

BEST

Tutela e conservazione della biodiversità



HELLENIC REPUBLIC
REGION OF EPIRUS



REGION
OF WESTERN
GREECE
Full of contrast!



**PUGLIA
REGION**

Department of Environment,
Landscape and Urban Quality



Strumenti per l'analisi e il monitoraggio del territorio tramite telerilevamento

Prof.ssa Eufemia Tarantino
Politecnico di Bari





Politecnico
di Bari

AGlab Laboratorio di GEOMATICA

Resp. Scientifico Prof.ssa E. Tarantino



TOPOGRAFIA

Stazione totale

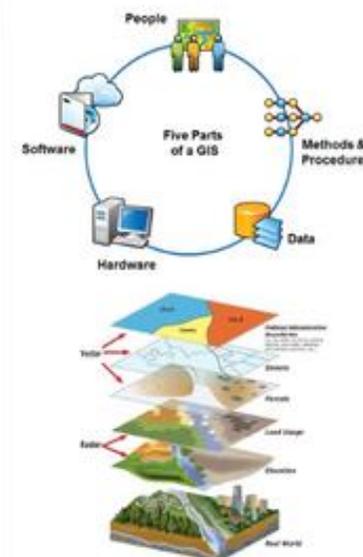
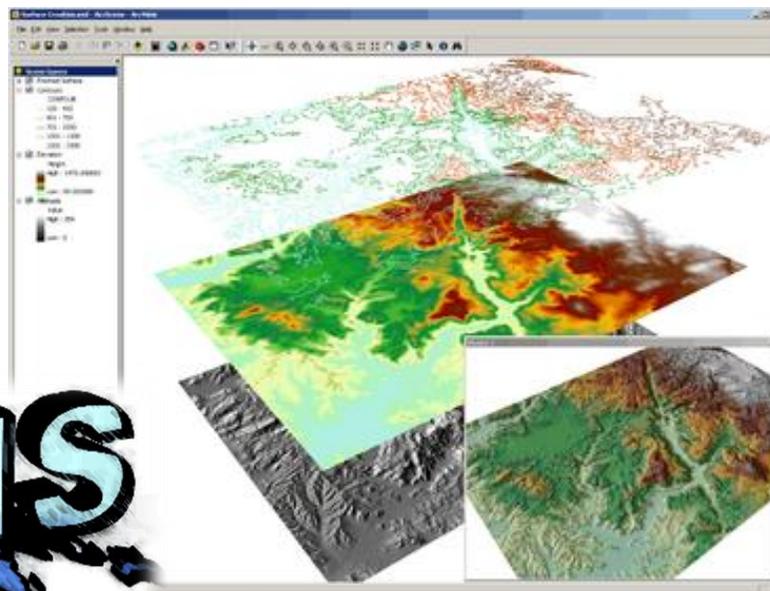
Distanziometro



GPS



CARTOGRAFIA DIGITALE

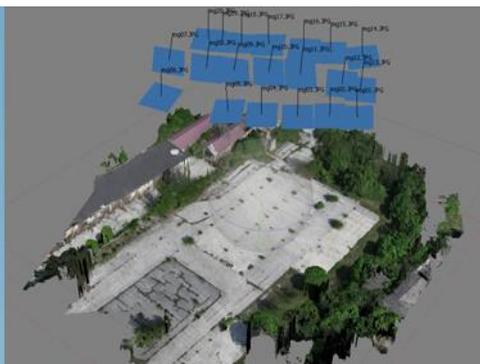


GIS

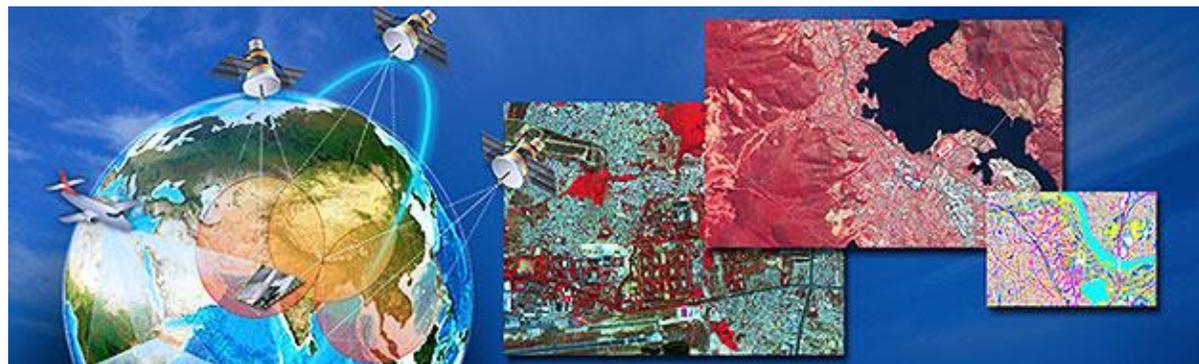
Laser scanner terrestre



FOTOGRAMMETRIA



TELERILEVAMENTO

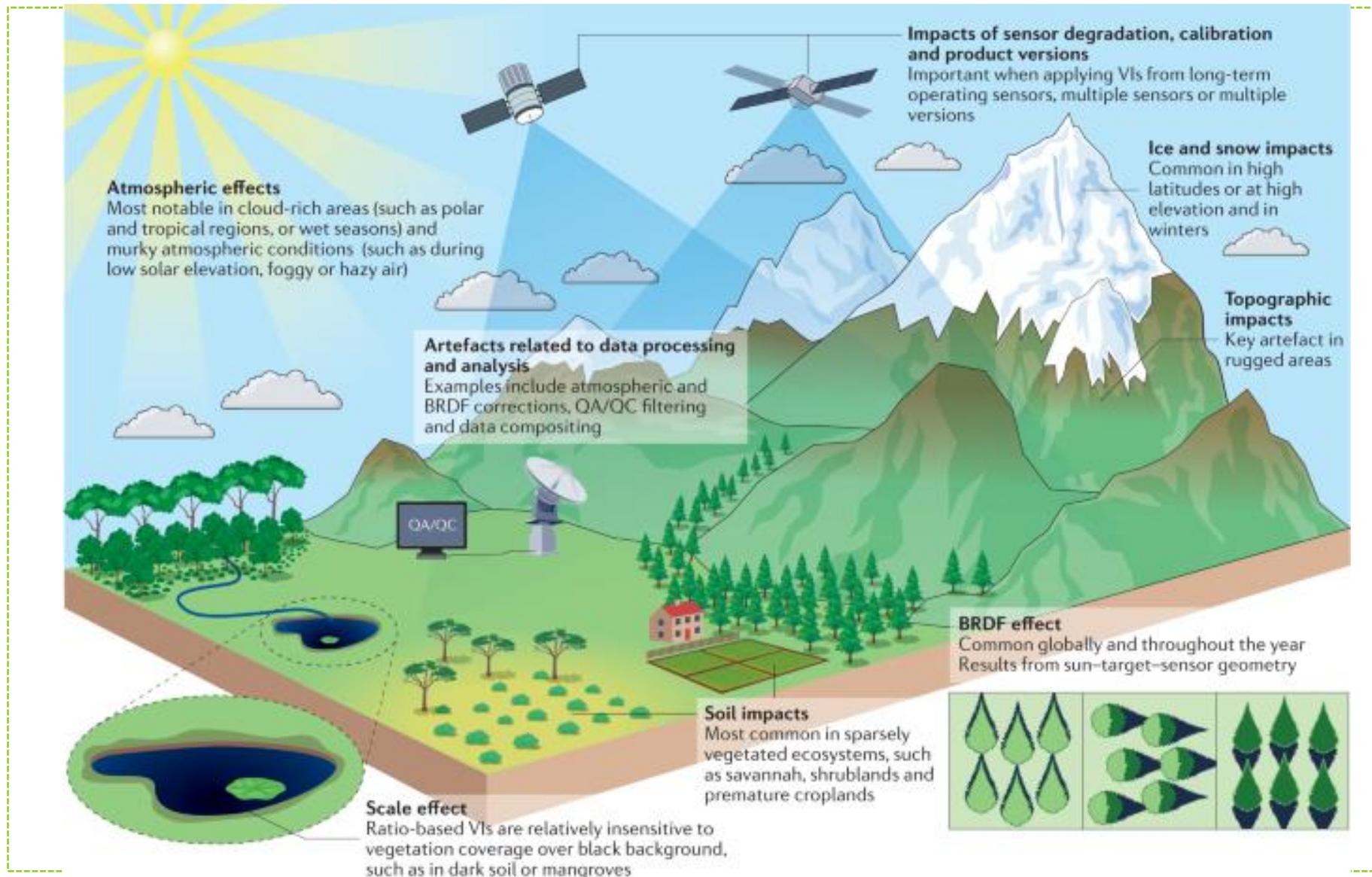


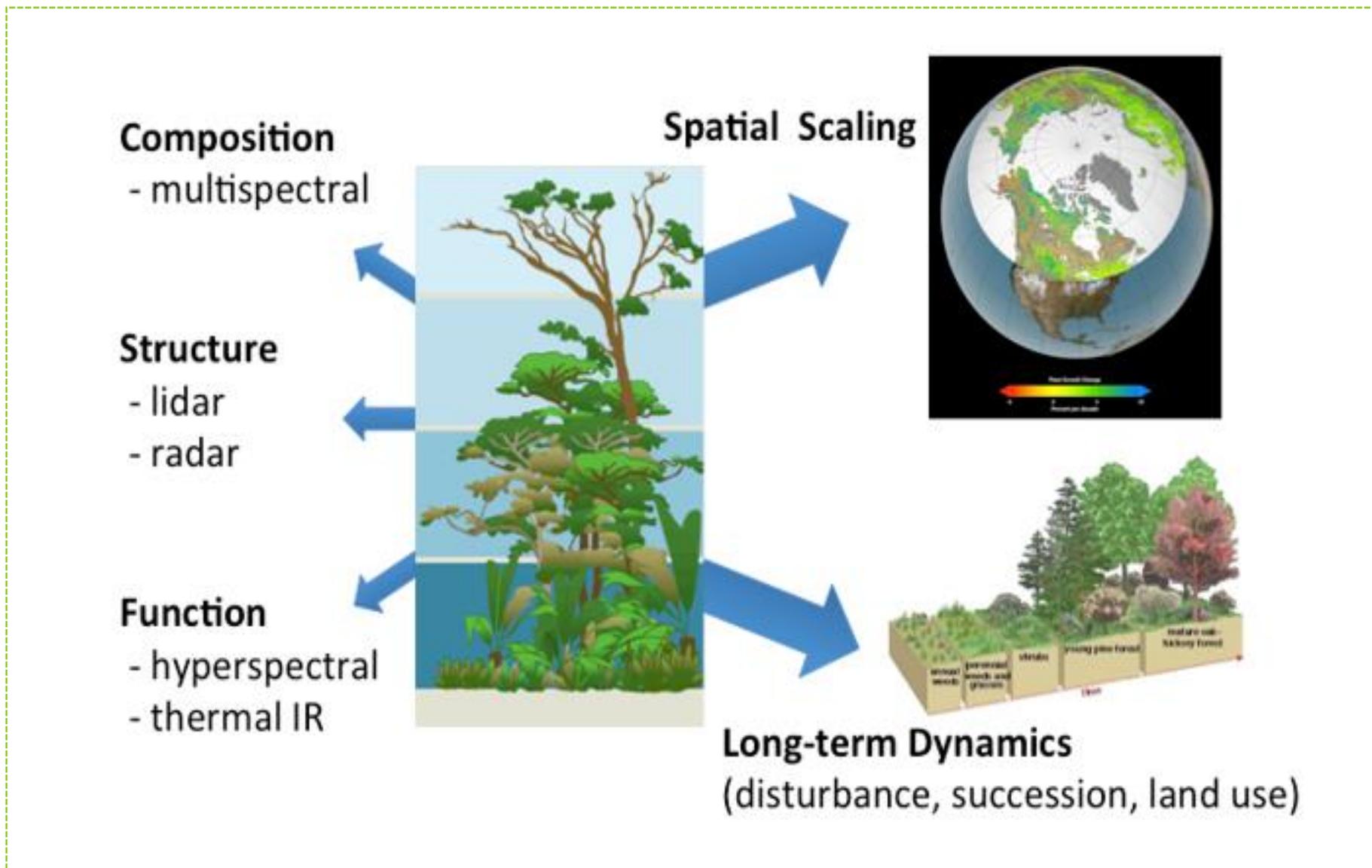


Theme	Class	Group
Provisioning	Nutrition	Terrestrial plant and animal foodstuffs
		Freshwater plant and animal foodstuffs
		Marine plant and animal foodstuffs
		Potable water
	Materials	Biotic materials
		Abiotic materials
	Energy	Renewable biofuels
		Renewable abiotic energy sources
Regulation and Maintenance	Regulation of wastes	Bioremediation
		Dilution and sequestration
	Flow regulation	Air flow regulation
		Water flow regulation
		Mass flow regulation
	Regulation of physical environment	Atmospheric regulation
		Water quality regulation
		Pedogenesis and soil quality regulation
	Regulation of biotic environment	Lifecycle maintenance & habitat protection
		Pest and disease control
		Gene pool protection
		Information & knowledge
Cultural	Symbolic	Aesthetic, Heritage
		Religious and spiritual
	Intellectual and Experiential	Recreation and community activities



Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)



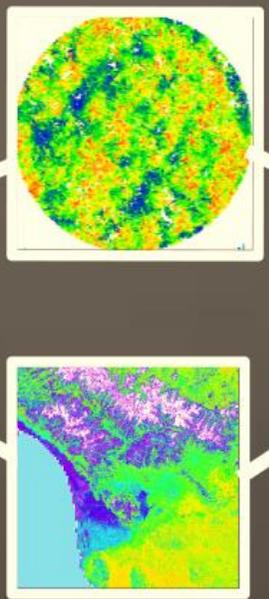


Big-data

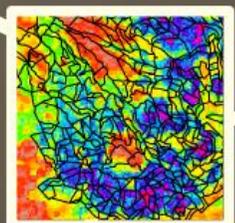


Algoritmi

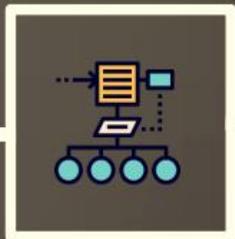
Mappe



Confini di proprietà e unità di gestione



Informazioni

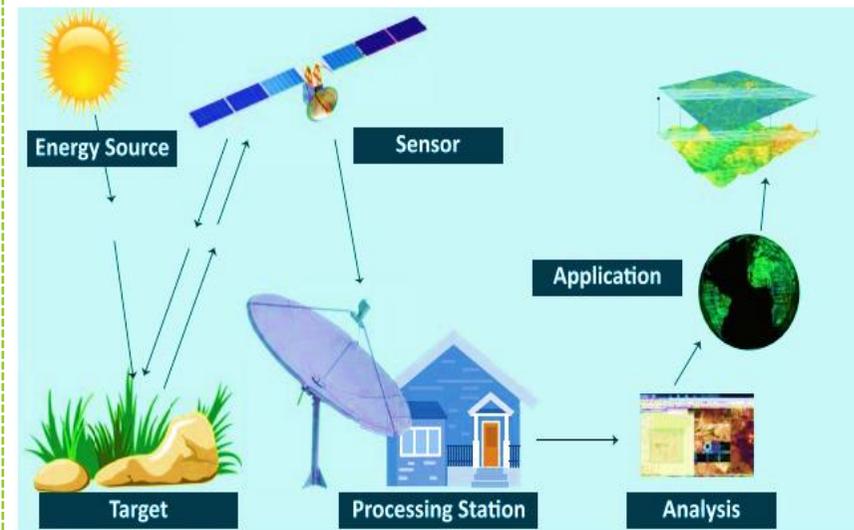


Supporto decisionale



Il Processo del Telerilevamento

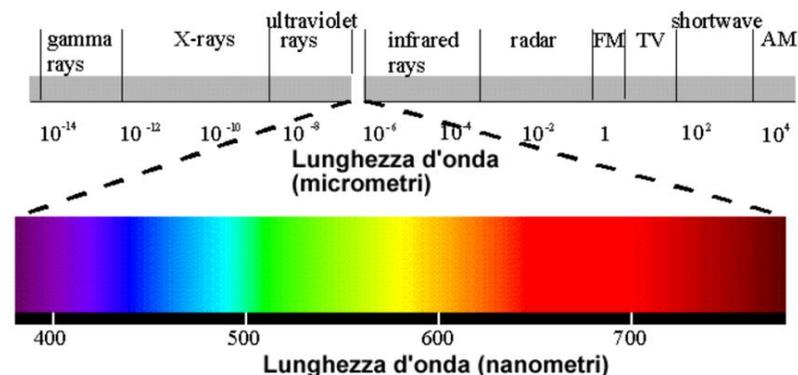
L'acquisizione a distanza di dati riguardanti il territorio e l'ambiente nonché l'insieme dei metodi e delle tecniche per la loro successiva elaborazione e interpretazione.



Il Processo del Telerilevamento

I sensori per il telerilevamento consentono di registrare lunghezze d'onda ben oltre quelle a noi percepibili.

Sono anche comunemente utilizzate altre metodologie che consentono di rilevare altri aspetti dalla EEM, come il tempo di volo o la differenza di fase di un segnale su un'onda portante per rilevare la geometria dell'oggetto rilevato (e.g. RADAR e LiDAR).



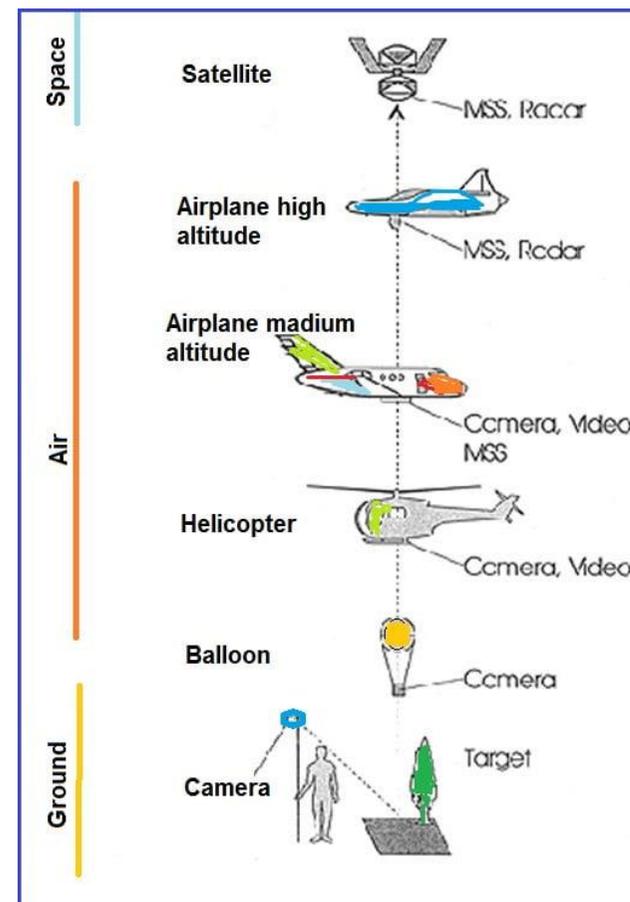
Lunghezza d'Onda	Uso	Lunghezza d'Onda	Uso
Raggi Gamma	Riconoscimento minerali	1.55-1.75 μm	Contenuto in acqua nelle piante o nel terreno
Raggi X	Medico	2.04-2.34 μm	Riconoscimento minerali e tipi di rocce
Ultravioletto (UV)	Rilevamento inquinamento marino	10.5-12.5 μm	Temperatura di una superficie
0.4-0.45 μm	Torbidita' e profondita' dell'acqua	3 cm - 15 cm	Umidita' del suolo, dislivello del suolo
0.7-1.1 μm	Vigore vegetativo	20 cm - 1 m	Densita' chioma e biomassa legnosa
0.4-0.70 μm	Percezione visiva		

Il Processo del Telerilevamento

Quando si parla di telerilevamento in senso più ampio si include

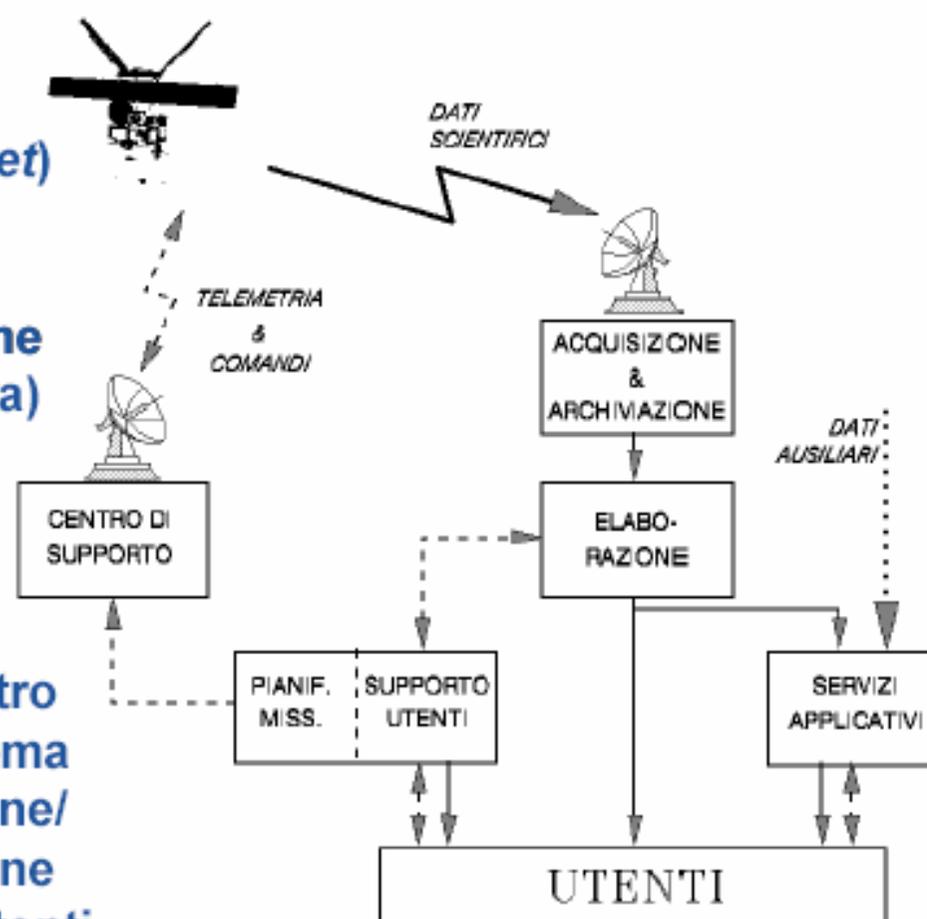
- Il sistema di trasporto (e.g. aeromobile, satellite, drone)
- Il sistema di rilievo e registrazione (ottica e sensore)
- il prodotto (e.g. l'immagine digitale)
- i sistemi di analisi (hardware, metodi ed algoritmi, software – ad es. i sistemi informativi).

Queste misure vengono codificate in modo numerico e legate ad una posizione nel territorio (codificata da convenzioni, ad es. sistemi di riferimento cartografico / geografico).



Il sistema di Osservazione della Terra

- **Oggetto osservato (target)**
- **Sorgente radiazione**
- **Mezzo sede propagazione radiazione (es. atmosfera)**
- **Segmento Spaziale: Piattaforma e Sensori (payload)**
- **Segmento Terreno: Centro Supporto Satellite, Sistema acquisizione/archiviazione/elaborazione/distribuzione dati, Centro Supporto Utenti**



Schema funzionale del sistema

Area copertura stazioni acquisizione

Una rete di stazioni di acquisizione permette di coprire zone estese della superficie terrestre



Rete stazioni
acquisizione e
relative aree
copertura disponibili
attraverso il
distributore dati ESA

- Fuori dall'area di copertura di una stazione il satellite non può trasmettere dati. Esigenza di una rete di stazioni.
- Alternativamente, dati acquisiti non in visibilità possono essere registrati a bordo (per successivo “dumping”) o rilanciati mediante *Data Relay Satellite*

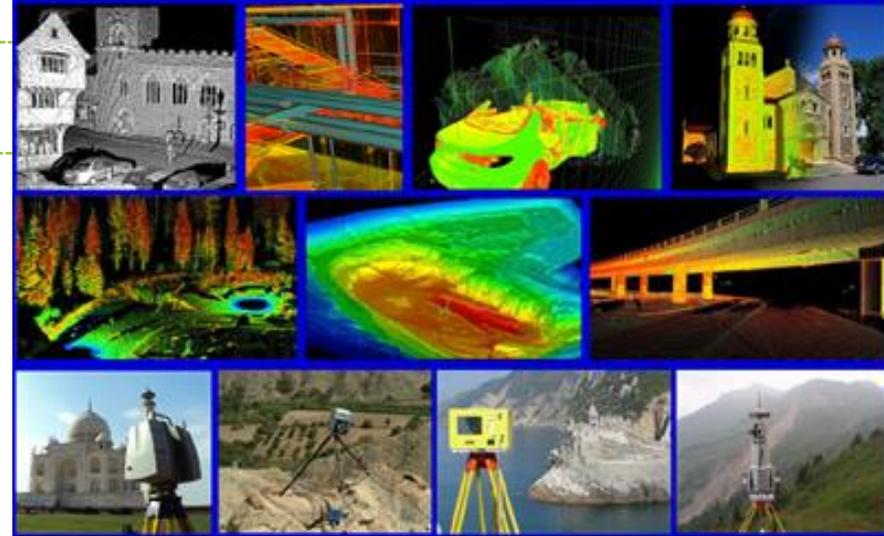
Space Shuttle
250 - 350 km (*manned*)



BEST

Tutela e conservazione
della biodiversità

Stazioni di ripresa



Piattaforme aeree da 300 - 6.000 m a 20.000 m



DRONE-Unmanned aerial vehicle (UAV)



Photo: Wendy Pyper

Piattaforme al suolo
(*Proximal sensing*)
fino a 15 m



Strumenti per l'analisi e il monitoraggio del territorio tramite telerilevamento

Stazioni di ripresa

Piattaforme satellitari:

450 - 900 km (*unmanned*) per s. studio risorse terrestri
36.000 km per i s. meteorologici

GPS circa
24.000 km



L'INTERAZIONE DELL'ONDA E. M. CON GLI OGGETTI

L'energia incidente I , quando incontra una qualsiasi superficie S , viene in parte riflessa, in parte assorbita, in parte trasmessa secondo la natura chimico-fisica delle superfici e del loro grado di rugosità, in proporzioni diverse in funzione del mezzo che incontra

I colori che noi percepiamo sono una combinazione delle interazioni della radiazione (assorbimento, trasmissione, riflessione) e rappresentano le lunghezze d'onda riflesse.



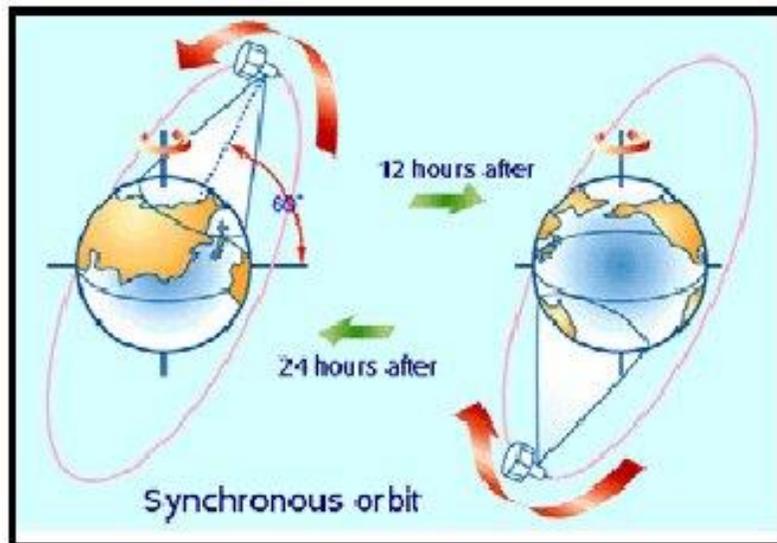
I = energia incidente

R = energia riflessa

T = energia trasmessa

A = energia assorbita

Caratteristiche della piattaforma: l'orbita

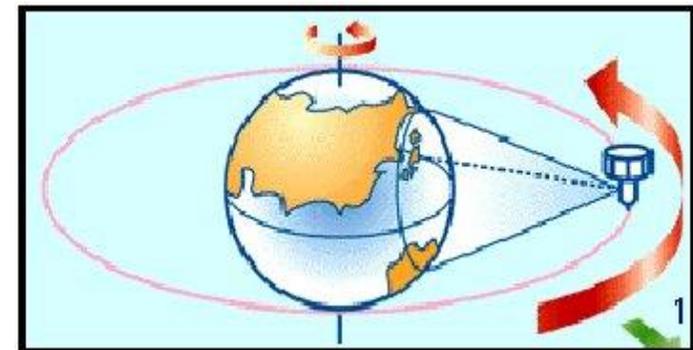


Orbita eliosincrona

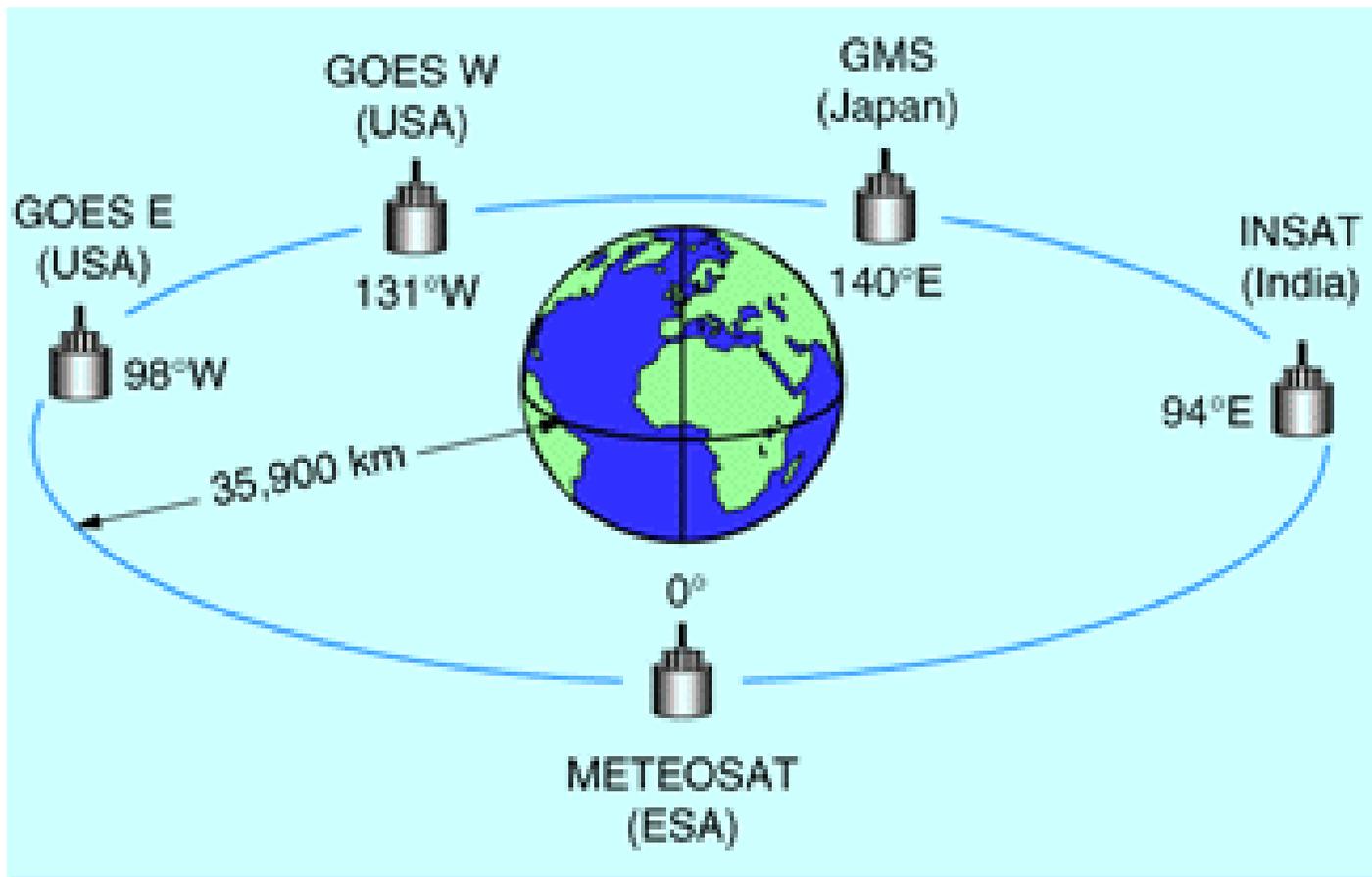
Ritorna sullo stesso punto dopo un tempo T , funzione della velocità e dell'altezza, nelle medesime condizioni di ora solare

Orbita geostazionaria

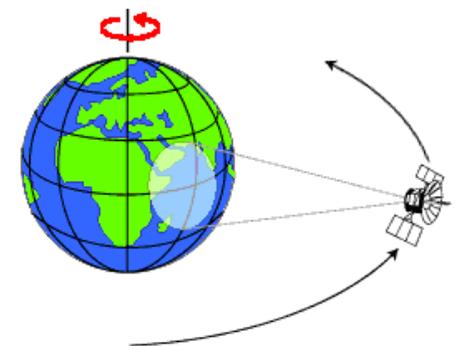
Ha inclinazione uguale a zero e ruota alla stessa velocità della Terra. Riprende sempre la stessa area.



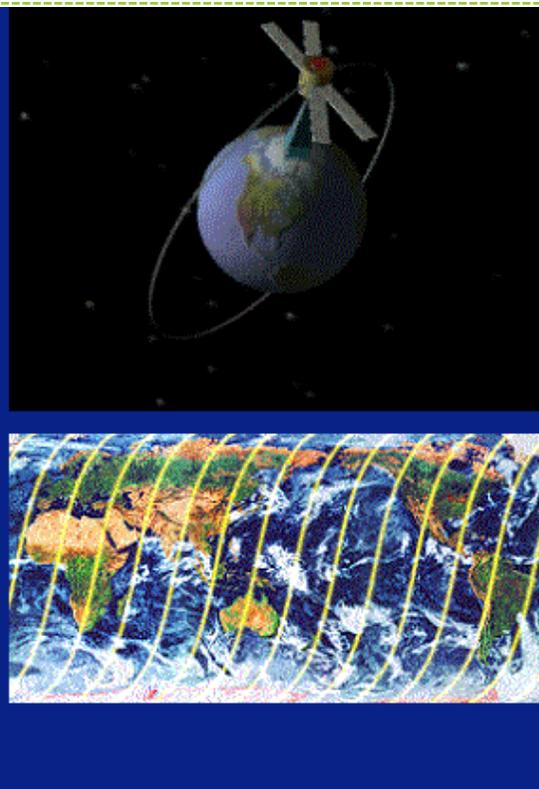
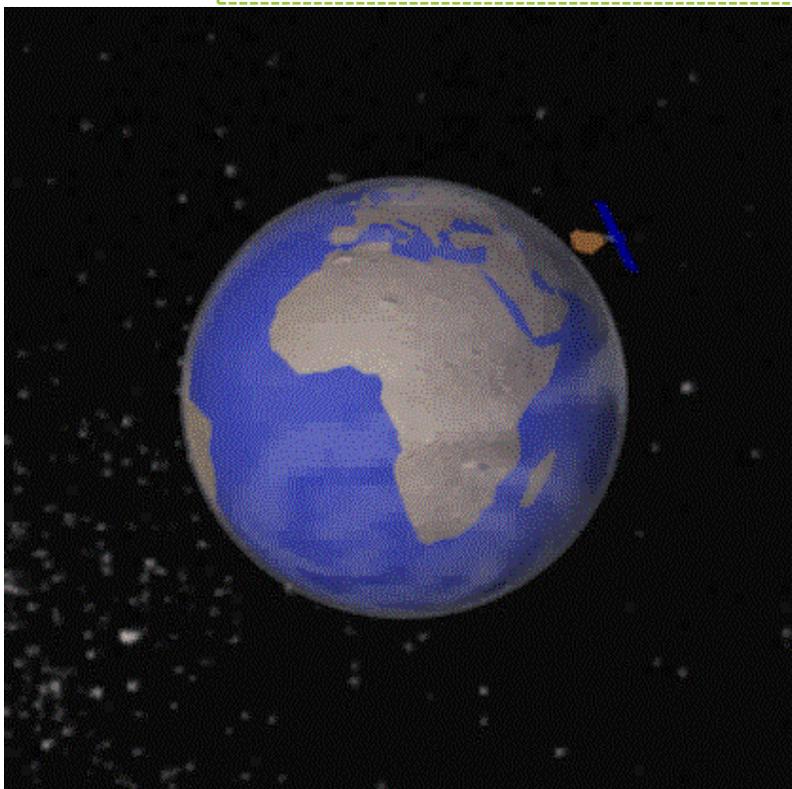
Caratteristiche della piattaforma: l'orbita



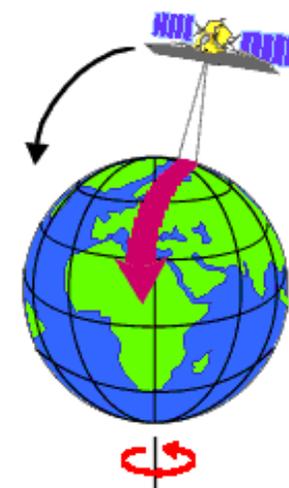
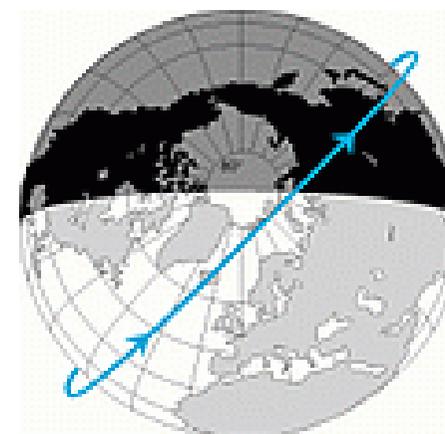
ORBITA GEOSTAZIONARIA



Caratteristiche della piattaforma: l'orbita

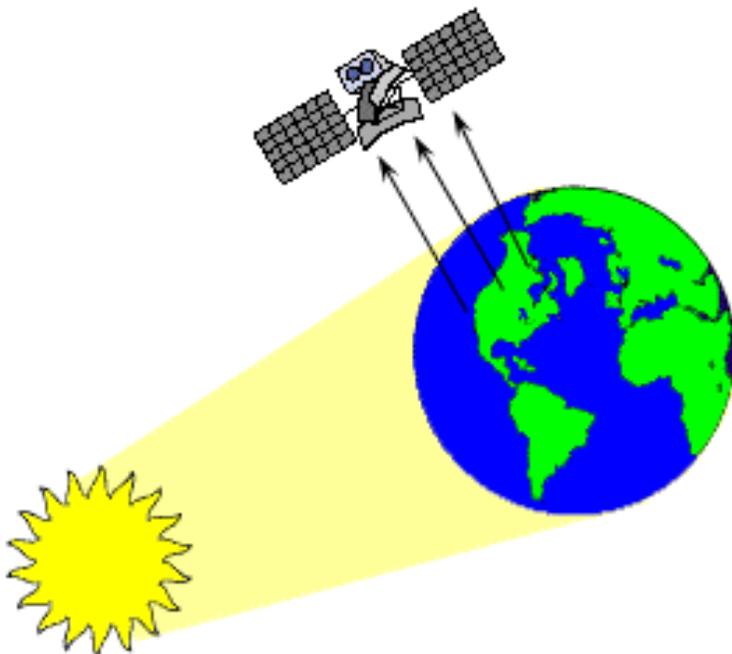


ORBITA VICINO - POLARE
(450 - 900 km)



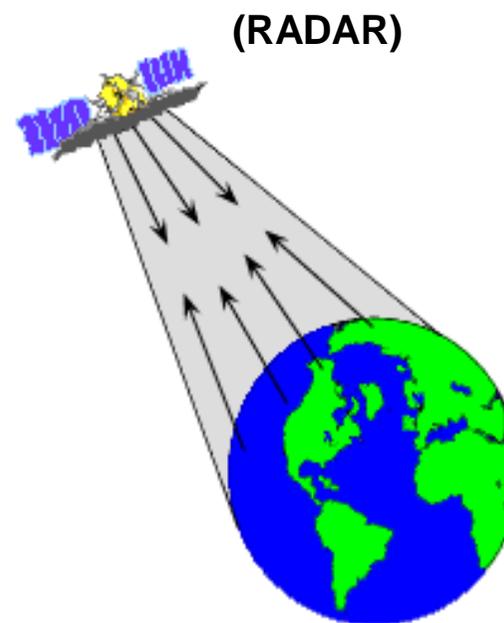
STRUMENTI DI RIPRESA

Il sensore riceve
la radiazione solare luminosa
riflessa dalla superficie terrestre



SENSORI PASSIVI

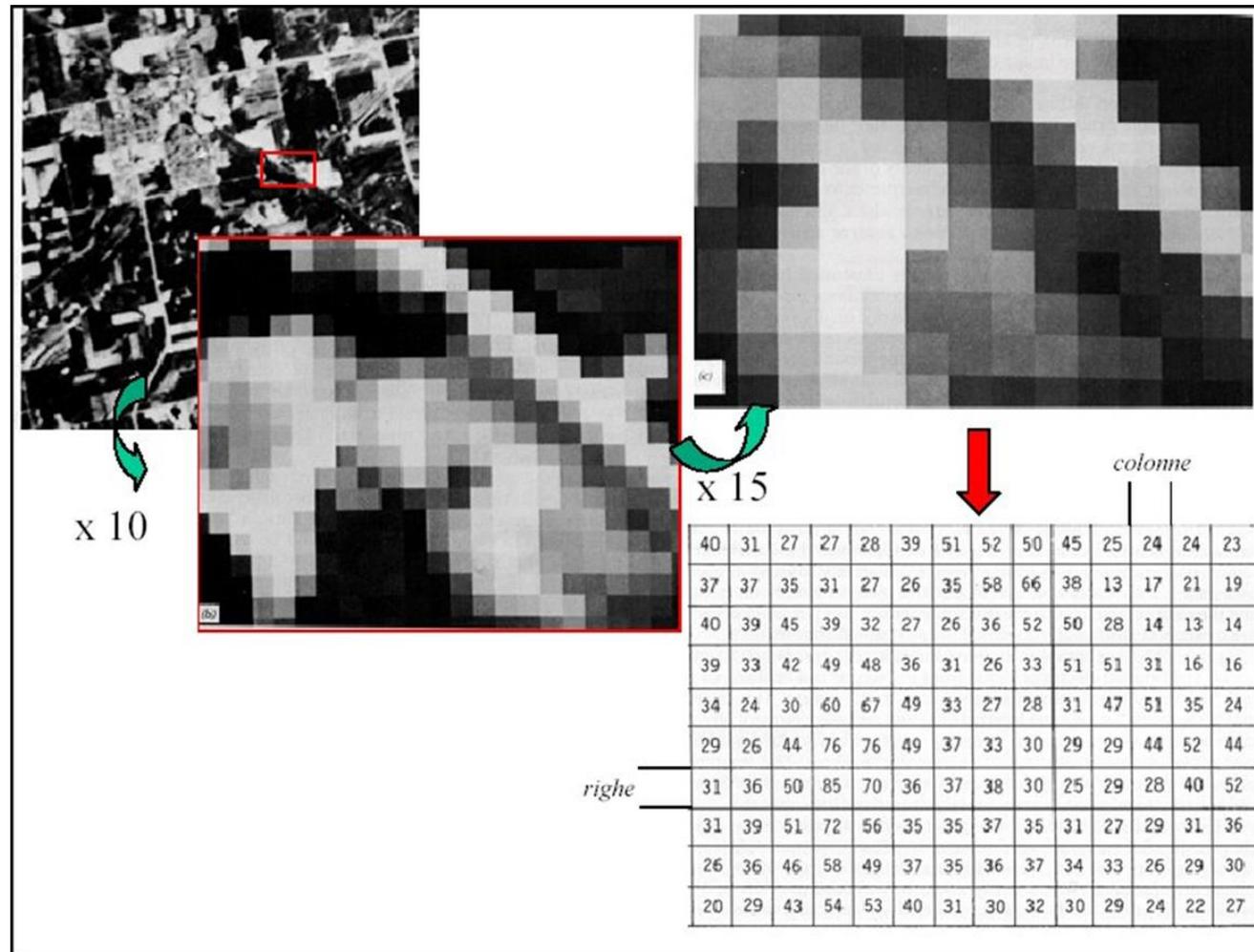
Il sensore riceve
la radiazione riflessa dalla superficie
terrestre ma emessa da una sorgente
collocata sulla stessa piattaforma



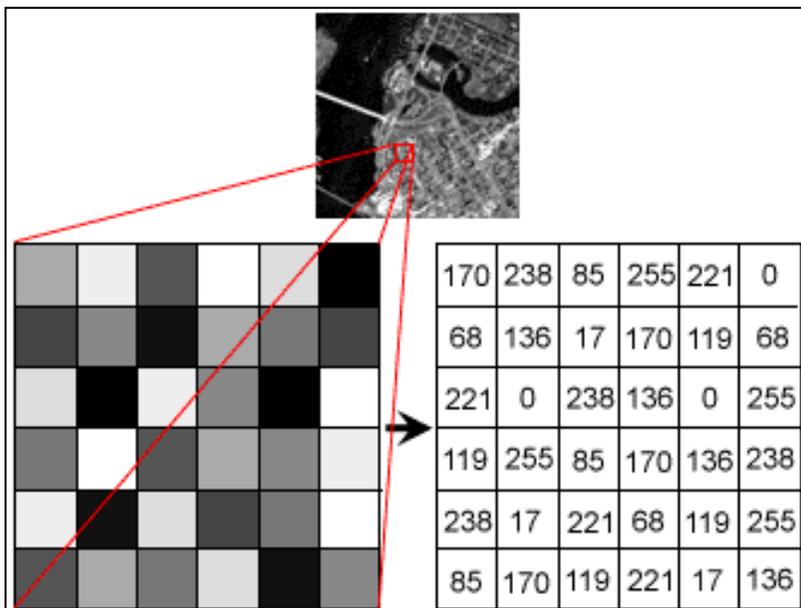
(RADAR)

SENSORI ATTIVI

Caratteri di una immagine digitale raster

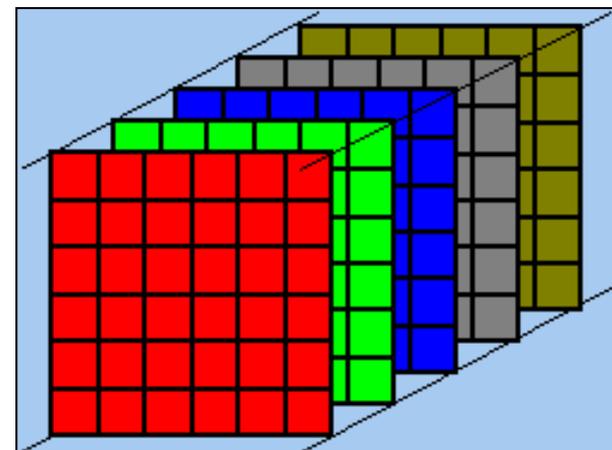


Caratteri di una immagine digitale raster



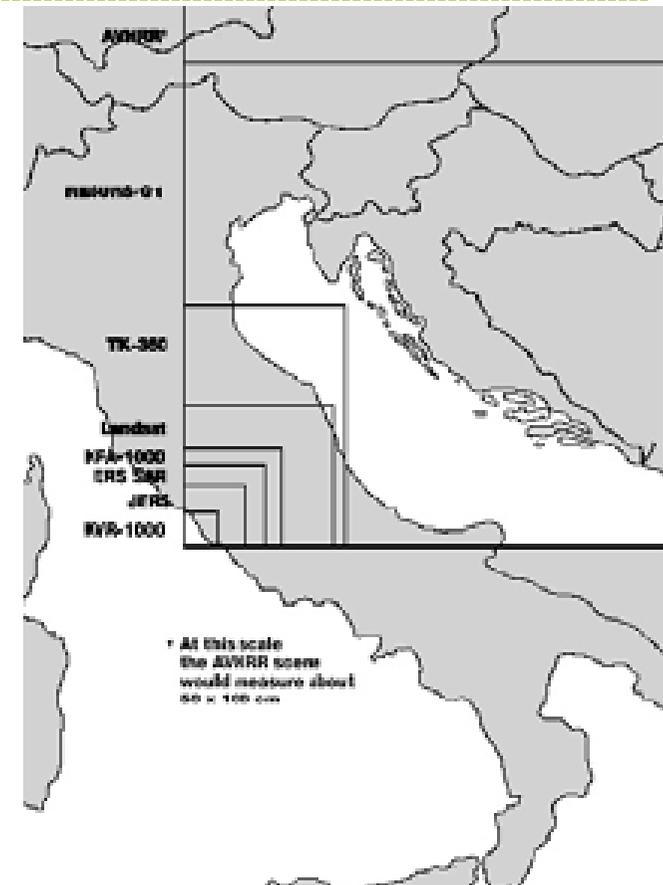
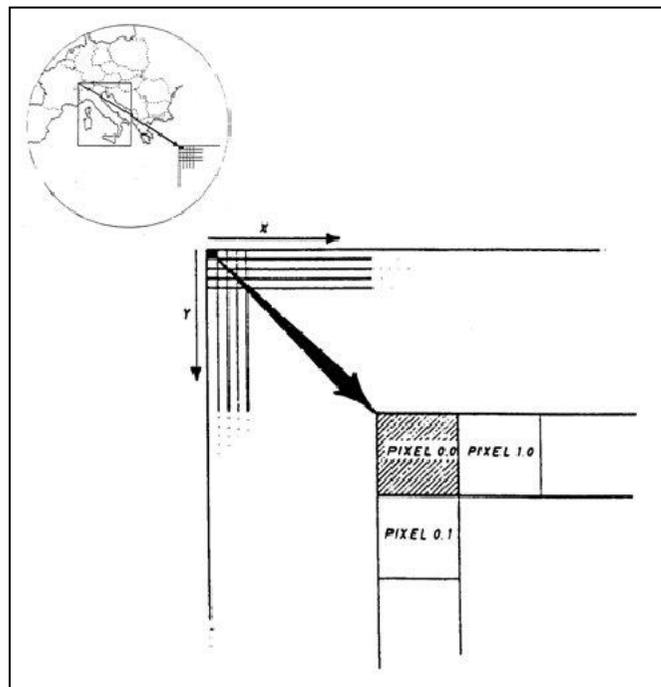
I valori relativi a ciascun pixel (DN = Digital Number) indicano la radianza media giunta al sensore e proveniente dalla superficie a terra che ricade nel pixel.

In una immagine multispettrale la radianza è misurata in più intervalli dello spettro elettromagnetico e per ciascuno di questi viene creata la matrice di DN



Coordinate immagine

Ad ogni pixel della matrice risultante dalla acquisizione vengono date delle coordinate immagine x_i e y_i che non hanno nessun legame con le coordinate geografiche reali della porzione di superficie ripresa (x_g e y_g).



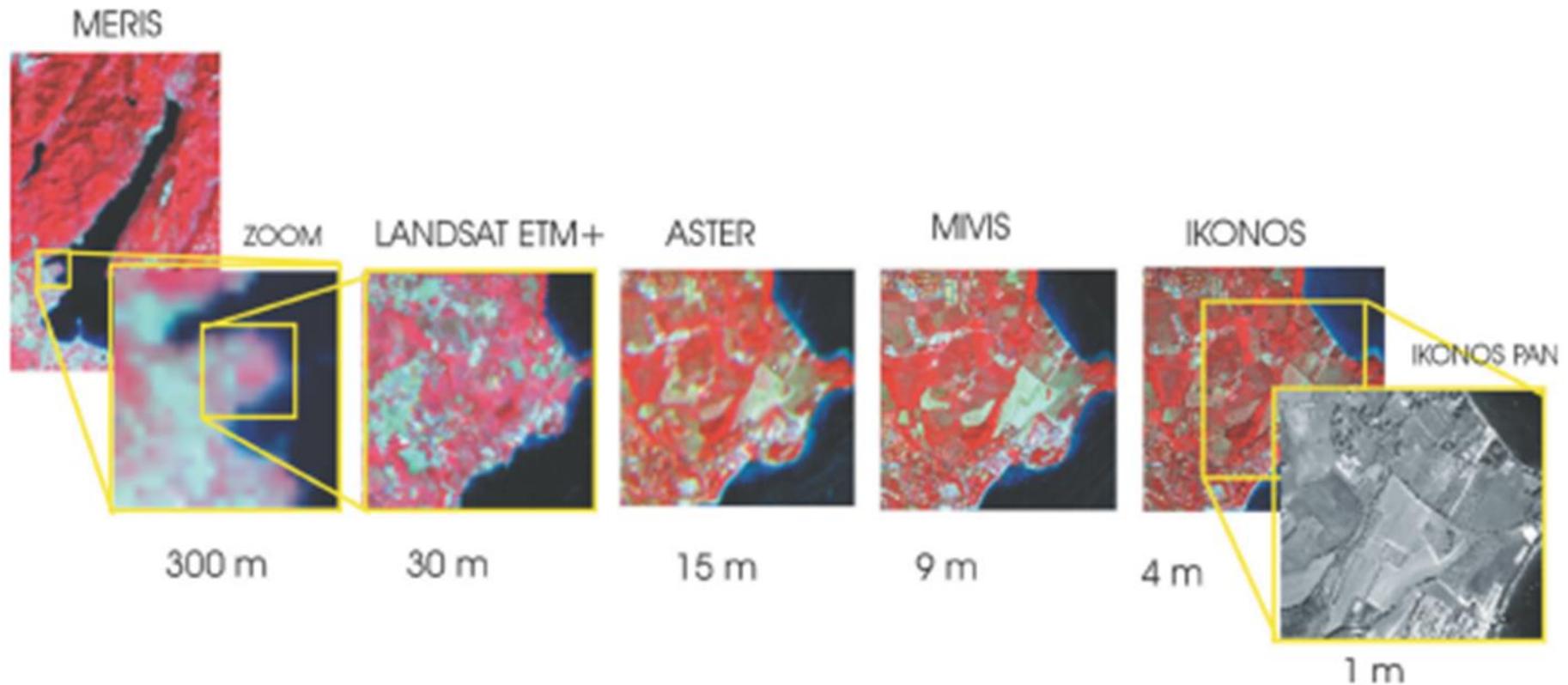
*Varie estensioni
nell'acquisizione*

RISOLUZIONE DI UN SISTEMA DI SCANSIONE

Ogni strumento è caratterizzato da diverse risoluzioni che sono in relazione alle diverse modalità di osservazione degli oggetti.

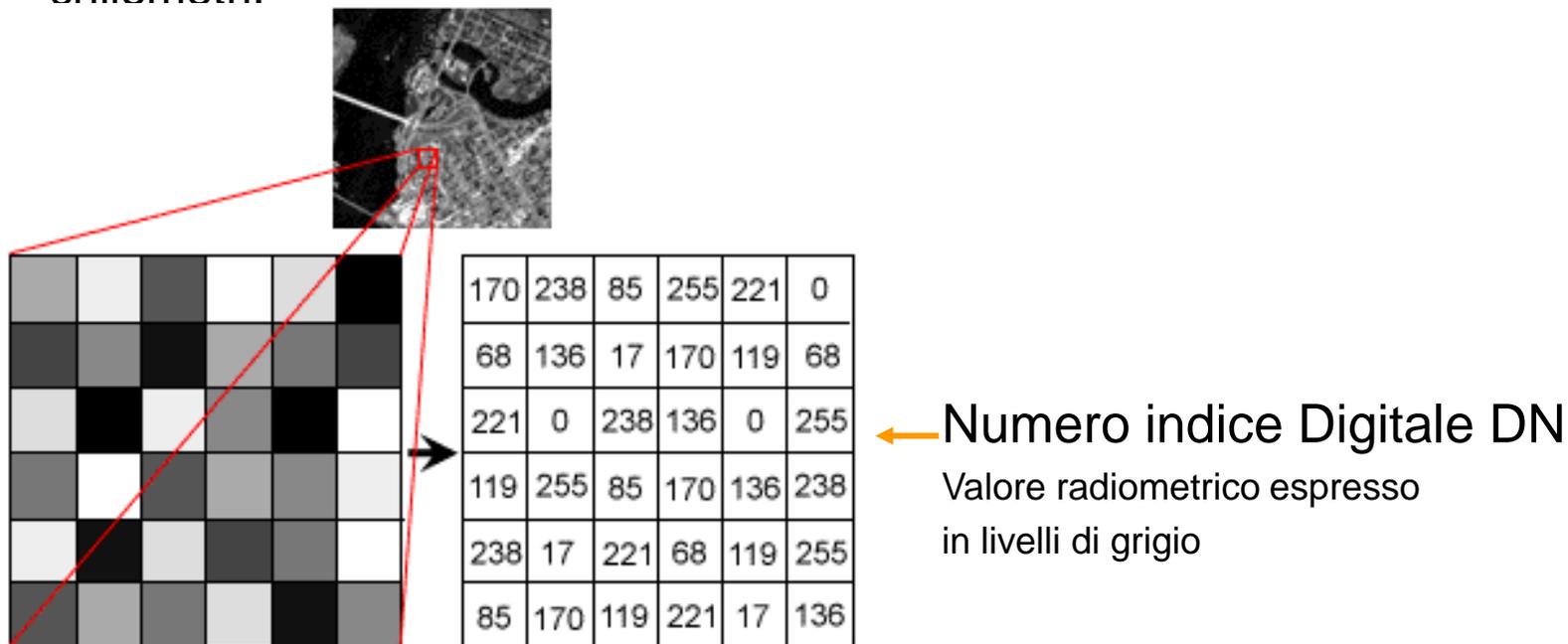
- **GEOMETRICA**
- **SPETTRALE**
- **RADIOMETRICA**
- **TEMPORALE**

RISOLUZIONE GEOMETRICA



RISOLUZIONE GEOMETRICA

- E' in relazione alle dimensioni dell' area elementare al suolo di cui si rileva l'energia elettromagnetica
- La dimensione al suolo del pixel dipende dall' altezza di ripresa e dalle caratteristiche del sensore e può variare da 0.50 m fino a più chilometri.



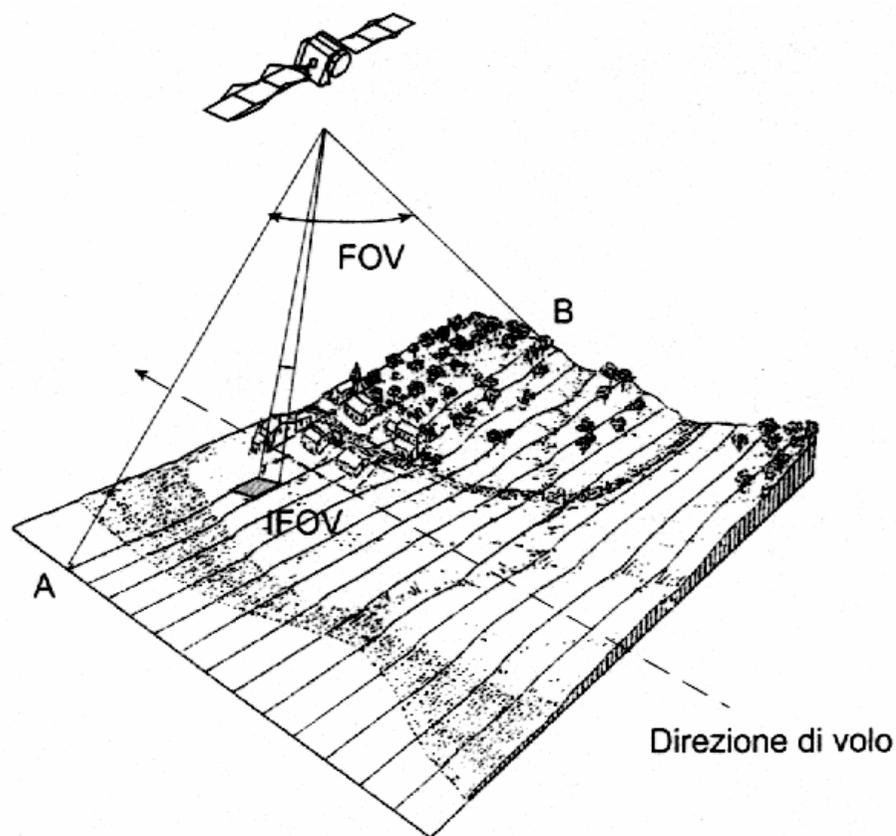
RISOLUZIONE GEOMETRICA

La dimensione geometrica al suolo dei pixel influisce sulla riproduzione dei dettagli della scena ed è determinata dalla distanza del sistema di ripresa, dalle caratteristiche del sensore e dal tipo di funzionamento.

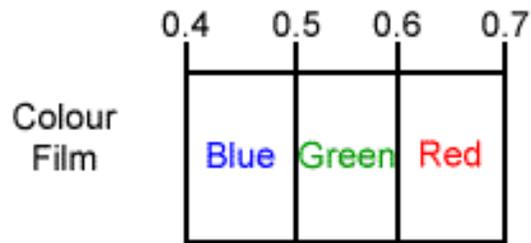
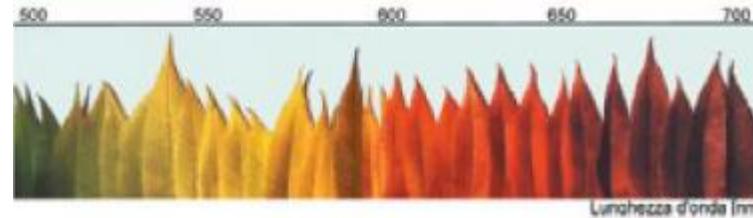
Il pixel è anche definito come campo di vista istantaneo

IFOV: Instantaneous Field of View

Il campo di vista (*FOV*) è l'insieme dei pixel nell'immagine che compongono una scena rilevabile da un sensore



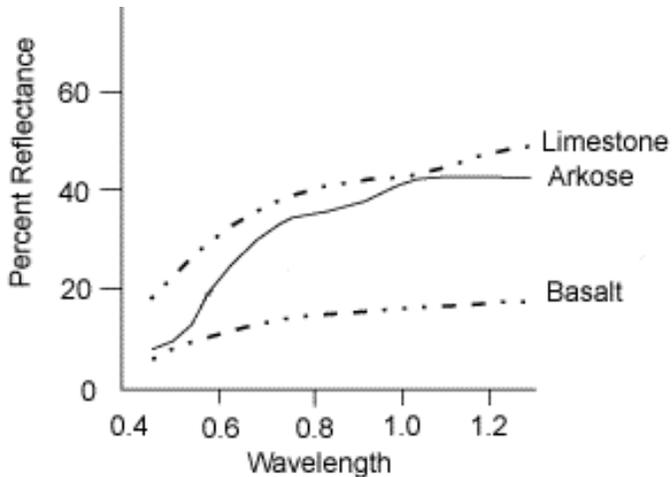
RISOLUZIONE SPETTRALE



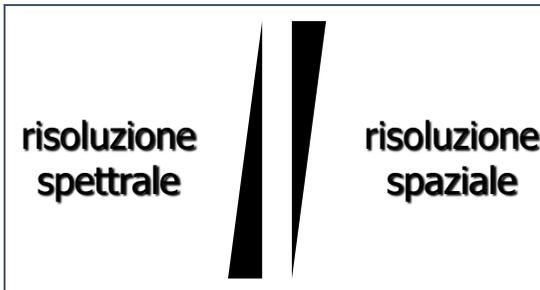
Def. a- L'intervallo di lunghezza d'onda a cui è sensibile lo strumento.

Def. b- Capacità di un sensore di identificare come separate due bande spettrali con lunghezze d'onda medie diverse

E' misurata in termini di numero e ampiezza delle bande distinguibili



QuickBird MS: 4 bande



QuickBird PAN: 1 banda

RISOLUZIONE RADIOMETRICA

- E' la minima energia in grado di stimolare l'elemento sensibile affinché produca un segnale elettrico rilevabile dall'apparecchiatura (esiste un numero di radianza $\Delta\lambda$ presente in un DN)



2 bit



8 bit

E' definita da:

1/256 per 8 bit;

1/128 per 7 bit;

1/64 per 6 bit, ecc.

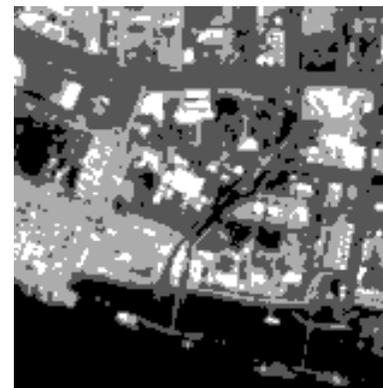
RISOLUZIONE RADIOMETRICA



8 bit
(256 livelli)



3 bit
(8 livelli)

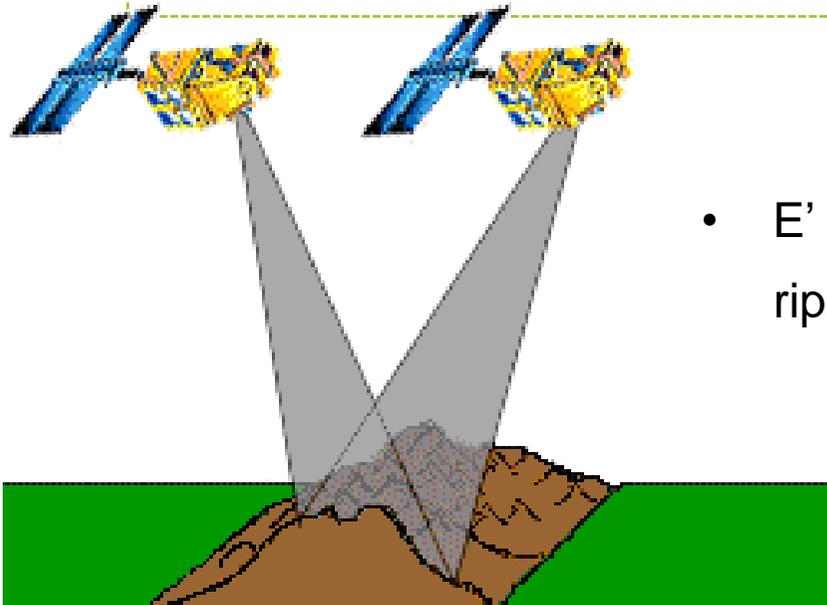


2 bit
(4 livelli)

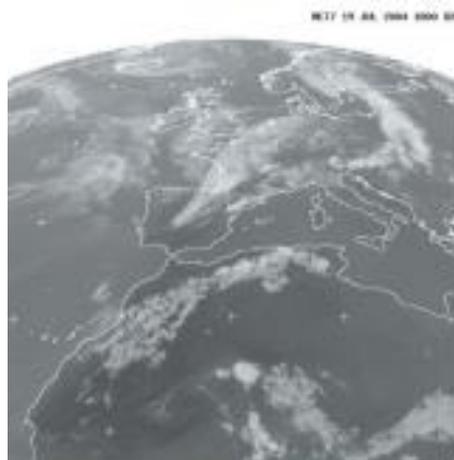


1 bit
(2 livelli)

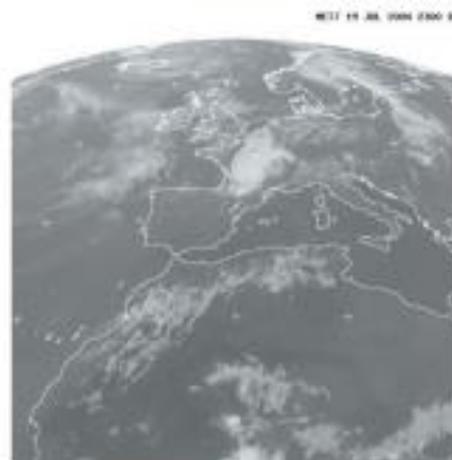
RISOLUZIONE TEMPORALE



- E' il periodo di tempo che intercorre tra due riprese successive di una stessa area



19 luglio 2004
ore 18:00



19 luglio 2004
ore 23:00



19 luglio 2004
ore 8:00

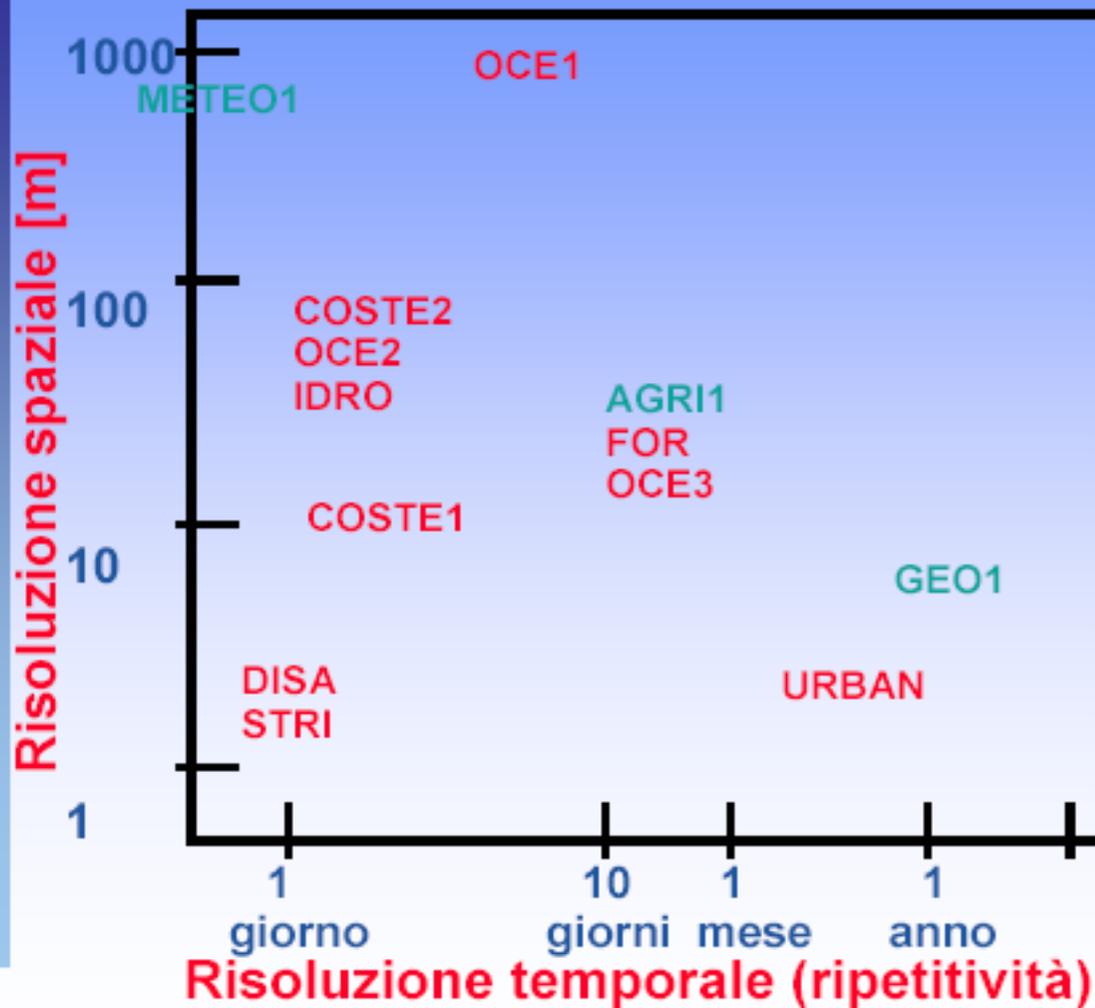


19 luglio 2004
ore 11:30

Requisiti utente sistema di telerilevamento

- **Requisiti spettrali** (assicurano identificazione oggetto non ambigua)
 - Numero/allocazione canali spettrali
 - Risoluzione spettrale
- **Requisiti spaziali**
 - Risoluzione spaziale
 - Copertura (scala nelle immagini fotografiche)
 - Accuratezze geometriche
- **Requisiti temporali**
 - Risoluzione temporale (= Ripetitività o tempo di rivisita)
 - Continuità temporale del servizio
- **Requisiti radiometrici**
 - Risoluzione radiometrica (= precisione misura)
 - Accuratezza radiometrica (calibrazione assoluta misura)
 - Intervallo dinamico misura (**contrasto** nelle immagini fotografiche)
- **Requisiti operativi del servizio**, ad esempio
 - Tempestività della ripresa dal momento della richiesta utente
 - Freschezza del prodotto fornito rispetto alla ripresa
 - Supporto all'utente (catalogo, documentazione, mezzi distribuzione, help, etc.)
 - Costo prodotti

Esempi requisiti spazio-temporali vs applicazioni



Notare casi emblematici:

METEO1=*meteorologia operativa*: osservazioni sistemi nuvolosi velocemente mutevoli

GEO1=*geologia, morfologia*: osservazione strutture morfologiche e fenomeni lentamente variabili

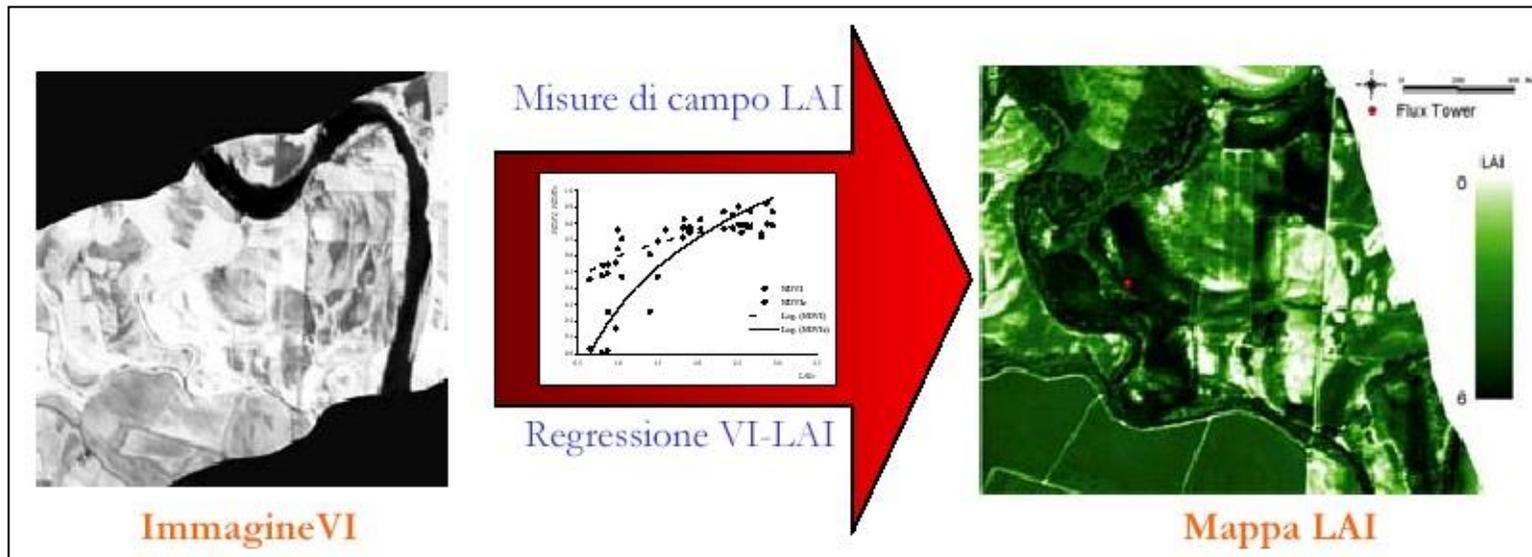
AGRI1=*agricoltura*: osservazione colture nel periodo crescita

N.B.: la tabella ha finalità puramente didattiche/esemplificative

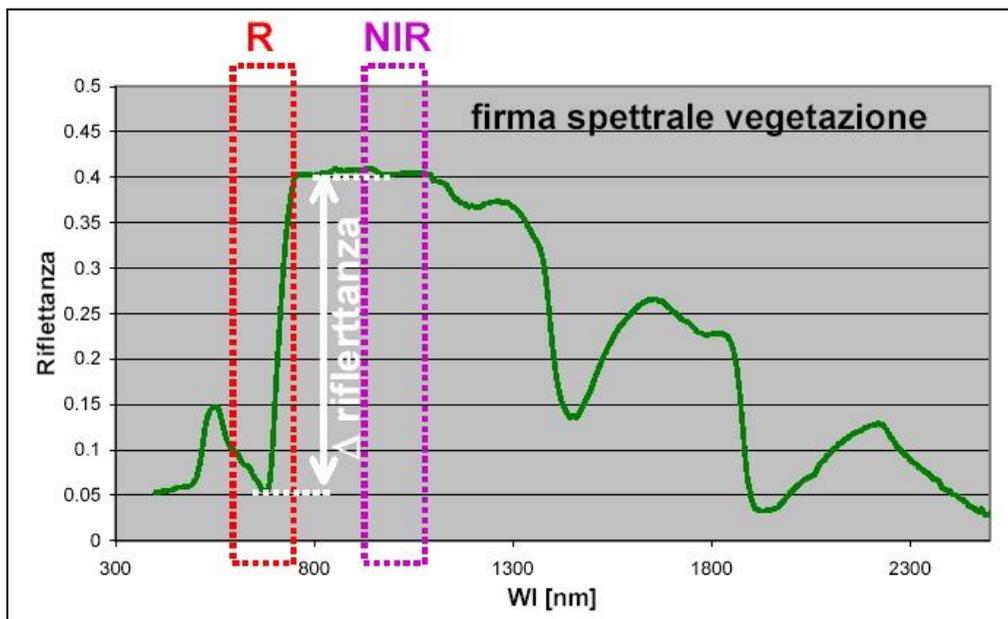
Indici di vegetazione

Sono un efficace mezzo per il monitoraggio della vegetazione e si basano su combinazioni algebriche di misure di riflettanza in due o più canali spettrali.

Sono altamente correlati con i parametri associati allo stato di salute delle piante ed alla produttività come densità e copertura, biomassa verde, indice di area fogliare, clorofilla e condizione delle colture.



Indici di vegetazione

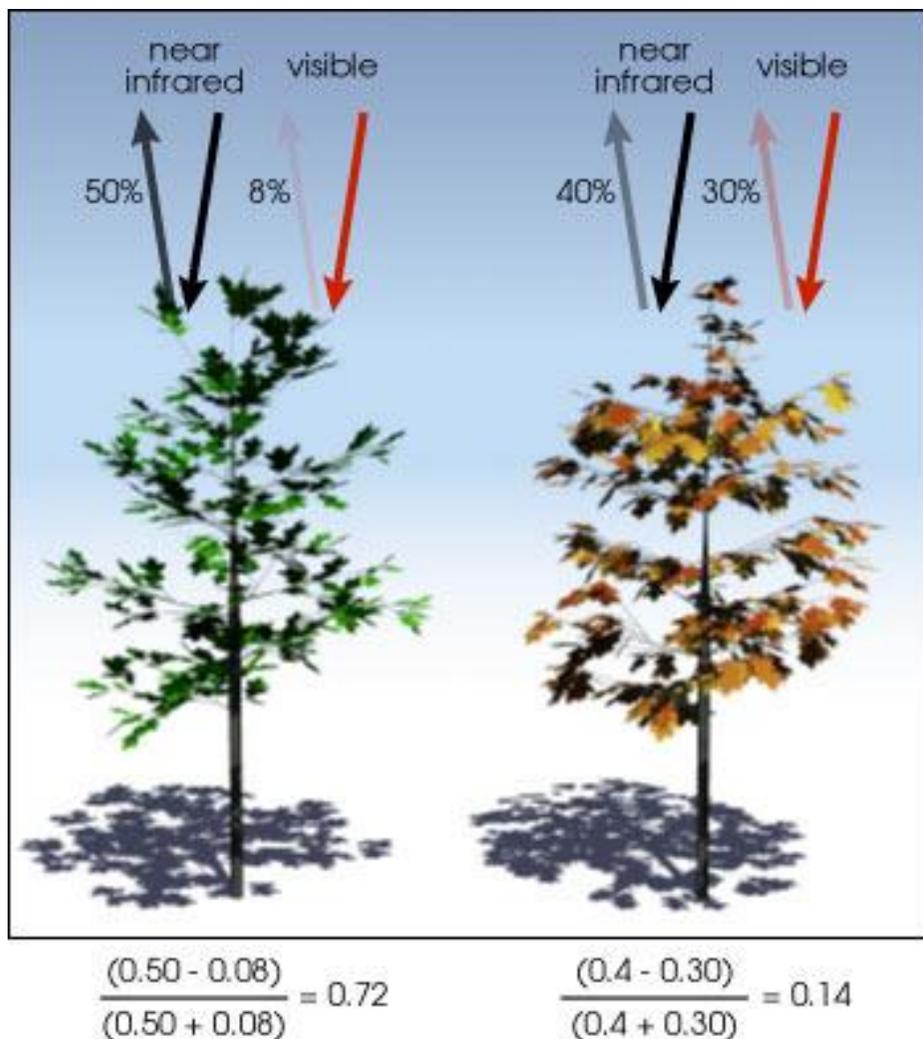


Si basano sulla marcata differenza di riflettanza nel rosso e nel NIR da parte della vegetazione

Possono essere divisi in tre categorie:

- ❑ Indici **intrinseci**, che considerano solo la riflettanza
- ❑ Indici **legati alla linea dei suoli**, che riducono l'effetto del terreno
- ❑ Indici **corretti per effetti atmosferici**

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)



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

E' il più usato.

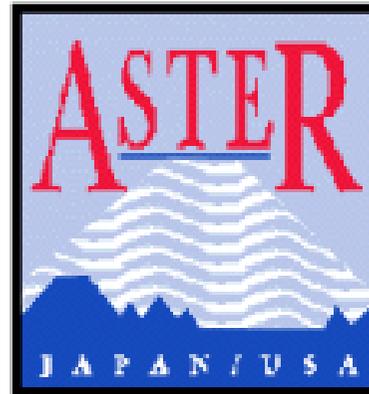
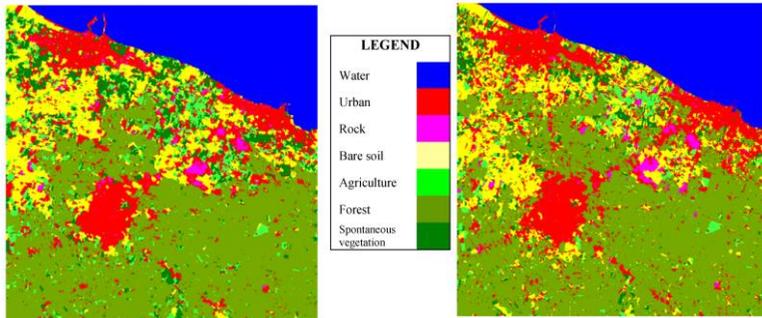
Assume valori tra -1 e 1, in particolare inferiori a 0 per l'acqua, poco superiori a 0 per i suoli e tra 0.4 e 0.7 per la vegetazione. Solo vegetazioni molto dense arrivano a 0.8.

La vegetazione vigorosa assorbe principalmente nel visibile e riflette una grande porzione del NIR. La vegetazione secca o sparsa riflette di più nel visibile e meno nel NIR

Indice di vegetazione	Formula	Riferimento
Ratio Vegetation Index (RVI)	$RVI = \frac{NIR}{R}$	Jordan, 1969
Modified Ratio Vegetation Index (MRVI)	$MRVI = \frac{SWIR}{R}$	Yang et al., 2008
Green Ratio Vegetation Index (GRVI)	$GRVI = \frac{NIR}{G}$	Yang et al., 2008
Modified Green Ratio Vegetation Index (MGRVI)	$MGRVI = \frac{SWIR}{G}$	Yang et al., 2008
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$	Rouse et al., 1973
Transformed Normalized Difference Vegetation Index (TNDVI)	$TNDVI = \sqrt{\frac{NIR - R}{NIR + R} + 0.5}$	Tucker, 1979
Modified Normalized Difference Vegetation Index (MNDVI)	$MNDVI = \frac{SWIR - R}{SWIR + R}$	Rouse et al., 1973
Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)	$GNDVI = \frac{NIR - G}{NIR + G}$	Gitelson et al., 1996
Modified Green Normalized Difference Vegetation Index (MGNDVI)	$MGNDVI = \frac{SWIR - G}{SWIR + G}$	Gitelson et al., 1996
Normalized Difference Vegetation Structure Index (NDVSI)	$NDVSI = \frac{NIR - (R + G) \cdot 0.5}{NIR + (R + G) \cdot 0.5}$	Yang et al., 2008

BEST

Tutela e conservazione
della biodiversità



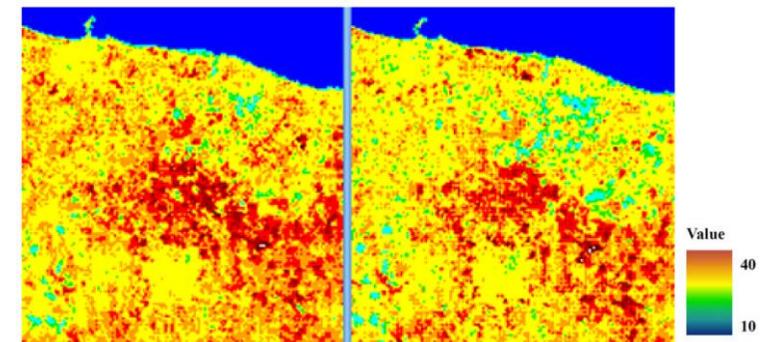
0 100 200 300 400 Kilometers



0 1 2 3 Miles
0 2 4 6 Km
Map Scale 1:200,000



0 1 2 3 Miles
0 2 4 6 Km
Map Scale 1:200,000



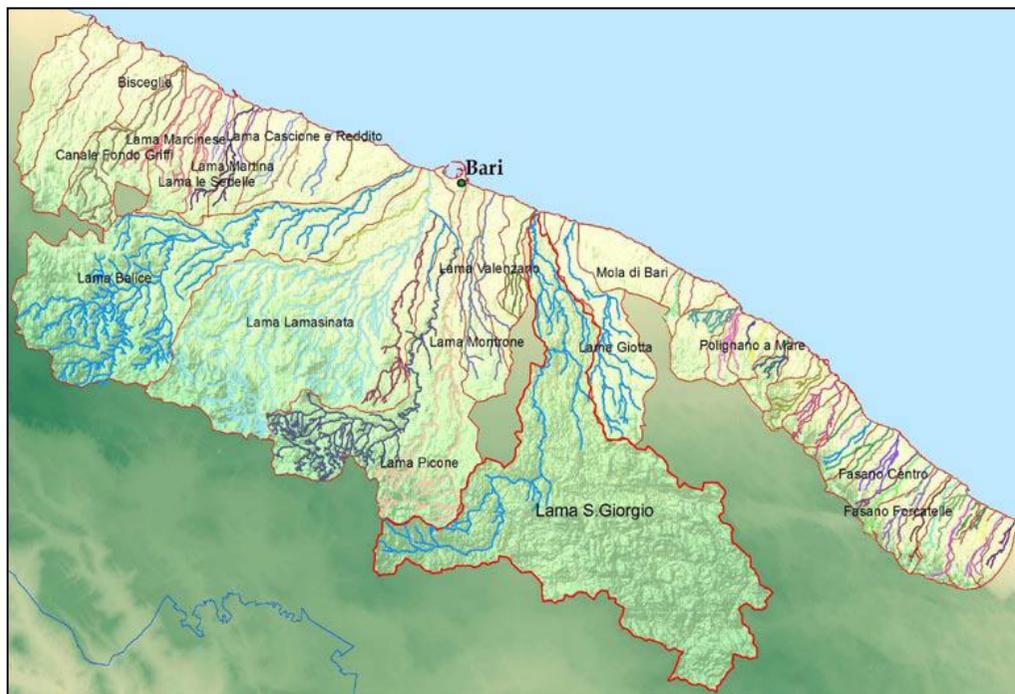
Strumenti per l'analisi e il monitoraggio del territorio tramite telerilevamento



AGLab
Applied Geomatics
Laboratory

CASO DI STUDIO:

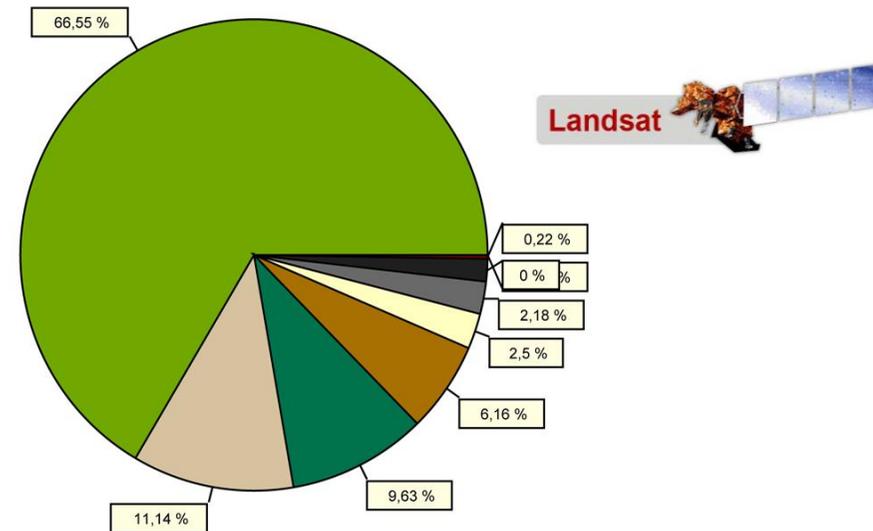
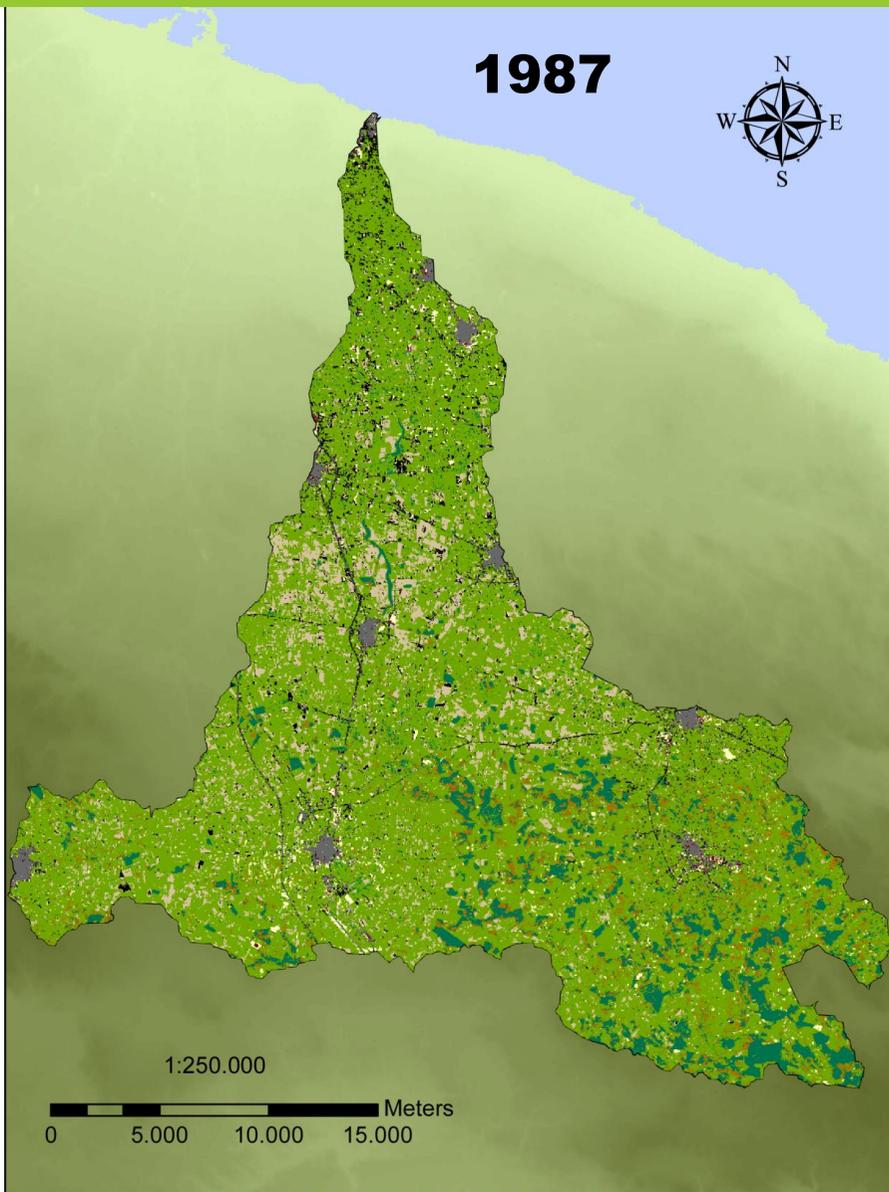
Bacino idrografico Lama San Giorgio.



Lama San Giorgio

Alluvione del 22-23 Ottobre 2005



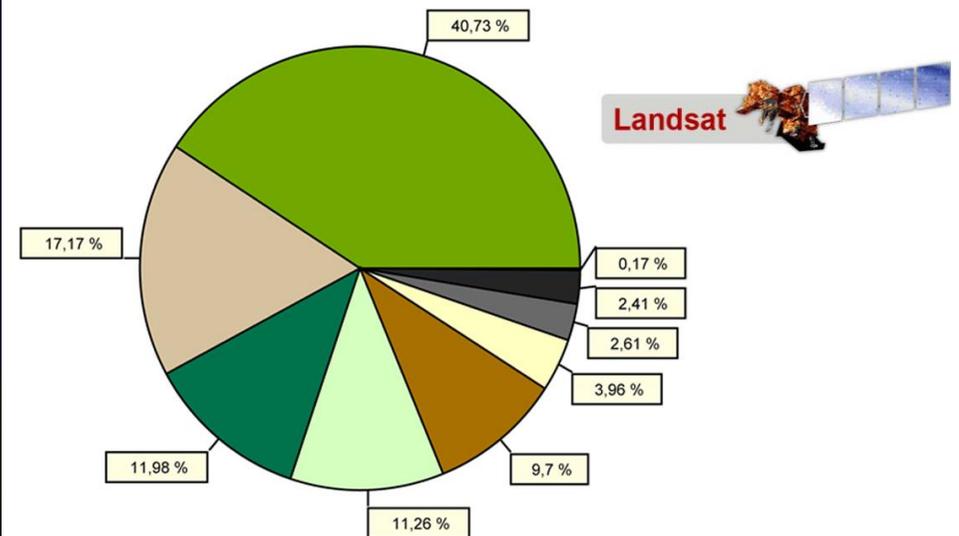
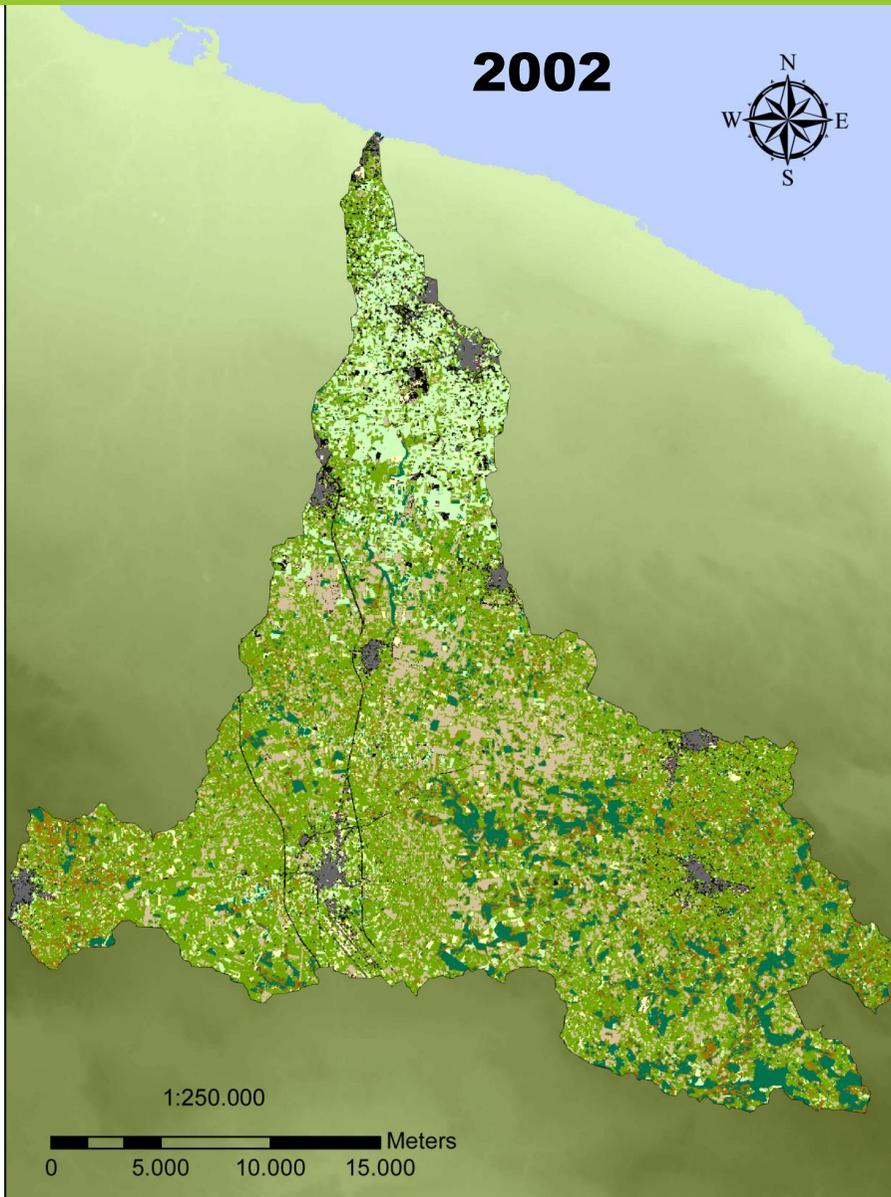


% Area URBAN AREAS

- 1,62 Residential districts by average percent impervious area: 25
- 2,18 Impervious areas: Paved parking lots, roofs, driveways
- 0,22 Urban Districts: Industrial
- 2,5 Open space (lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.): Poor condition (grass cover < 50%)

AGRICULTURAL LANDS

- 11,14 Small grain, straight row (good hydrologic condition)
- 66,54 Row crops, straight row (good hydrologic condition)
- 0 Row crops, straight row (poor hydrologic condition)
- 6,16 Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing (good hydrologic condition)
- 9,63 Woods (good hydrologic condition)



% Area URBAN AREAS

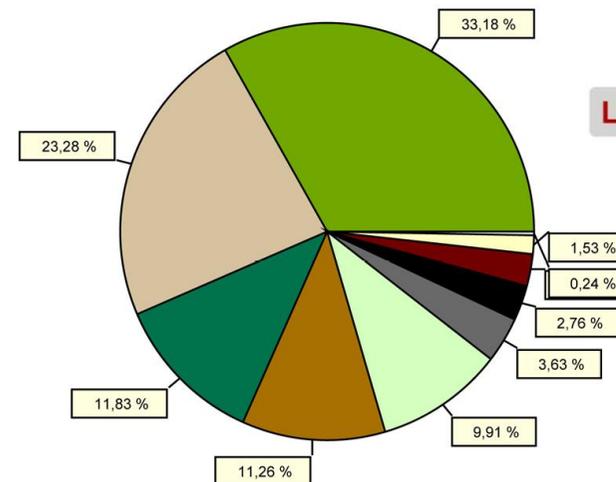
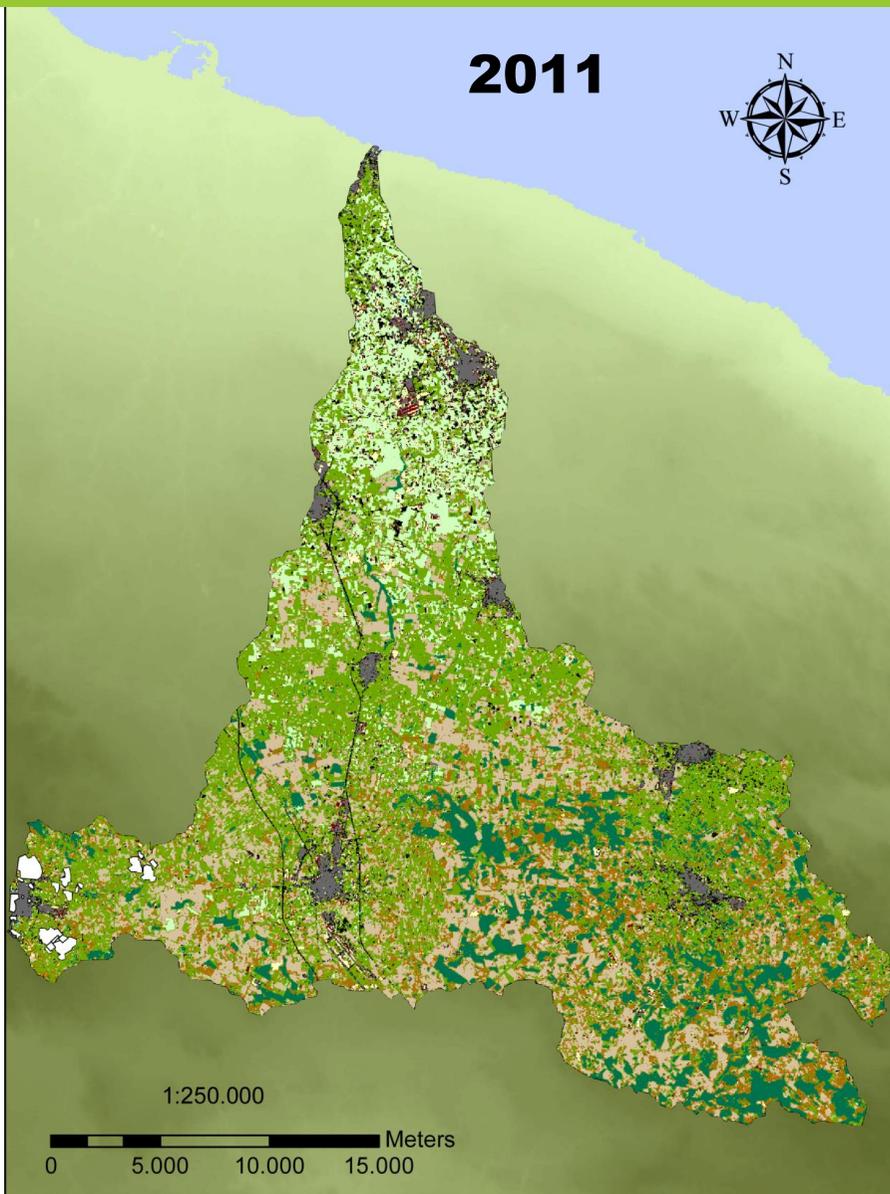
- 2,41 Residential districts by average percent impervious area: 25
- 2,61 Impervious areas: Paved parking lots, roofs, driveways
- 0,17 Urban Districts: Industrial
- 3,96 Open space (lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.): Poor condition (grass cover < 50%)

AGRICULTURAL LANDS

- 17,17 Small grain, straight row (good hydrologic condition)
- 40,73 Row crops, straight row (good hydrologic condition)
- 11,26 Row crops, straight row (poor hydrologic condition)
- 9,7 Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing (good hydrologic condition)
- 11,98 Woods (good hydrologic condition)



AGLab
Applied Geomatics
Laboratory



% Area UNCLASSIFIED

0,24 Clouds

URBAN AREAS

3,63 Residential districts by average percent impervious area: 25

2,76 Impervious areas: Paved parking lots, roofs, driveways

2,37 Urban Districts: Industrial

1,53 Open space (lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.): Poor condition (grass cover < 50%)

AGRICULTURAL LANDS

23,28 Small grain, straight row (good hydrologic condition)

33,18 Row crops, straight row (good hydrologic condition)

9,91 Row crops, straight row (poor hydrologic condition)

11,26 Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing (good hydrologic condition)

11,83 Woods (good hydrologic condition)



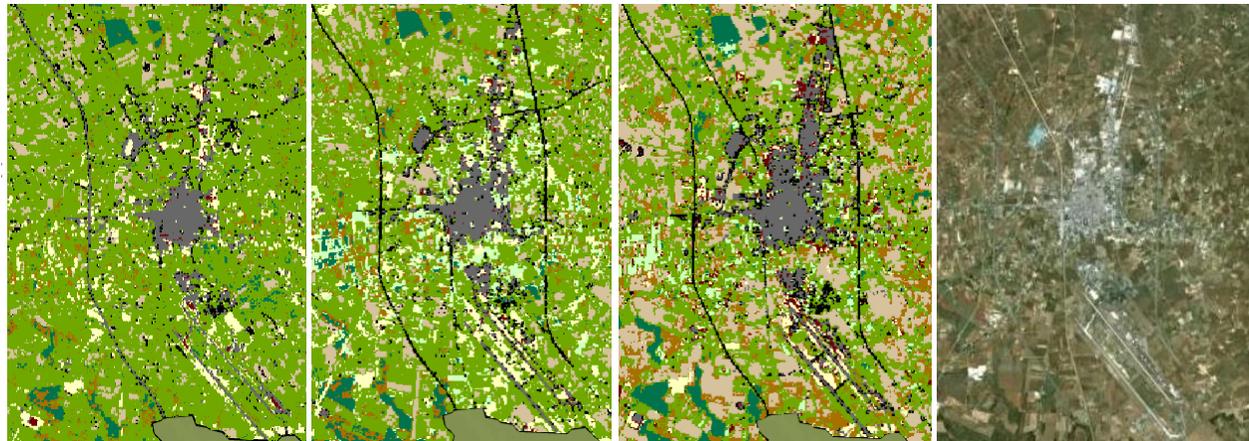
Cambiamenti significativi tra il 1984 e il 2011:

URBAN AREAS

- Residential districts by average percent impervious area: 25
- Impervious areas: Paved parking lots, roofs, driveways
- Urban Districts: Industrial
- Open space (lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc. Poor condition (grass cover < 50%)

AGRICULTURAL LANDS

- Small grain, straight row (good hydrologic condition)
- Row crops, straight row (good hydrologic condition)
- Row crops, straight row (poor hydrologic condition)
- Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing (good hydrologic condition)
- Woods (good hydrologic condition)



Esempio: Comune di Gioia del Colle

BEST

Tutela e conservazione
della biodiversità

PER MAGGIORI INFO

www.interregbest.eu

SEGUICI



SCRIVI

best@regione.puglia.it

BEST

Tutela e conservazione
della biodiversità



**LA NATURA
NON HA CONFINI**



Department of Environment,
Landscape and Urban Quality

Progetto co-finanziato dall'Unione Europea, Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (F.E.S.R.)
e da fondi nazionali della Grecia e dell'Italia.