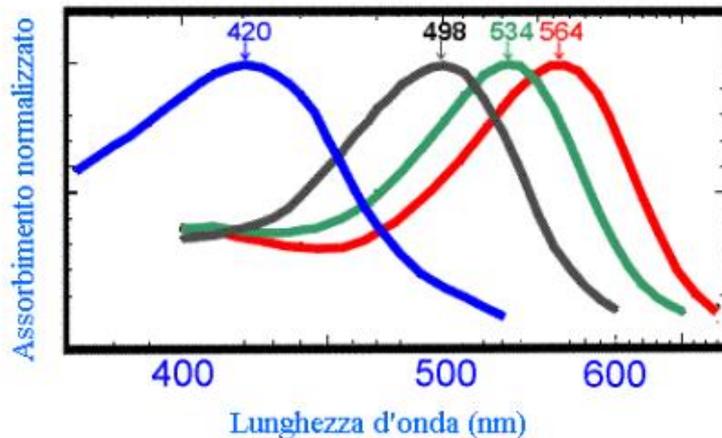
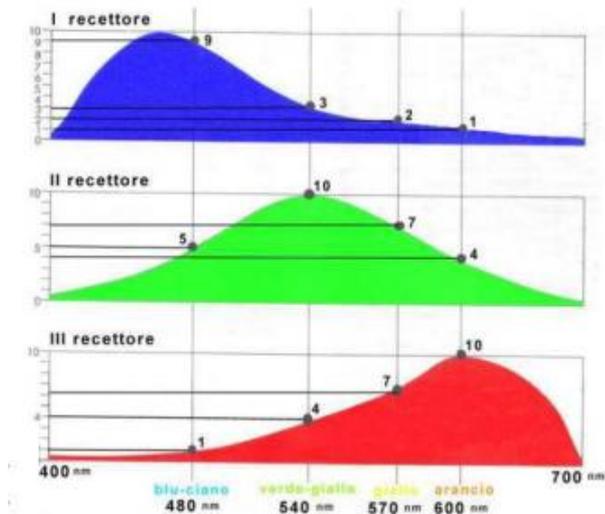
## • L'occhio umano:

- La retina dell'occhio umano accoglie al suo interno milioni di coni e bastoncelli.
- I **coni** sono sensibili ai colori, i **bastoncelli** entrano in funzione in situazioni di scarsa illuminazione.



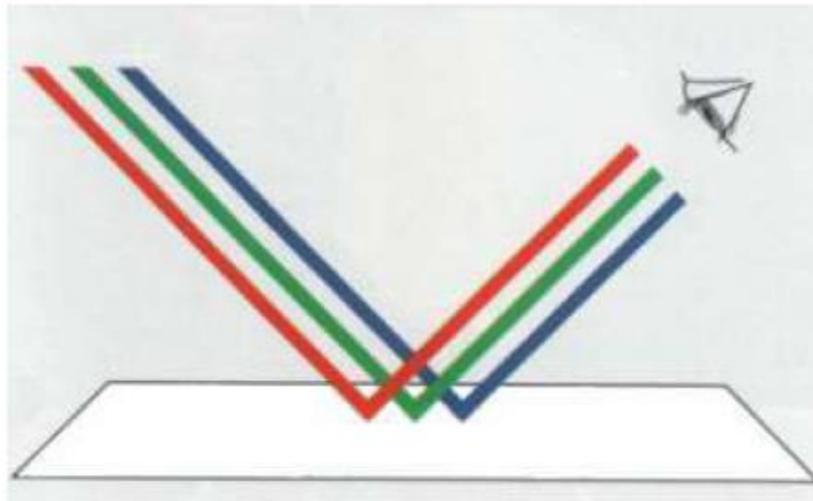
## • L'occhio umano:

- I coni sono di tre tipi, ognuno sensibile ad una diversa lunghezza d'onda (blu, verde, rosso).
- I bastoncelli sono sensibili alla luminosità, la loro curva di sensibilità è baricentrica rispetto a quelle dei coni.



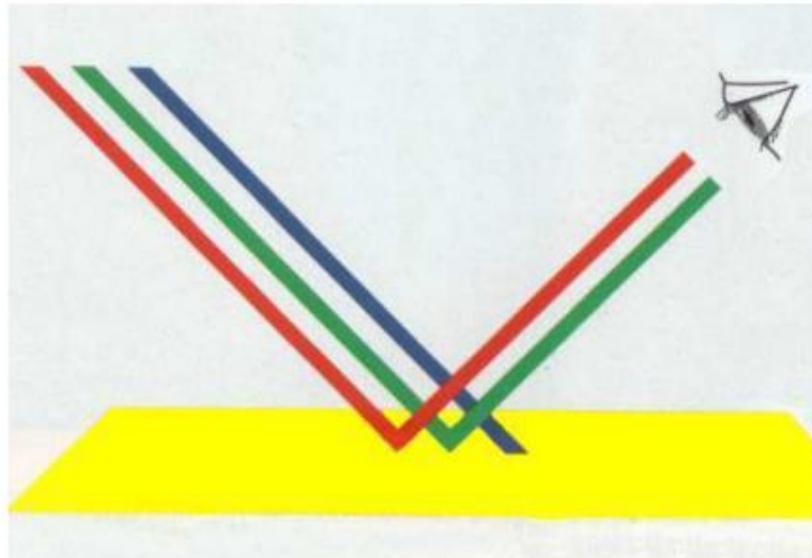
## • La percezione dei colori:

- Quando la luce del Sole colpisce una superficie bianca, tutta la radiazione viene riflessa dalla superficie.
- L'occhio cattura la radiazione riflessa e compone le diverse lunghezze d'onda sintetizzandole nel colore (bianco).



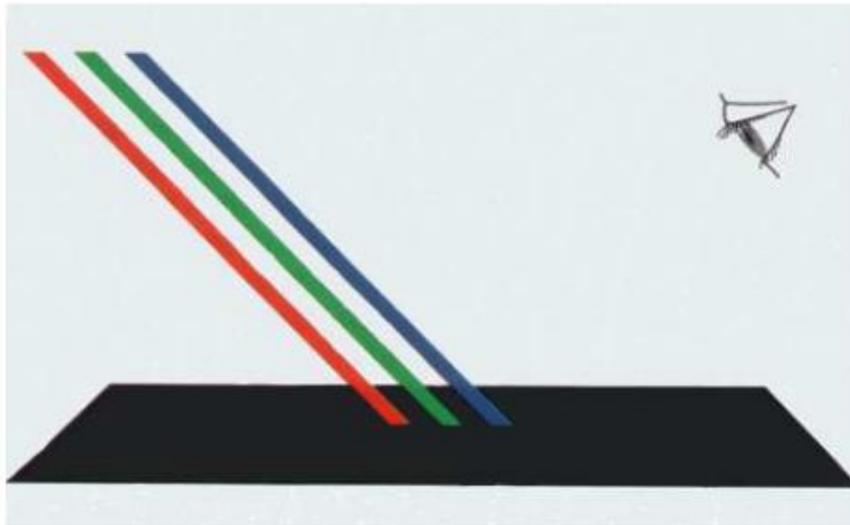
## • La percezione dei colori:

- Quando la luce del Sole colpisce una superficie colorata (es. gialla), parte della radiazione viene assorbita dalla superficie e parte riflessa.
- L'occhio cattura la radiazione riflessa e compone le diverse lunghezze d'onda sintetizzandole nel colore (giallo).



## • La percezione dei colori:

- Quando la luce del Sole colpisce una superficie nera, tutta la radiazione viene assorbita dalla superficie.
- L'occhio non riceve la radiazione riflessa e sintetizza questa informazione nel colore nero.



## • La sintesi additiva:

- Si basa sull'effettivo meccanismo di funzionamento dell'occhio umano.
- Consente di sintetizzare qualsiasi colore dalla fusione di tre fasci di luce opportunamente modulati (blu, verde, rosso).



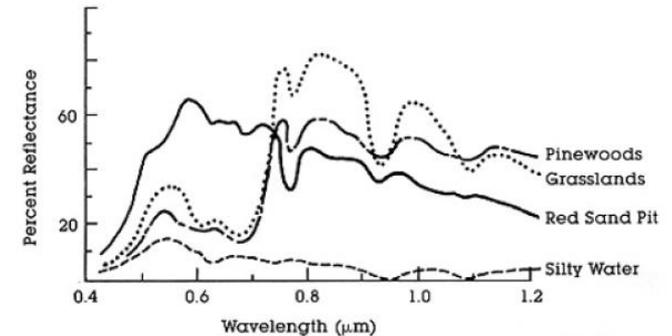
## • La sintesi sottrattiva:

- E' il reciproco della sintesi additiva.
- Consente di sintetizzare qualsiasi colore dalla sovrapposizione di pigmenti colorati di tre diverse tonalità (cyan, giallo, magenta).

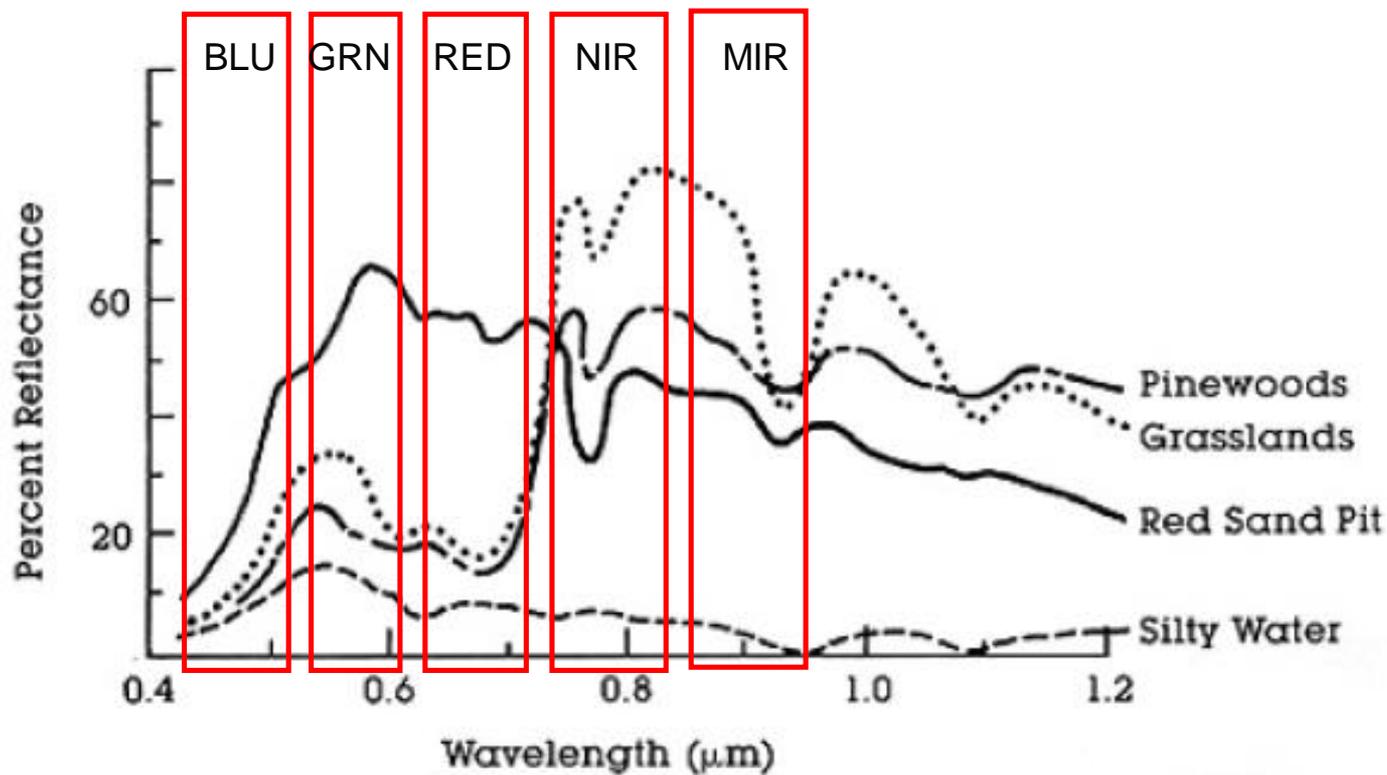


## FIRMA SPETTRALE

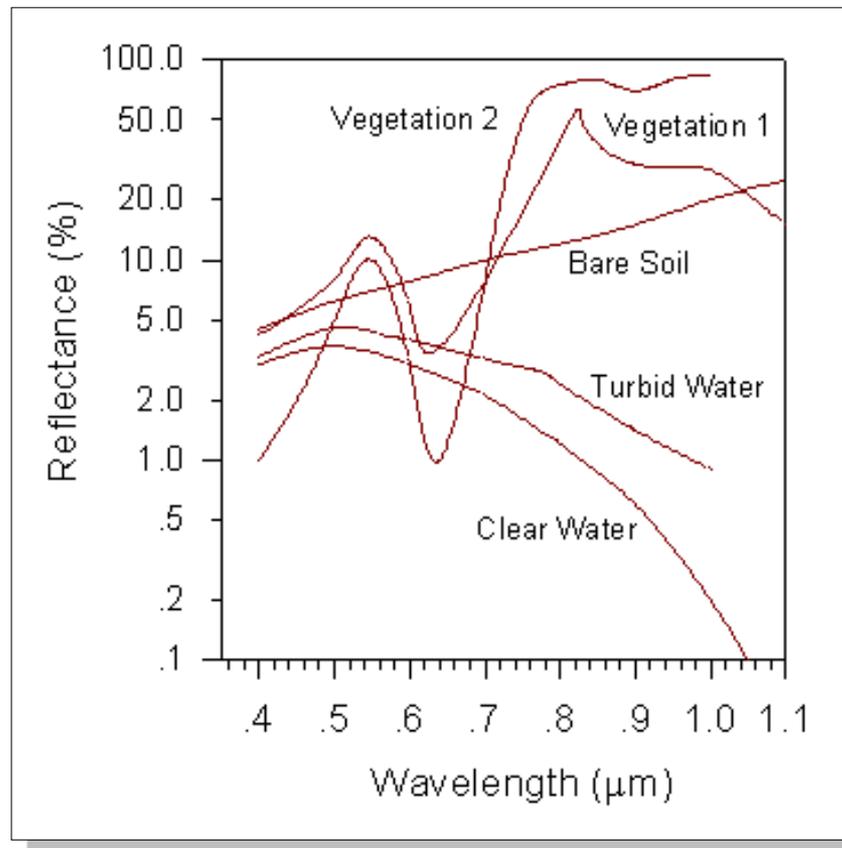
La quantità di radiazione elettromagnetica riflessa (ma anche assorbita e emessa) da un oggetto è dipendente dalla sua composizione chimica, dallo stato fisico e dalla sua temperatura e varia al variare della lunghezza d'onda.



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



## 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

## SENSORI ATTIVI E PASSIVI

I sensori possono essere attivi o passivi: questi ultimi misurano la radiazione naturalmente disponibile (emessa o riflessa dagli oggetti).

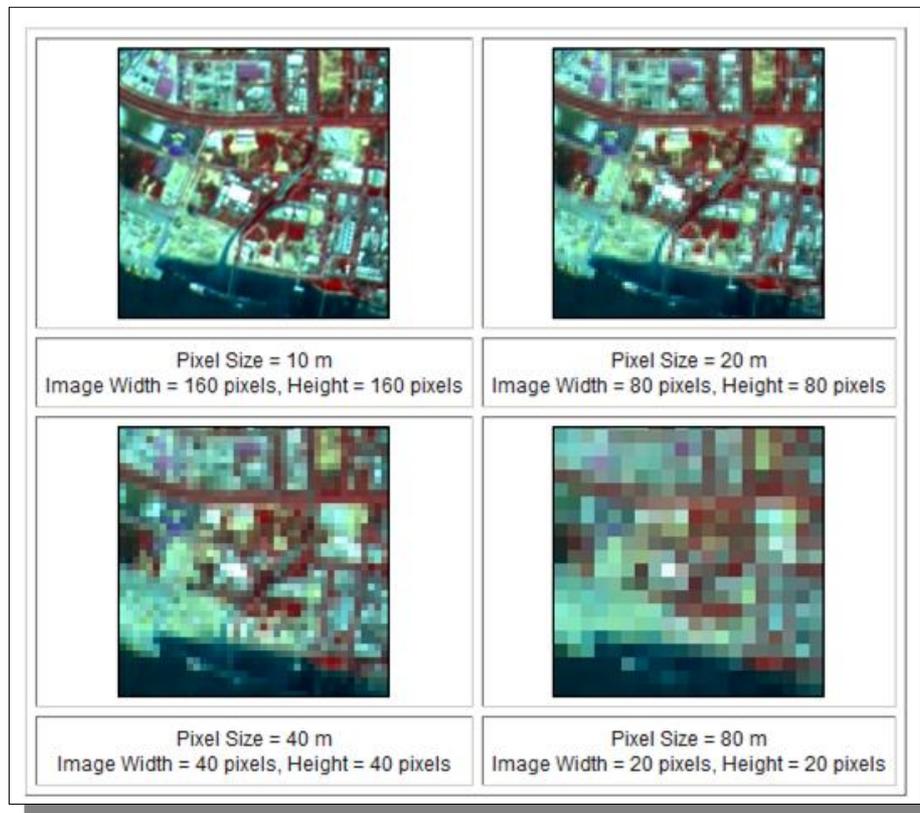
I sensori attivi generano invece un segnale che "illumina" l'oggetto e ne registrano l'eco di ritorno.

I sensori passivi possono solo essere usati per registrare l'energia che è disponibile naturalmente. Per tutte le energie riflesse, questo può avvenire solo quando il sole illumina la Terra, per cui la notte non c'è energia riflessa disponibile. L'energia che viene naturalmente emessa (come quella dell'infrarosso termico) può essere registrata sia di giorno che di notte, purchè la quantità di energia sia tale da essere registrata.

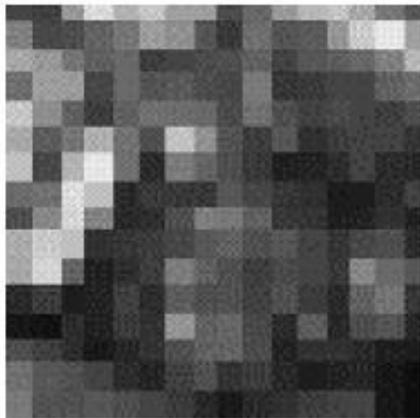
I sensori attivi, invece, forniscono la sorgente di energia per l'illuminazione. Il sensore emette la radiazione che è diretta verso l'oggetto che deve essere osservato. La radiazione riflessa dall'oggetto è registrata e misurata dal sensore. I vantaggi dei sensori attivi comprendono la capacità di ottenere misure in ogni momento senza problemi legati al momento del giorno o della stagione. Comunque i sistemi attivi richiedono la generazione di una enorme quantità di energia per illuminare adeguatamente l'oggetto. Un esempio di sensore attivo è il Radar ad Apertura Sintetica (SAR) o il LiDAR.

## RISOLUZIONE SPAZIALE

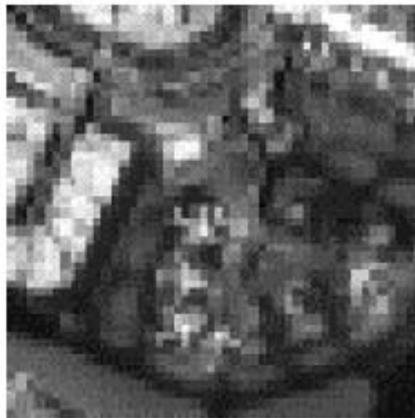
é l'area minima sul terreno vista dallo strumento da una data altezza ad un dato istante e viene rappresentata dalla dimensione dell'elemento di superficie riconoscibile in una immagine registrata da un sistema di telerilevamento o, ancora, dalla distanza minima entro la quale due oggetti appaiono distinti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



# RISOLUZIONE SPAZIALE



30 metri



10 metri



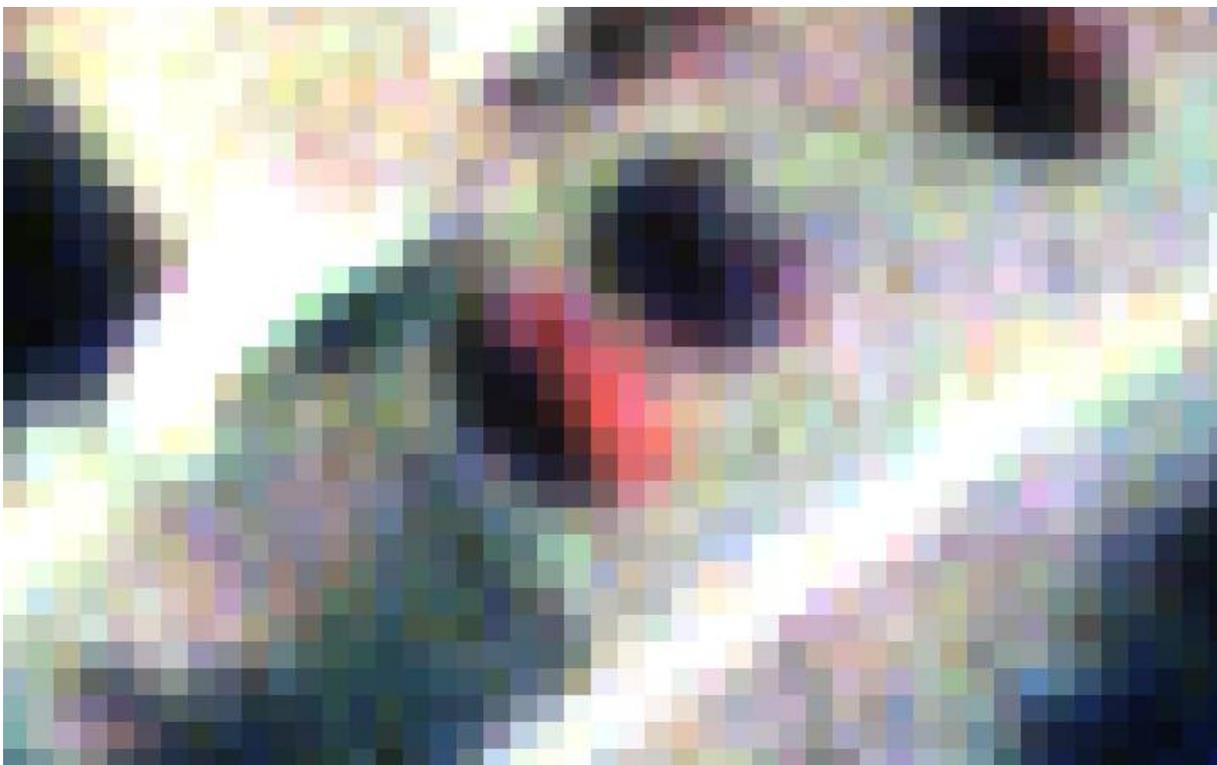
3 metri

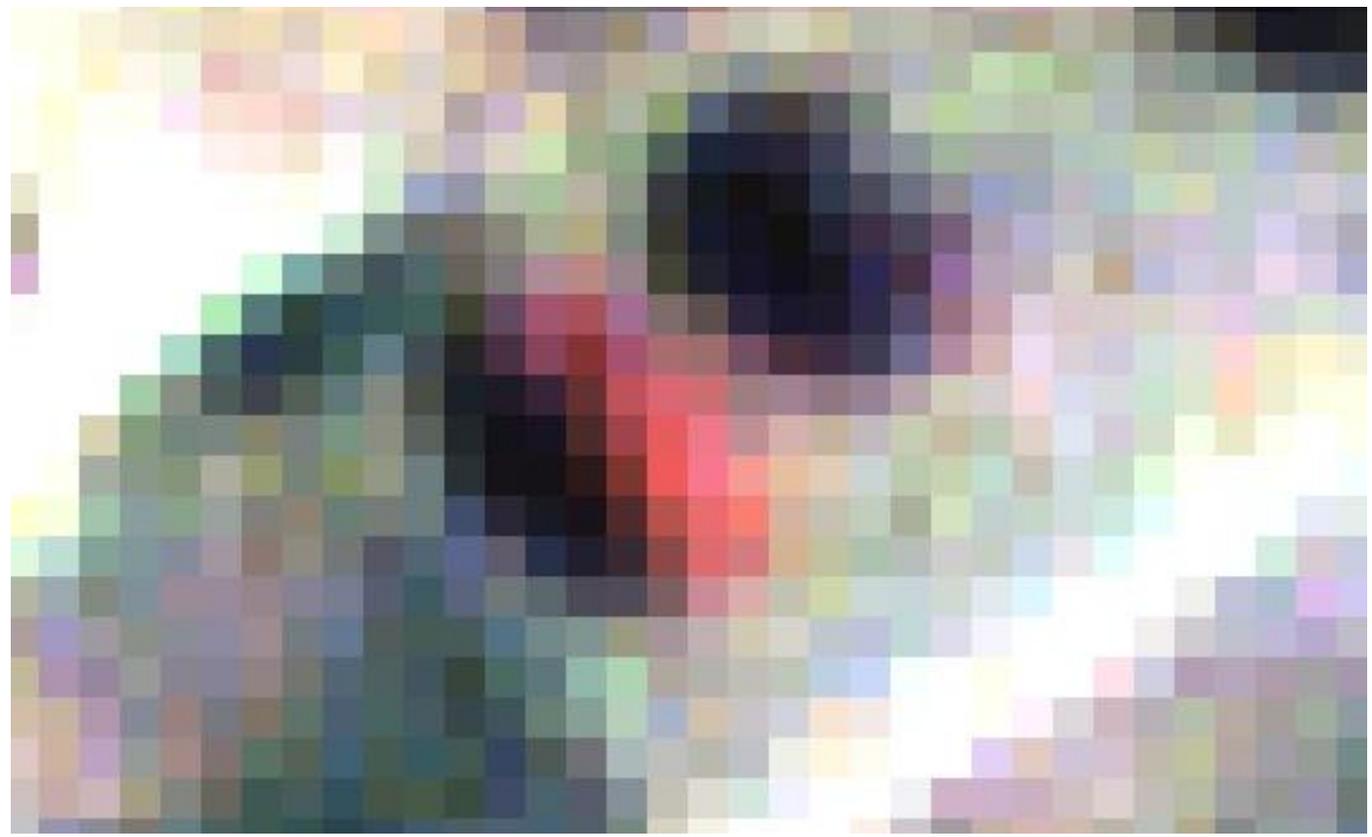


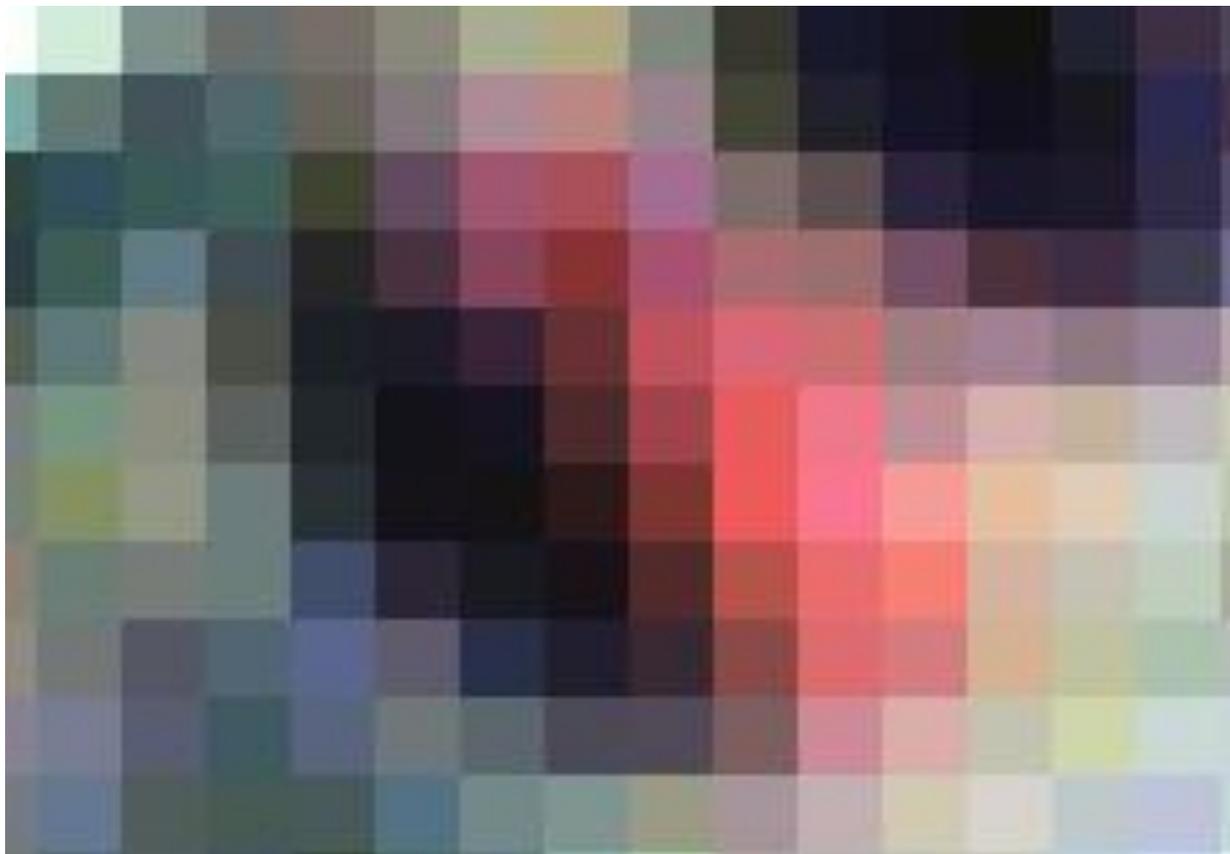








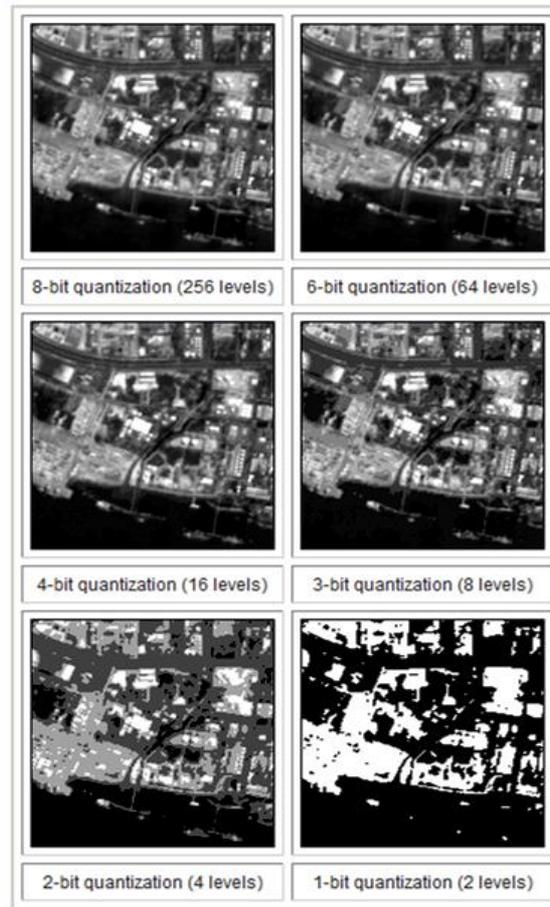




## RISOLUZIONE RADIOMETRICA

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

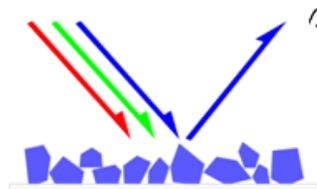
Le caratteristiche radiometriche descrivono il contenuto informativo in un'immagine.



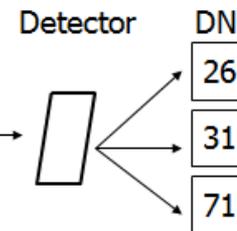
# IL MODELLO RASTER

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

Il convertitore AD applica una funzione del tipo  $DN = f(E)$



Energia riflessa

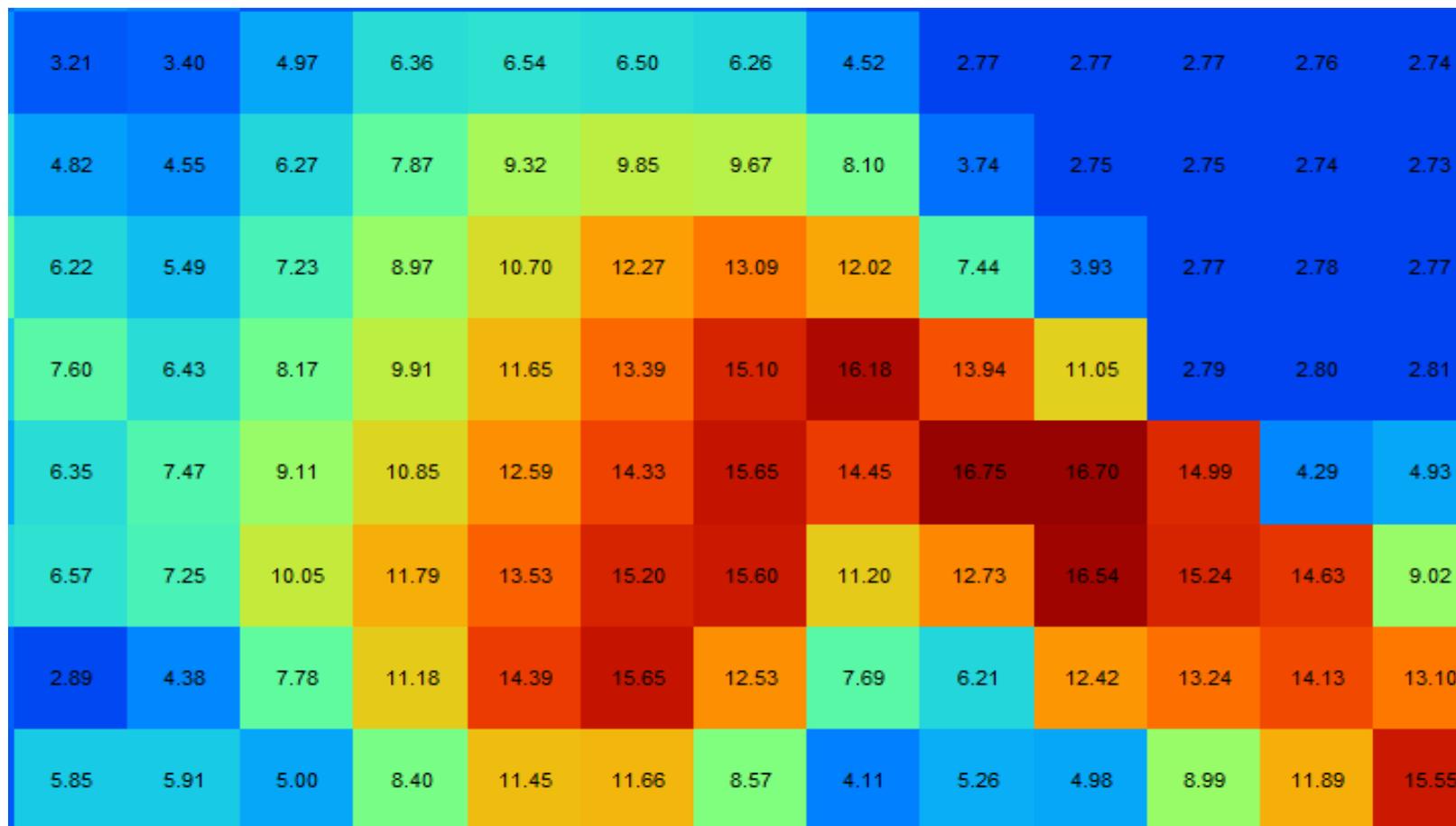


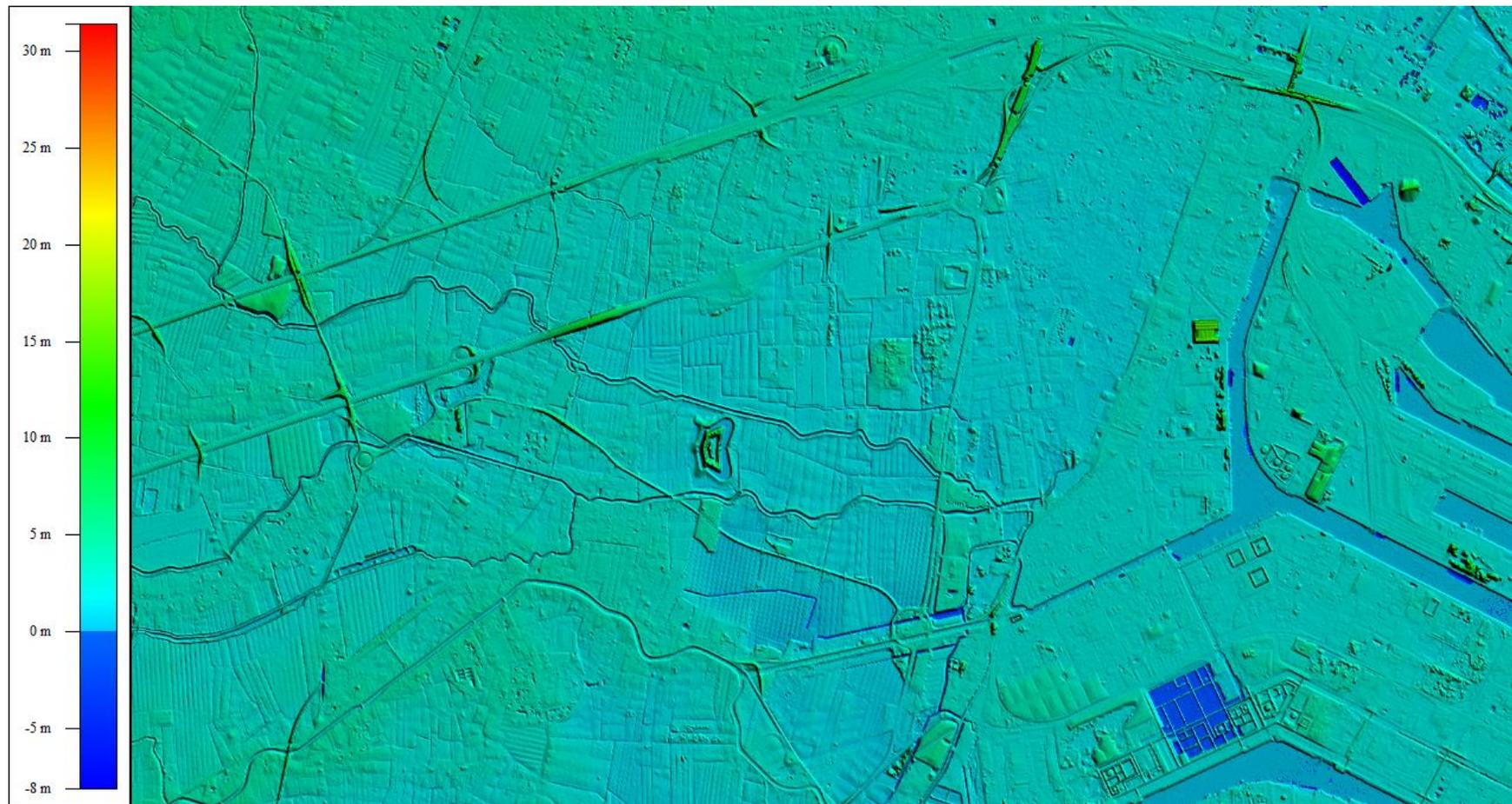
La radiazione che arriva al detector genera un segnale elettrico. Questo segnale viene campionato per un certo intervallo di tempo (dt) e poi quantizzato e registrato come numero digitale (DN).

88	82	84	88	85	83	80	93	102
88	80	78	80	80	78	73	94	100
85	79	80	78	77	74	65	91	99
38	35	40	35	39	74	77	70	65
20	25	23	28	37	69	64	60	57
22	26	22	28	40	65	64	59	34
24	28	24	30	37	60	58	56	66
21	22	23	27	38	60	67	65	67
23	22	22	25	38	59	64	67	66

88	82	84	88	85	83	80	93	102
88	80	78	80	80	78	73	94	100
85	79	80	78	77	74	65	91	99
38	35	40	35	39	74	77	70	65
20	25	23	28	37	69	64	60	57
22	26	22	28	40	65	64	59	34
24	28	24	30	37	60	58	56	66
21	22	23	27	38	60	67	65	67
23	22	22	25	38	59	64	67	66

88	82	84	88	85	83	80	93	102
88	80	78	80	80	78	73	94	100
85	79	80	78	77	74	65	91	99
38	35	40	35	39	74	77	70	65
20	25	23	28	37	69	64	60	57
22	26	22	28	40	65	64	59	34
24	28	24	30	37	60	58	56	66
21	22	23	27	38	60	67	65	67
23	22	22	25	38	59	64	67	66









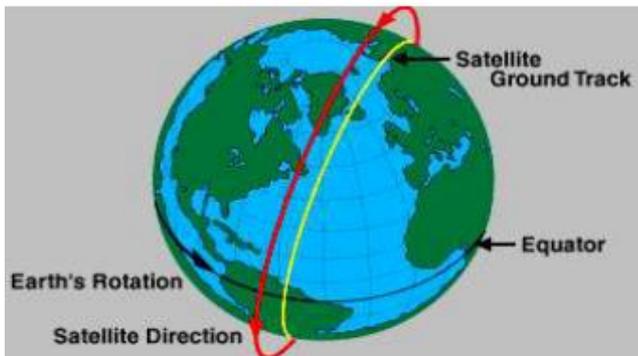


	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	



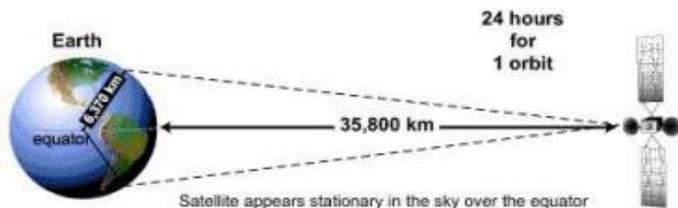
	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	
	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	
	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	
	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	
	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	
	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	
	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	
	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	
	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	

## Orbite polari eliosincrone



# Orbite geostazionarie (geosincrone)

## Geostationary Orbit



# 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+

## EVOLUZIONE DEL DATO:

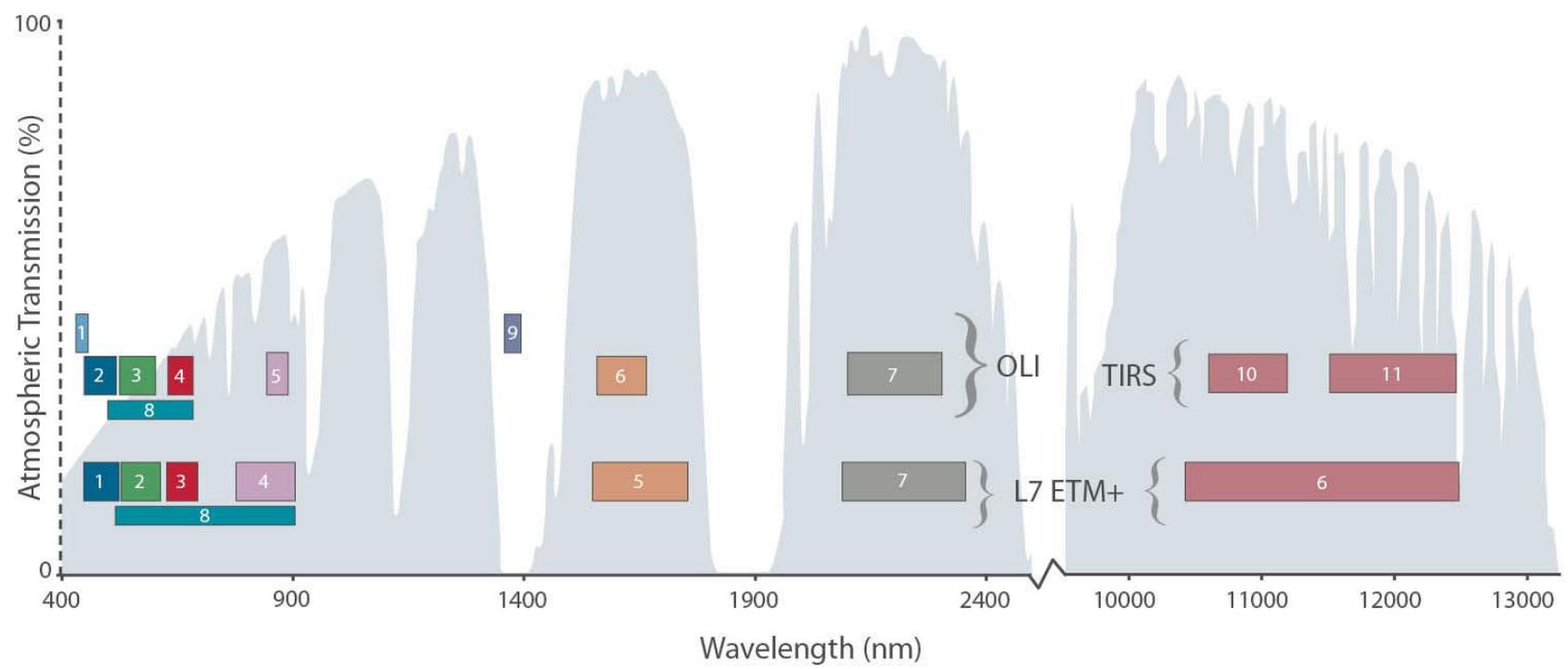
### LANDSAT 8

A due anni dal lancio (11 febbraio 2013), il satellite Landsat 8 della Nasa è pienamente operativo e ha inviato centinaia di immagini preziose per il monitoraggio della superficie terrestre. Una missione, quella denominata Landsat, che dura ormai da 42 anni e ha permesso alla Nasa di mappare il nostro pianeta e documentarne i cambiamenti degli ultimi decenni.



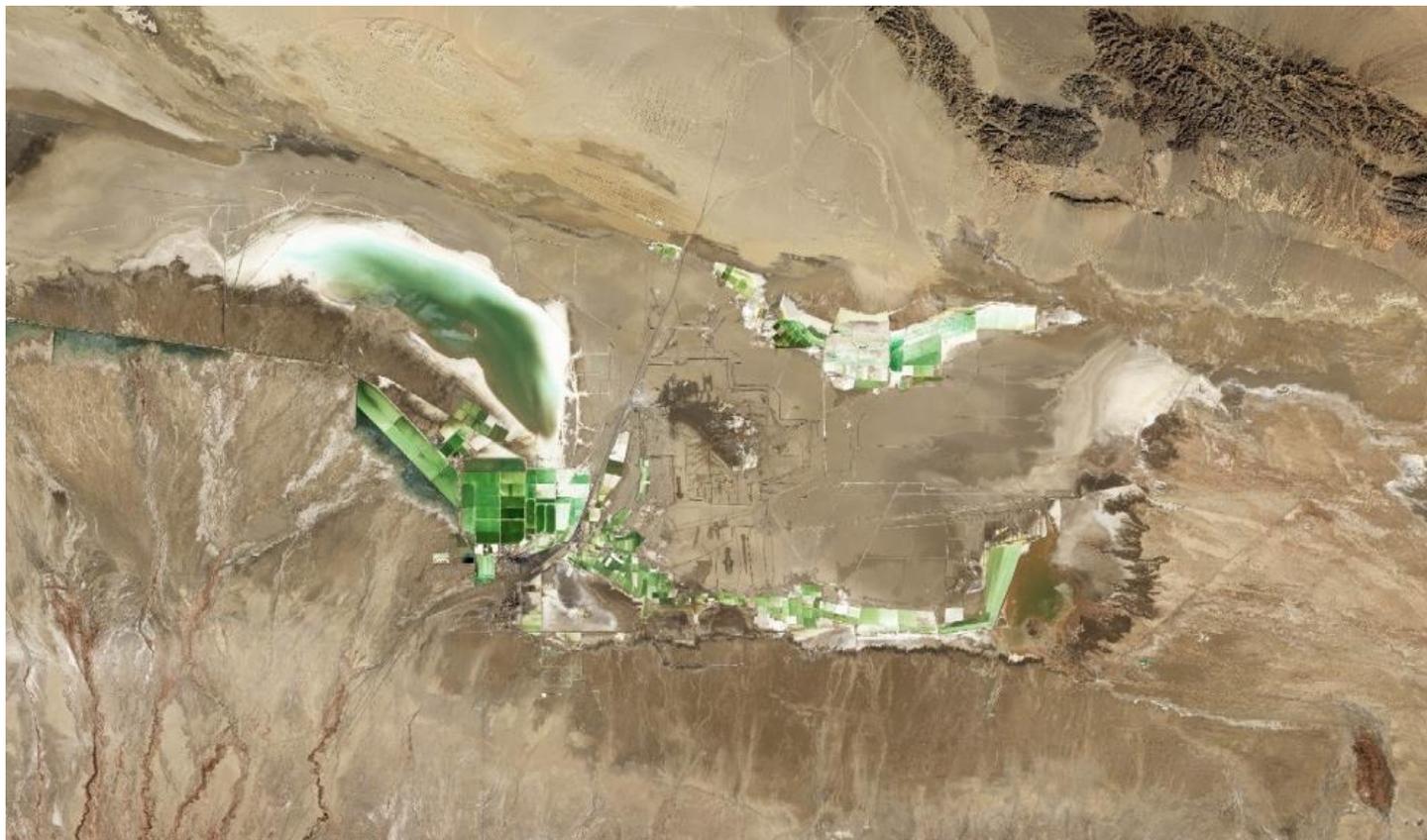
Landsat 8 monta a bordo 2 strumenti:

**OLI** (Operational Land Imager) e **TIRS** (Thermal Infrared Sensor), che garantiscono prestazioni e qualità di ripresa superiori al precedente ETM+, grazie anche ad un numero maggiore di bande, 11 contro le precedenti 8. In particolare sono state aggiunte due bande ottimizzate per lo studio dei cirri (1360/1380 nm) e dell'aerosol (430-450 nm) e il range nell'infrarosso termico è stato suddiviso in due bande, a differenza dell'unica banda dell'ETM+.





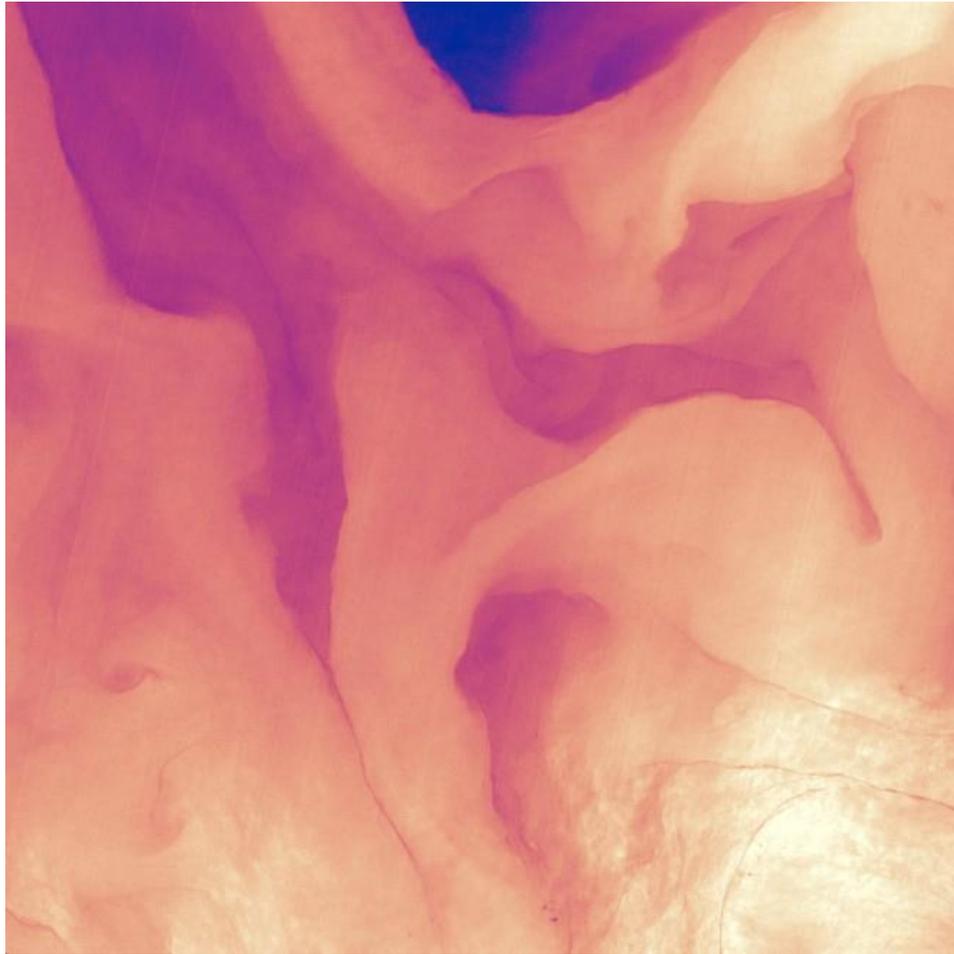
## Deforestazione in Perù



Le industrie di estrazione dei minerali sulle rive del lago Dabuxun

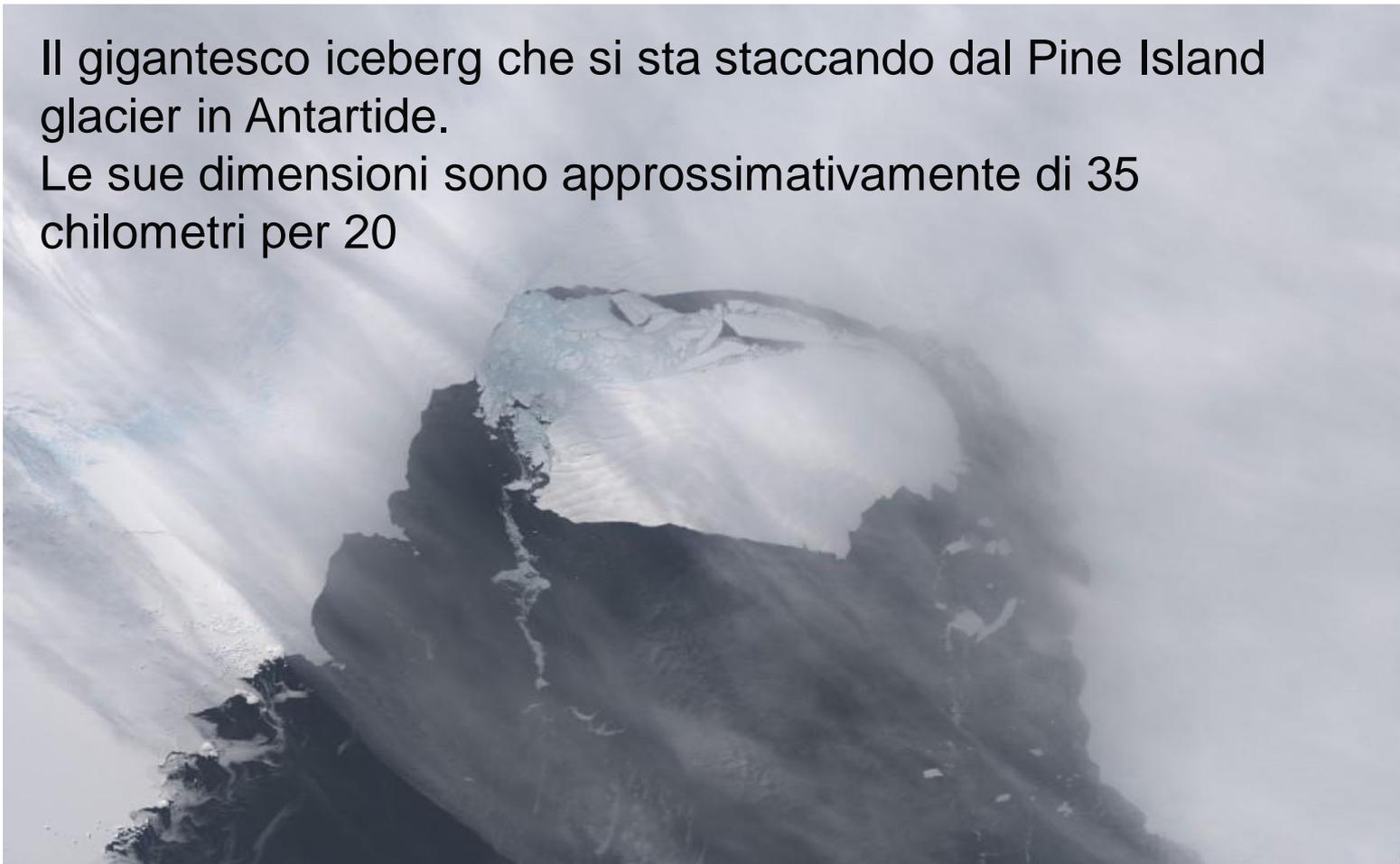


Il Claremont Isles national park con le sue barriere coralline, in Australia



La corrente del Golfo,  
osservata grazie al sensore  
termico all'infrarosso di Landsat  
8, al largo della Carolina del  
sud

Il gigantesco iceberg che si sta staccando dal Pine Island glacier in Antartide.  
Le sue dimensioni sono approssimativamente di 35 chilometri per 20



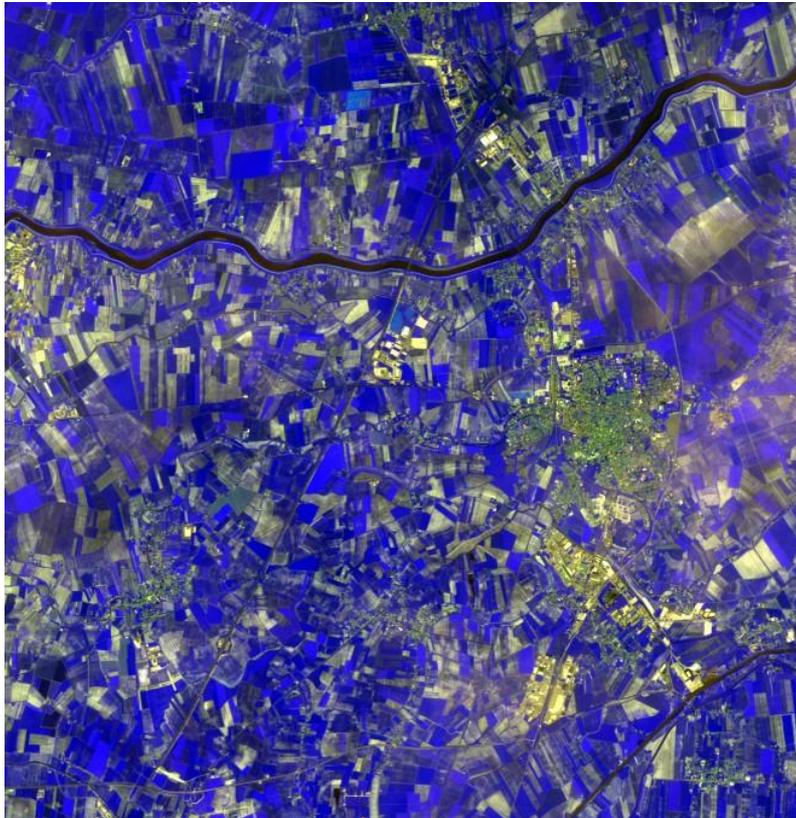


Le colate di lava e le sue diverse forme. In questa immagine i vulcani Cerro del Leon e Paniri, in Cile



**Groenlandia, quando si scioglie la neve. È evidente la differenza tra la 'vecchia' e la 'nuova' neve. Che si scioglie in primavera lasciando dietro di sé nuovi laghetti**

# SPOT 5



		SPOT
Risoluzione spaziale (m)	PAN	2.5
	MS	10
Swath (km)		60
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>

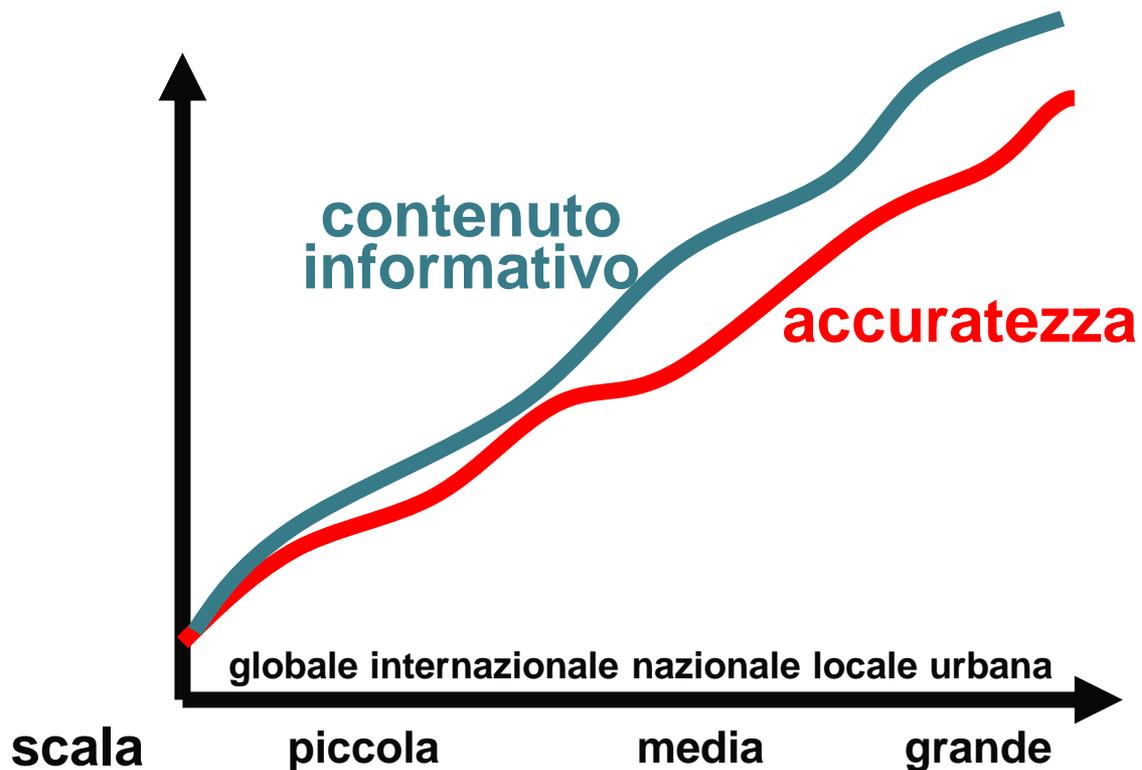


# IKONOS

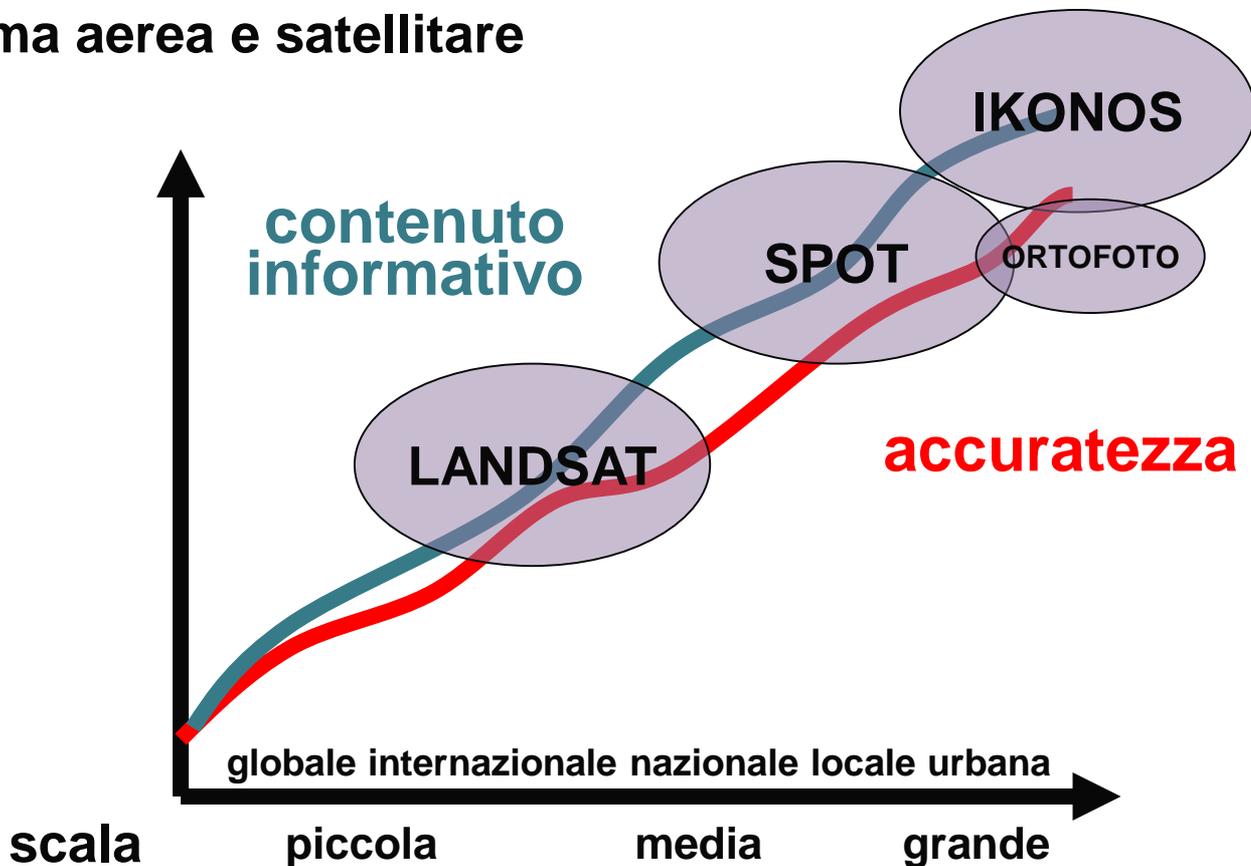


		Ikonos
Risoluzione spaziale (m)	PAN	1
	MS	4
Swath (km)		11
Risoluzione temporale (gg)		5
Risoluzione radiometrica (bit)		11
Risoluzione spettrale (micron)		4 bande (visibile e infrarosso vicino) 1 pancromatico da 0,45 a 0,9
Distributore dati		Spaceimaging <a href="http://www.spaceimaging.com">www.spaceimaging.com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

## CONTENUTO INFORMATIVO E ACCURATEZZA DEI LIVELLI INFORMATIVI TERRITORIALI



## L'informazione territoriale da piattaforma aerea e satellitare



# EVOLUZIONE DEL DATO

## QUICKBIRD

QuickBird è il satellite ad altissima risoluzione di DigitalGlobe, uno dei leader mondiali nella fornitura di dati di Osservazione della Terra.

In orbita sin dal 2001, è stato progettato per riprendere vaste aree in modo efficiente e con un'elevata accuratezza ed è capace di acquisire fino a 75 milioni di kmq di superficie all'anno.



QuickBird acquisisce contemporaneamente immagini pancromatiche, con una risoluzione spaziale di 61 centimetri, e immagini multispettrali in 4 differenti bande, dal visibile all'infrarosso vicino, con una risoluzione spaziale di 2,44 metri.

Il periodo di rivisitazione di soli circa 3,5 giorni, unitamente all'ampio swath e all'accuratezza che caratterizza QuickBird, lo rendono ideale per ottenere informazioni di dettaglio, costantemente aggiornabili.

# EVOLUZIONE DEL DATO

## GEOEYE

Lanciato lo scorso 06 settembre 2008, GeoEye-1 è il satellite ottico ad altissima risoluzione, per l'osservazione della terra, in grado di acquisire immagini con una risoluzione di 50 cm in modalità pancromatica e di 2 m nelle quattro bande multispettrali.



GeoEye-1 è dotato inoltre di una notevole agilità che gli consente di acquisire aree piuttosto ampie anche in modalità stereoscopica: in questo modo si ottengono coppie di immagini con condizioni simili di acquisizione, particolarmente valide per l'estrazione di Modelli Digitali del Terreno (DEM).

Seguendo un'orbita polare, ogni punto della Terra è mediamente rivisitato da GeoEye ogni 3 giorni, in base all'angolo di acquisizione desiderato.

## WORLDVIEW-2

Il satellite WorldView2 è stato lanciato l'8 ottobre 2009 ed è gestito dalla società DigitalGlobe. E' il primo satellite commerciale ad altissima risoluzione che acquisisce immagini multispettrali ad 8 bande con risoluzione di 1,8 metri oltre che immagini pancromatiche con risoluzione di 46 centimetri (commercializzate con la risoluzione di 50 cm nel pancromatico e 2 metri nel multispettrale).



(Image Copyright © DigitalGlobe)



## WORLDVIEW-2

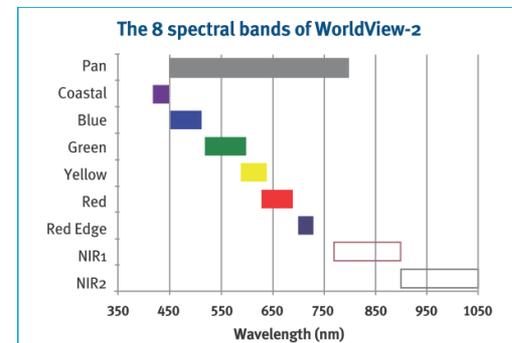
I sensori a bordo sono WV110 per il multi spettrale e WV60 per il pancromatico.

La risoluzione radiometrica con cui viene discretizzato il segnale registrato dai sensori è di 11 bit (pari a 2048 livelli).

In particolare WorldView-2 è il primo satellite commerciale ad alta risoluzione in grado di acquisire, accanto alle quattro tipiche bande **Blu, Verde, Rosso ed Infrarosso Vicino**, quattro ulteriori bande multispettrali, "esclusive":

- la banda "Coastal" (400 - 450 nm), utile per lo studio di aree costiere, grazie alle sue caratteristiche di penetrazione nell'acqua, e ideale per migliorare i risultati nei processi di correzione atmosferica;
- la banda "Yellow" (585 - 625 nm): molto importante per rendere meglio i colori naturali delle immagini e per ottimizzare i processi di classificazione;
- la banda "Red Edge" (705 - 745 nm): fondamentale per l'analisi approfondita delle condizioni di salute della vegetazione;
- la banda "Near Infrared 2" (860 - 1040 nm): una seconda banda nell'infrarosso vicino, meno influenzata dalle condizioni atmosferiche, estremamente utile a supporto dell'analisi della vegetazione e delle biomasse.

Secondo una stima delle aziende del settore EO, la presenza delle 4 bande aggiuntive garantisce un **miglioramento nell'accuratezza delle classificazioni del 20-30%**, rispetto ai tradizionali studi che utilizzano le 4 bande (Blu, Green, Red, Nir).



## WORLDVIEW-2

Banda spettrale	Applicazioni
COASTAL Blue	L'energia in questa lunghezza d'onda è assorbita dalla clorofilla nelle piante sane. Utile negli studi batimetrici grazie alle sue caratteristiche di penetrazione nell'acqua. Sostanzialmente influenzata dallo scattering atmosferico ha quindi il potenziale per migliorare le tecniche di correzione atmosferica.
BLUE	Buona penetrazione nell'acqua per studi di batimetria. Assorbita dalla clorofilla nelle piante. Meno influenzata dallo scattering e l'assorbimento rispetto alla banda Coastal.
GREEN	Miglior funzionalità sul picco di riflettanza della vegetazione sana. Ideale per calcolare il vigore delle piante. Molto utile nel discriminare tra le tipologie di materiale vegetale se utilizzato in combinazione con la banda Yellow.
YELLOW	Importante per il processo di classificazione. Rileva la componente "gialla" di alcuni tipi di vegetazione, sia a terra che in acqua.

## WORLDVIEW-2

Banda spettrale	Applicazioni
RED	<p>Maggiormente focalizzata sull'assorbimento della luce rossa dalla clorofilla nelle piante sane.</p> <p>Una delle più importanti bande per la discriminazione della vegetazione.</p> <p>Molto utile nel classificare i suoli nudi, le strade, e le caratteristiche geologiche.</p>
RED-EDGE	<p>Molto utile per studiare la porzione di massima riflettività nella risposta della vegetazione.</p> <p>Fondamentale nel misurare la salute delle piante e di aiuto nella classificazione della vegetazione.</p>
NIR-1	<p>Molto efficace per la stima del contenuto di umidità e della biomassa vegetale.</p> <p>Separa i corpi d'acqua dalla vegetazione, identifica i tipi di vegetazione e discrimina anche tipi di suolo differenti.</p>
NIR-2	<p>Si sovrappone per una parte alla banda NIR-1 ma è meno influenzata dagli effetti atmosferici.</p> <p>Consente di effettuare analisi più ampie negli studi della vegetazione e della biomassa.</p>

## RAPIDEYE

La costellazione di cinque satelliti ad alta risoluzione in grado di garantire coperture multitemporali su vaste aree con tempi di rivisitazione giornalieri

Tutti i satelliti della costellazione acquisiscono immagini alla risoluzione di 5 m, in 5 bande multispettrali:

- Blu 440–510 nm
- Verde 520–590 nm
- Rosso 630–685 nm
- Red edge 690–730 nm
- Infrarosso vicino 760–850 nm

Le immagini RapidEye sono state le prime a disporre della **banda "red-edge"** che, grazie alla sua capacità di individuare variazioni nel contenuto in clorofilla, è particolarmente indicata per l'analisi della vegetazione, per la sua classificazione e per la quantificazione di azoto nella biomassa.



Image Copyright © BlackBridge



## WORLDVIEW-3

WorldView-3 è il primo satellite commerciale ad altissima risoluzione (31 cm) dotato di 26 bande super-spettrali e grandi capacità di acquisizione.

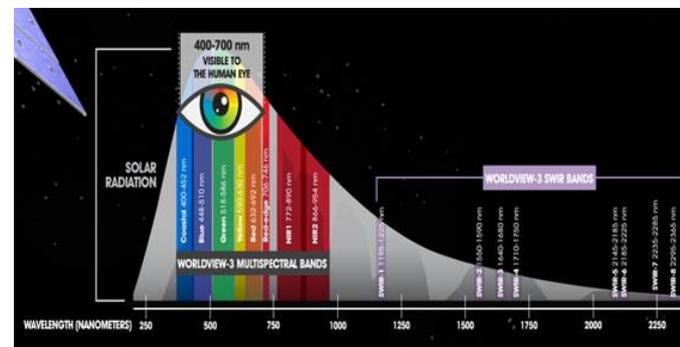
Lanciato il 13 agosto 2014, WorldView-3 è il sesto satellite in orbita della DigitalGlobe, insieme a: Ikonos, QuickBird, WorldView-1, GeoEye-1 e WorldView-2.



### Caratteristiche

WorldView-3 è in grado di acquisire immagini alla risoluzione di 31 cm pancromatica, 1,24 m multispettrale, 3,7 m nell'infrarosso a onde corte e 30 m CAVIS (Clouds, Aerosols, Vapors, Ice, and Snow). A causa delle limitazioni imposte dalla legge le immagini, che saranno commercializzabili a partire da febbraio 2015, saranno fornite alla risoluzione di 40 cm.

Con un tempo medio di rivisitazione inferiore a 1 giorno, WorldView-3 è in grado di acquisire fino a 680.000 km<sup>2</sup> al giorno.

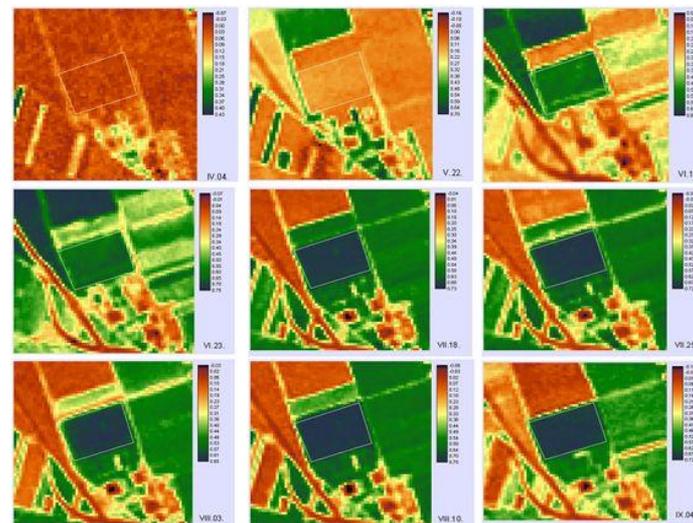
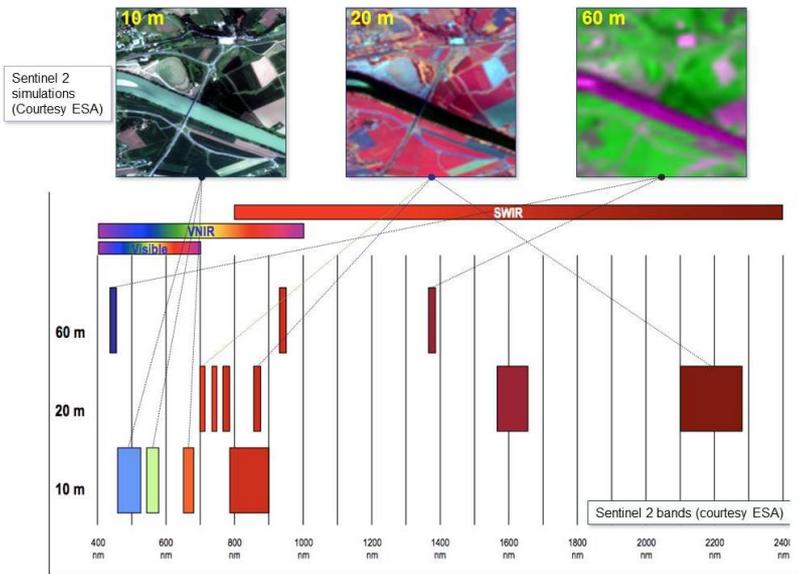


**Applicazioni** nuove e per cui è particolarmente performante:

Mapping - Land Classifications - Disaster Preparedness/Response - Feature Extraction/Change Detection - Soil/Vegetative Analysis - Geology: Oil & Gas, Mining - Environmental Monitoring  
Bathymetry/Coastal Applications - Identification of Man-made Materials

# SENTINEL-2

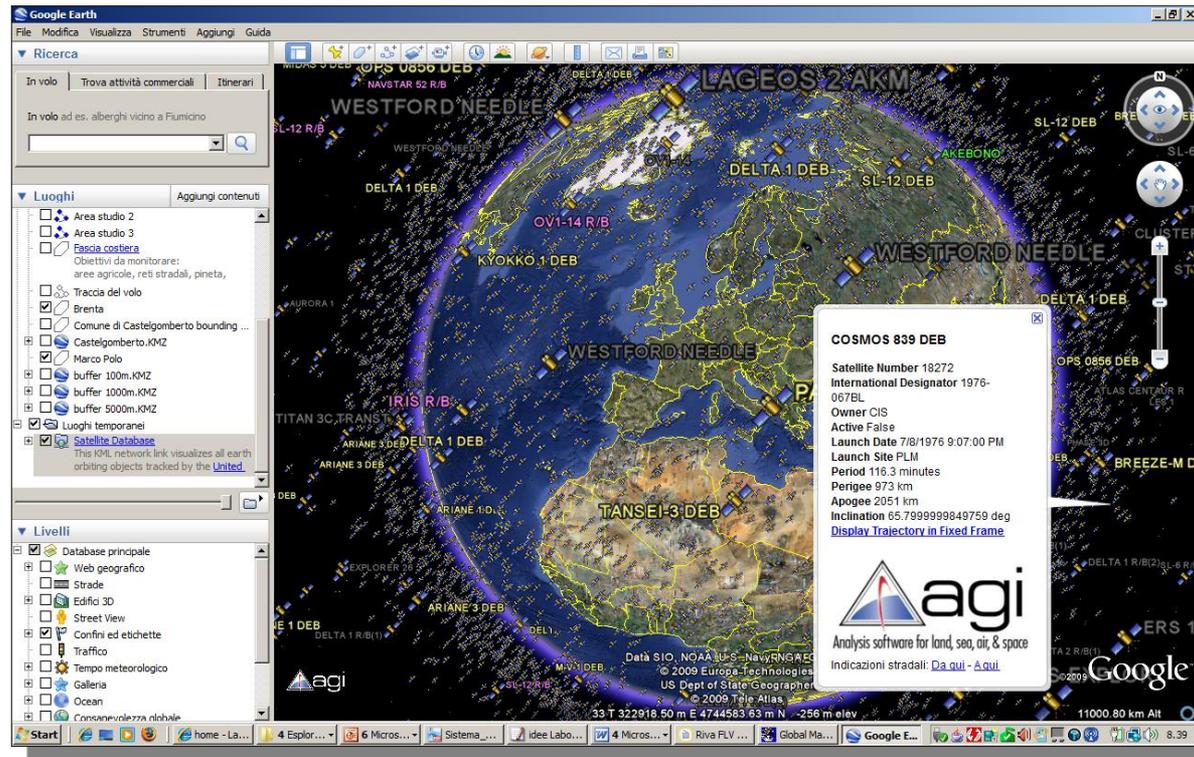
Sentinel-2 un sistema di sensori ottici con visibile, vicino infrarosso e sensori a infrarossi ad onde corte che comprende 13 bande spettrali: 4 bande a 10 m, 6 bande a 20 m e 3 bande a 60 m di risoluzione spaziale. Lancio previsto aprile 2015



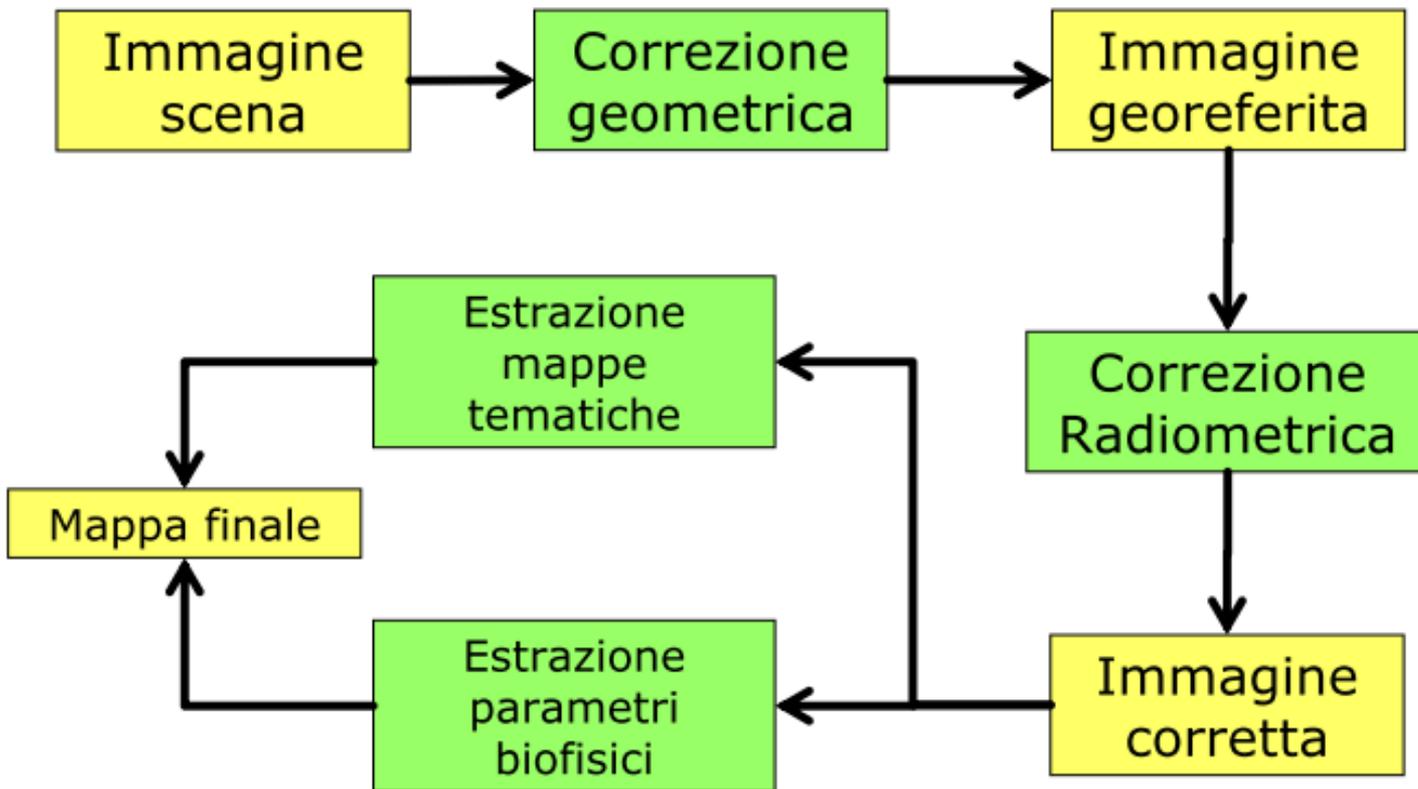
# LO SCENARIO ATTUALE



# IMMAGINI E CLASSIFICATORI: evoluzione PROLIFERARE DELLE PIATTAFORME SATELLITARI



## FLUSSO DI ELABORAZIONE DEI DATI EARTH OBSERVATION (EO)



# Indici di Vegetazione

## SR (Simple Ratio)

E' il più semplice indice di vegetazione. Assume valori tra 0 e infinito, in particolare tra 0 e 1 per i suoli e tra 6 e 10 per la vegetazione verde.

$$SR = \frac{\rho_{nir}}{\rho_r}$$

## NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

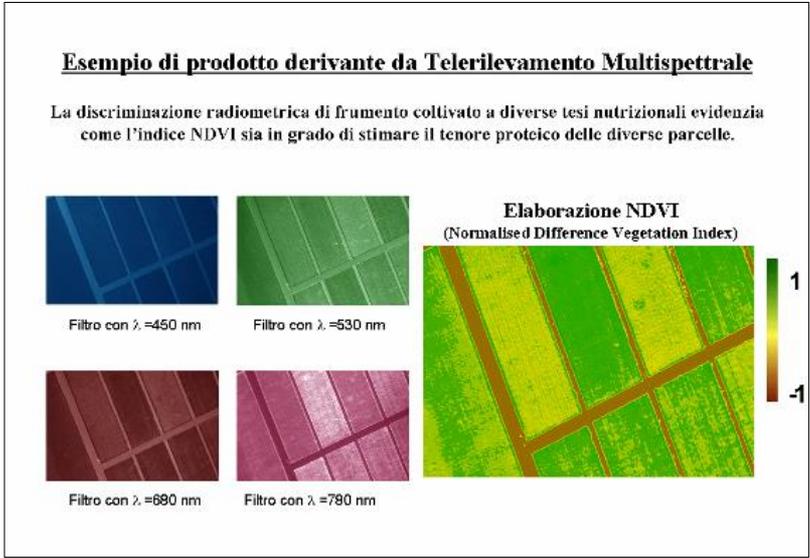
E' il più utilizzato. I valori dell'indice sono sempre compresi tra -1 e 1, in particolare inferiori a 0 l'acqua e le aree cementificate, poco superiori a 0 i suoli e tra 0.4 e 0.7 la vegetazione a differente stato di vigore.

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_r}{\rho_{nir} + \rho_r}$$

# L'INDICE NDVI

## Normalized Difference Vegetation Index

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$



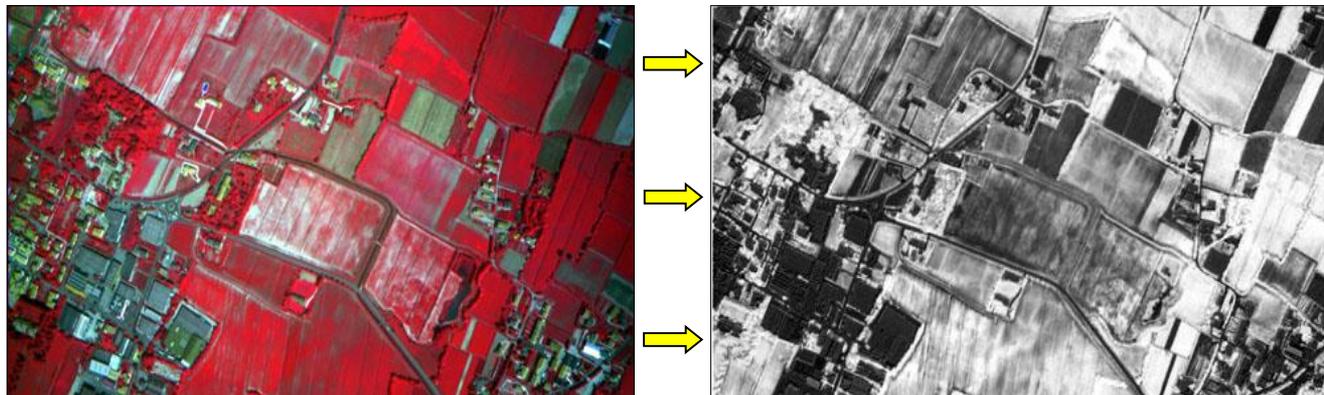
La vegetazione ha riflettività molto elevata nell'infrarosso vicino e appare rossa nell'immagine (nella composizione RGB a falsi colori)

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

*“L’Indice di Vegetazione, nella sua formulazione come NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), sfrutta la diversa risposta della copertura vegetale alle bande spettrali del visibile (rosso) e del vicino infrarosso, e fornisce un valore numerico adimensionale, teoricamente compreso tra -1 e +1. Tale valore è stato dimostrato essere in stretta relazione con lo stato di salute della vegetazione, intesa come biomassa e area fogliare (Leaf Area Index), ed ai processi biochimici ad essa correlati (attività fotosintetica). La caratteristica del comportamento dei pigmenti delle foglie non sottoposte a stress è infatti quella di riflettere soltanto circa il 10% della radiazione ricevuta nella regione spettrale della luce visibile (rosso), ed allo stesso tempo di riflettere oltre il 40% di quella ricevuta nell’infrarosso vicino.*

*Nella mappe elaborate, valori bassi di NDVI si verificano in aree a bassa o assente copertura vegetale, o dove la vegetazione presente è senescente o sofferente, mentre gli alti valori dell’indice rispecchiano una situazione di forte attività fotosintetica e in alcuni casi elevata presenza di biomassa.*

## 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.

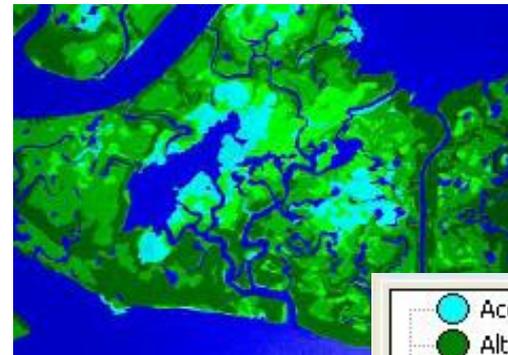
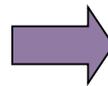


## APPLICAZIONI NELLO STUDIO DELLA VEGETAZIONE NELLE BARENE

La scena è stata classificata utilizzando la tecnologia object-oriented (basata sull'individuazione automatica di classi per componente geometrica e per componente radiometrica).

Le classi utilizzate nel riconoscimento di oggetti sono: Lagune e canali, Acque basse, Basso valore di fitomassa, Medio valore di fitomassa, Alto valore di fitomassa.

Nel caso della vegetazione, la tecnologia object-oriented classifica l'immagine sulla base della componente radiometrica, **cercando quindi di discriminare la quantità di clorofilla contenuta, presente nell'immagine multispettrale in toni di rosso.**



- Acque basse
- Alto valore di fitomassa
- Basso valore di fitomassa
- Lagune e Canali
- Medio valore di fitomassa

## STRESS VEGETAZIONE E BIOMASSA

L'applicazione di un indice NDVI o, più semplicemente il rapporto tra le bande dell'infrarosso vicino e del rosso, consente di mettere a punto una stima della quantità di biomassa presente in un'area di indagine.

