

GEOMATICA

tecnologie per applicazioni territoriali

Mario A. GOMARASCA

**Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente**

Milano, Italy

gomasca.m@irea.cnr.it

INTRODUZIONE

L'EVOLUZIONE DI NUOVI SISTEMI E METODI STA CAMBIANDO IL MODO PER CONTROLLARE LA SUPERFICIE TERRESTRE E LE ACQUE

La Geomatica ricopre un ruolo fondamentale in:

- **rilevamento topografico**
- **camere fotogrammetriche digitali**
- **sensori da satellite a diverse risoluzioni**
- **interferometria radar e Permanent Scatterer (PS)**

GEOMATICA

La Geomatica è un approccio integrato e multidisciplinare che utilizza appropriati strumenti e tecnologie per raccogliere, processare, analizzare, immagazzinare e distribuire dati spaziali georiferiti in un flusso continuo di informazioni digitali.

Componenti della Geomatica sono:

- *Informatica*
- *Geodesia*
- *Topografia* (positioning systems e
Laser scanning)
- *Cartografia* (numerica e digitale)
- *Fotogrammetria*
- *Fotogrammetria Digitale*
- *Telerilevamento*

- *GIS* (*Geographical Information System*)
- *Decision Support System (DSS)*

- **Informatica:** studio e sviluppo di strumenti tecnologici (*hardware*) e metodi, modelli e sistemi (*software*) capaci di processare e di gestire le informazioni
- **Topografia:** la procedura diretta per il rilevamento della superficie terrestre attraverso nuovi strumenti (Positioning systems: GPS, Glonass e Galileo - Laser scanning)
- **Fotogrammetria / Fotogrammetria Digitale:** Analisi metrica degli oggetti posizionati sulla superficie terrestre e ripresi su coppie stereoscopiche fotografiche e digitali
- **Telerilevamento:** acquisizione digitale a distanza della superficie terrestre e i metodi e procedure per il trattamento digitale e interpretazione delle immagini

- **GIS (*Geographical Information System*):**
potente gruppo di strumenti capaci di ricevere, salvare, richiamare, trasformare, rappresentare e processare dati spaziali georiferiti.

- ***Decision Support Systems (DSS):***
Molto complesso sistema informativo capace di rappresentare scenari virtuali attraverso la modellizzazione del mondo reale e di offrire una gamma di possibili scelte a chi deve gestire il territorio.

La Geomatica fa riferimento ad alcune strategie globali riguardanti lo sviluppo di dati spaziali georiferiti:

GSDI: Global Spatial Data Infrastructure

L'Europa partecipa alla GSDI con:

ESDI: European Spatial Data Infrastructure

E-ESDI (now INSPIRE): Environmental European Spatial Data Infrastructure

INSPIRE: Infrastructure for Spatial Information in Europe

Alcune iniziative a scala globale affrontano i temi dell'interoperabilità e flessibilità dei dati spaziali:

OGC: Open GeoSpatial Consortium (ESRI, Intergraph, Oracle, MapInfo, Autodesk, etc.)

Nel contesto dell'informazione Geo-spaziale sono stati attivati programmi e iniziative Europee e globali che stanno coinvolgendo nello sviluppo Enti di Ricerca, Amministrazioni, Industrie e SME (Small-Medium Enterprise)

GMES: *Global Monitoring for Environment and Security*

INSPIRE: *Infrastructure for Spatial Information
in the (European) Community*

GEO e GEOSS: *Group on Earth Observations e
Global Earth Observation System of Systems*

GALILEO: *European Global Positioning System*

GMES *Global Monitoring for Environment and Security*

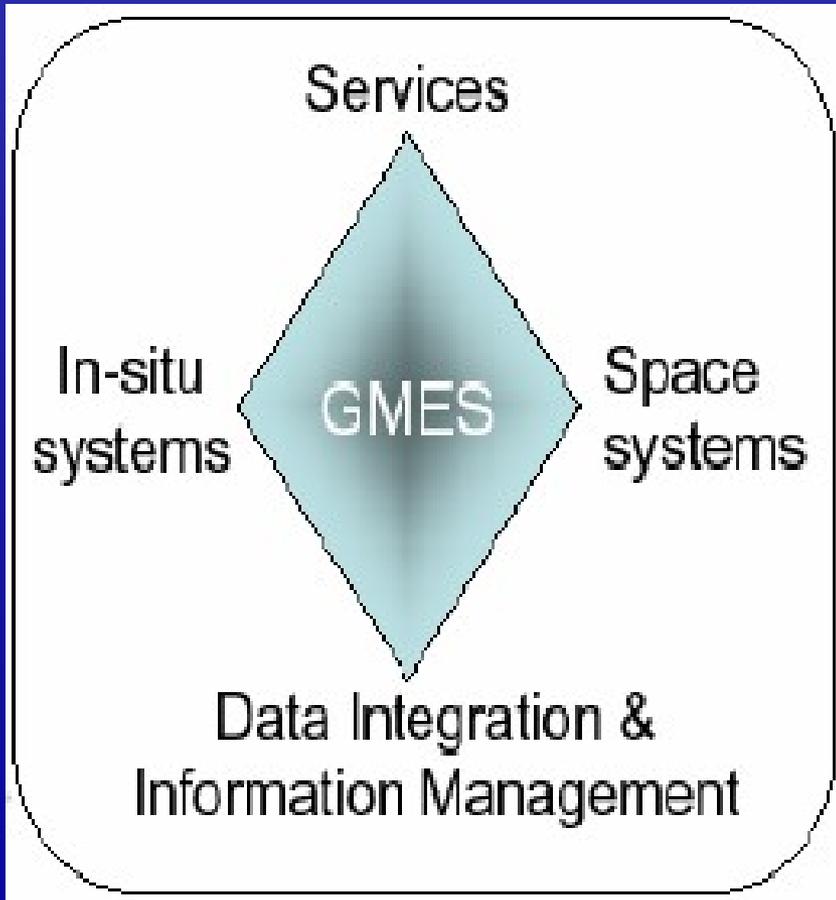
Con il programma Galileo, GMES è la principale iniziativa di sviluppo di strategie spaziali per l'Osservazione della Terra in Europa.

Racchiude 2 temi di fondo:

Ambiente

Sicurezza (protezione civile, difesa della popolazione, rischi da attività antropiche)

GMES Struttura a diamante



Sistemi a terra

Sistemi aerei e spaziali

Integrazione di dati e gestione delle informazioni

Servizi alla comunità

Satelliti per l'Osservazione della Terra (EO) in GMES

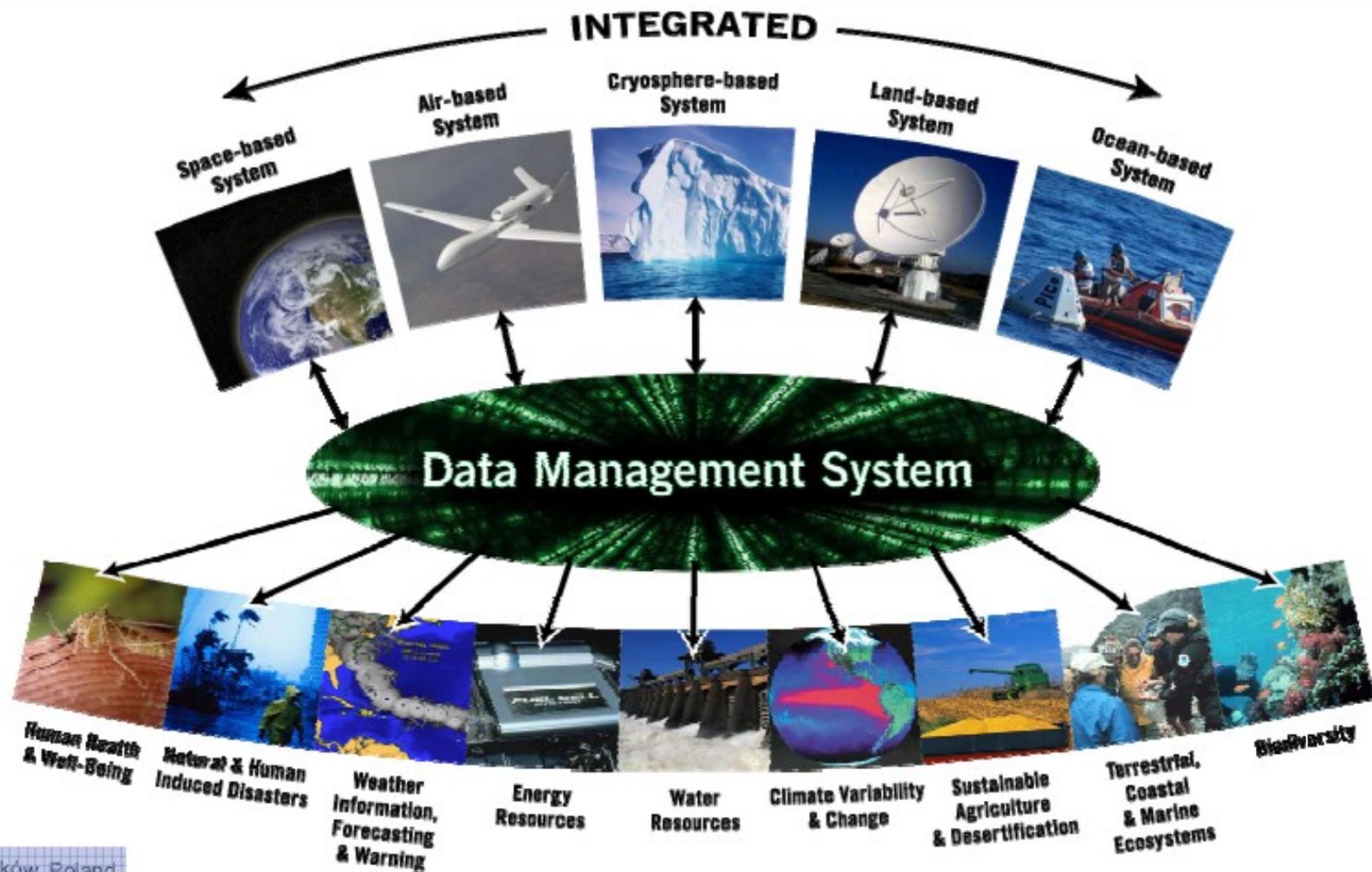
- **ESA** (ERS-1, ERS-2 and *Envisat*) and EUMETSAT
- **ASI** *Cosmo-SkyMed*
- **CNES** SPOT-5, *Pléiades*

- **Optic Passive** Landsat, EOS Terra/Aqua, QuickBird, Ikonos
- **Active microwave** (radar) banda X (*Cosmo-SkyMed*), C (ERS and *Envisat*) and L (*TerraSAR e ALOS*).
Integrated use of data (*data fusion*), time series, 3D analysis, including hyperspectral.

- **European Global Precipitation Mission** (EGPM) in the context of the International initiative (chair NASA) *Global Precipitation Mission* (GPM),
- for direct measurement of rainfall in Europe to improve in a drastic way the climate modeling for weather forecasting.

• .

Towards a GEOSS (Global Earth Observation System of Systems)



PRESENTAZIONE DI ALCUNI SISTEMI

- **sistemi di rilevamento topografico**
 - GPS, GLONASS, Galileo
 - Laser scanning
- **camere digitale fotogrammetriche**
- **sensori da satellite ad alta risoluzione**
- **interferometria radar**
- **Permanent Scatterer (PS)**

Positioning systems

The positioning system has in topography and cartography, after an initial use in navigation control.

They allows the tri-dimensional positioning of objects also if moving in space and time, global application with all weather conditions, in continuous mode.

The positioning system reads the coordinates x , y and the third dimension (altitude) z .

NAVSTAR GPS (USA)

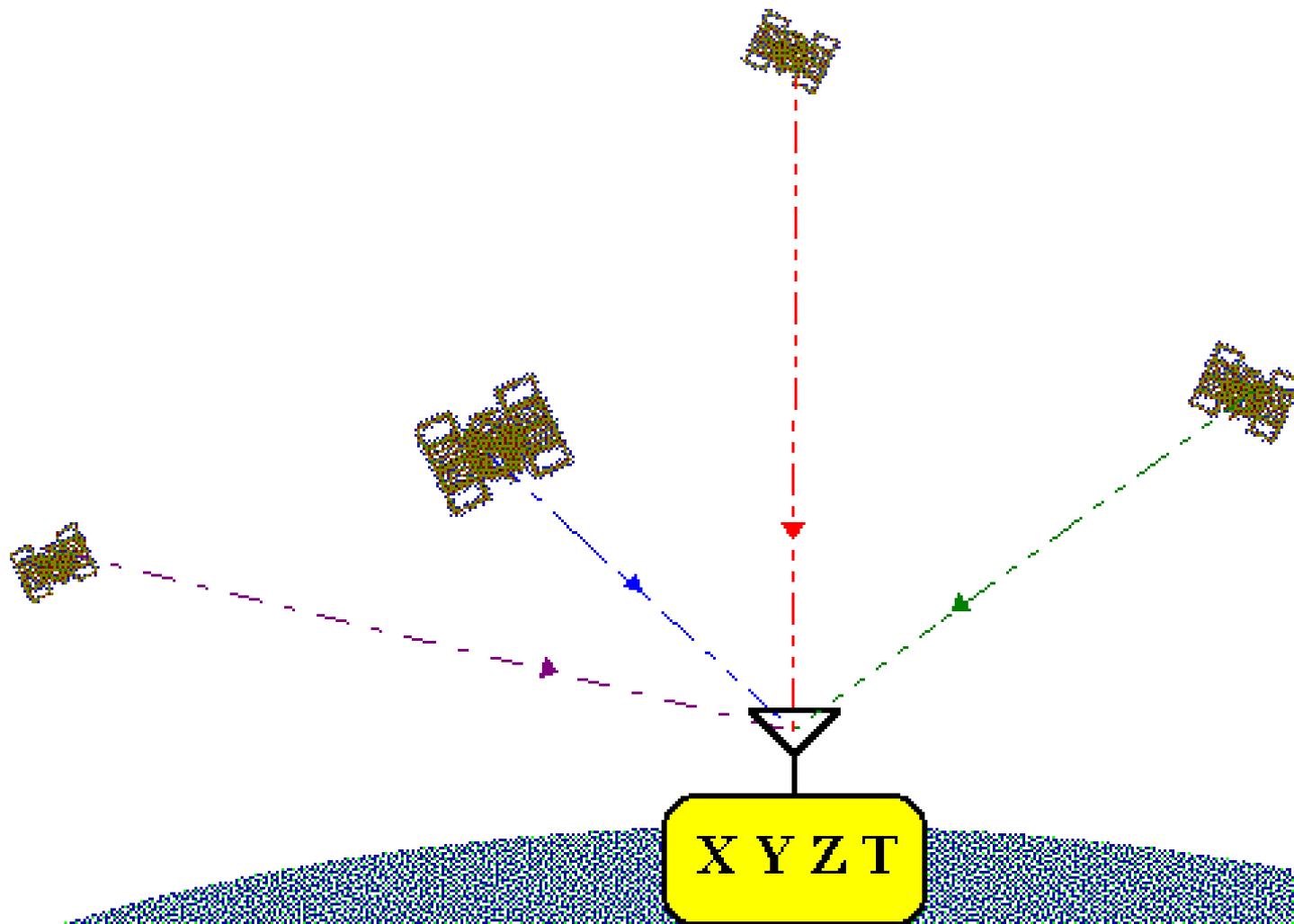
NAVigator Satellite Timing And Ranging Global Positioning System,

active since the end of 80's, has been used for the Navy navigation assistance, giving in real time their positioning.

The Geodetic reference systems, adopted all around the world is the WGS84 (World Global System 1984).



Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network



The Global Positioning System

Measurements of code-phase arrival times from at least four satellites are used to estimate four quantities: position in three dimensions (X, Y, Z) and GPS time (T).

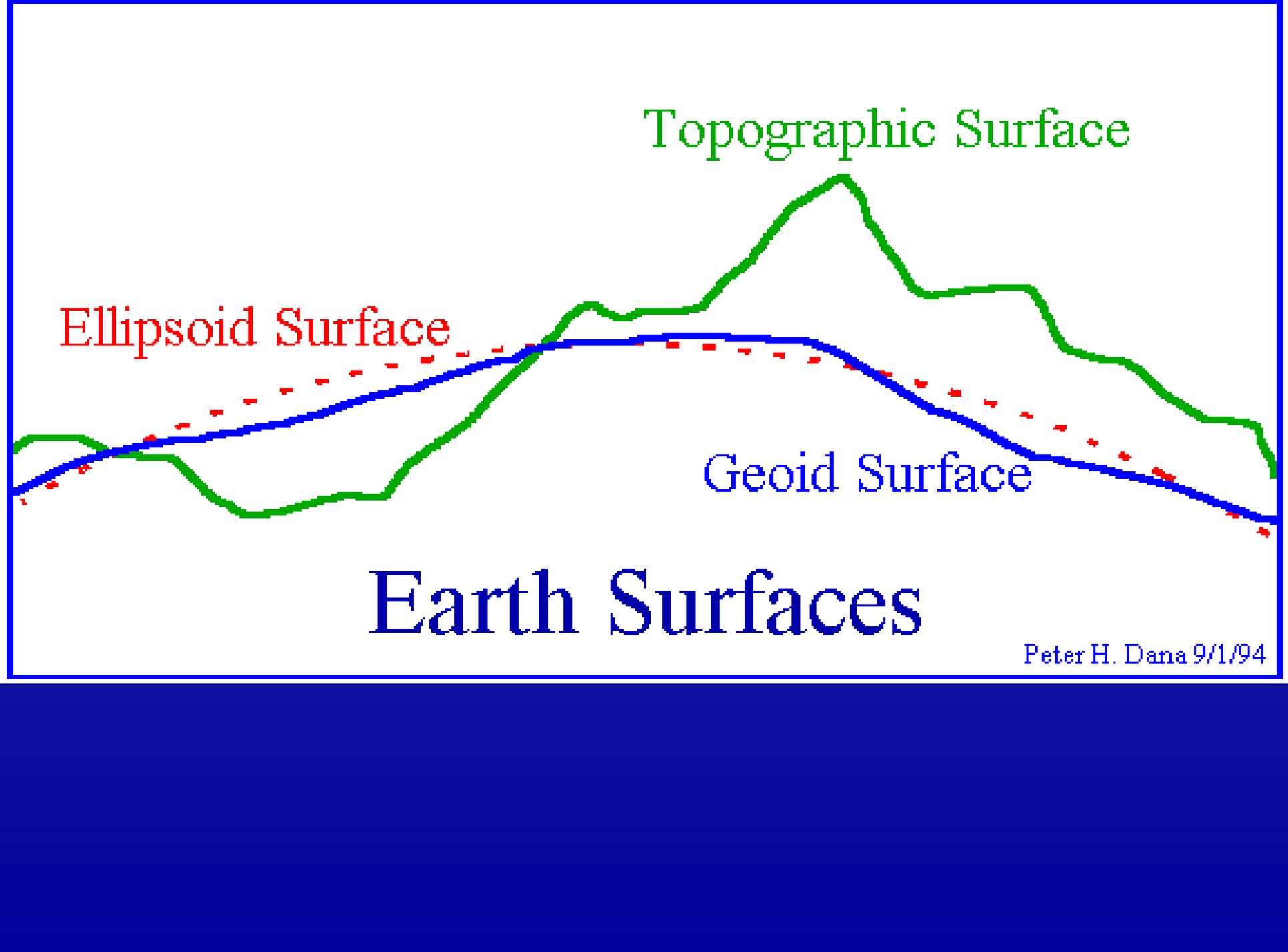
Topographic Surface

Ellipsoid Surface

Geoid Surface

Earth Surfaces

Peter H. Dana 9/1/94



GLONASS

Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema)

projected by ex-URSS and managed by Russia, operational since 1982 and similar to NAVSTAR GPS.

The constellation of the GLONASS system constitutes of 24 satellites distributed on 3 orbital planes, with equidistance of 120° , 8 satellites each, and uniform distribution of 45° each other.

*European positioning system **Galileo***

Europe has scheduled and founded a civil positioning system in alternative to the American GPS for strategic and economical reasons.

The Council of Europe approved the project in July 19th, 1999

The system is fully compatible with GPS and GLONASS. The collaboration with the existing systems will contribute in the realisation of the *Global Navigation Satellite System* (GNSS).

Several Countries around the World collaborate in this initiative.

Laser scanner

Laser scanner is, like the RADAR, an active system operative in the optical spectral range (0,3-15 μm), instead of the microwave range (0,1-100 cm).

The laser technology allows, if applied as a remote sensing land acquisition system, to produce numerical 3D maps with high resolution and in short time compared with the traditional analogical systems.

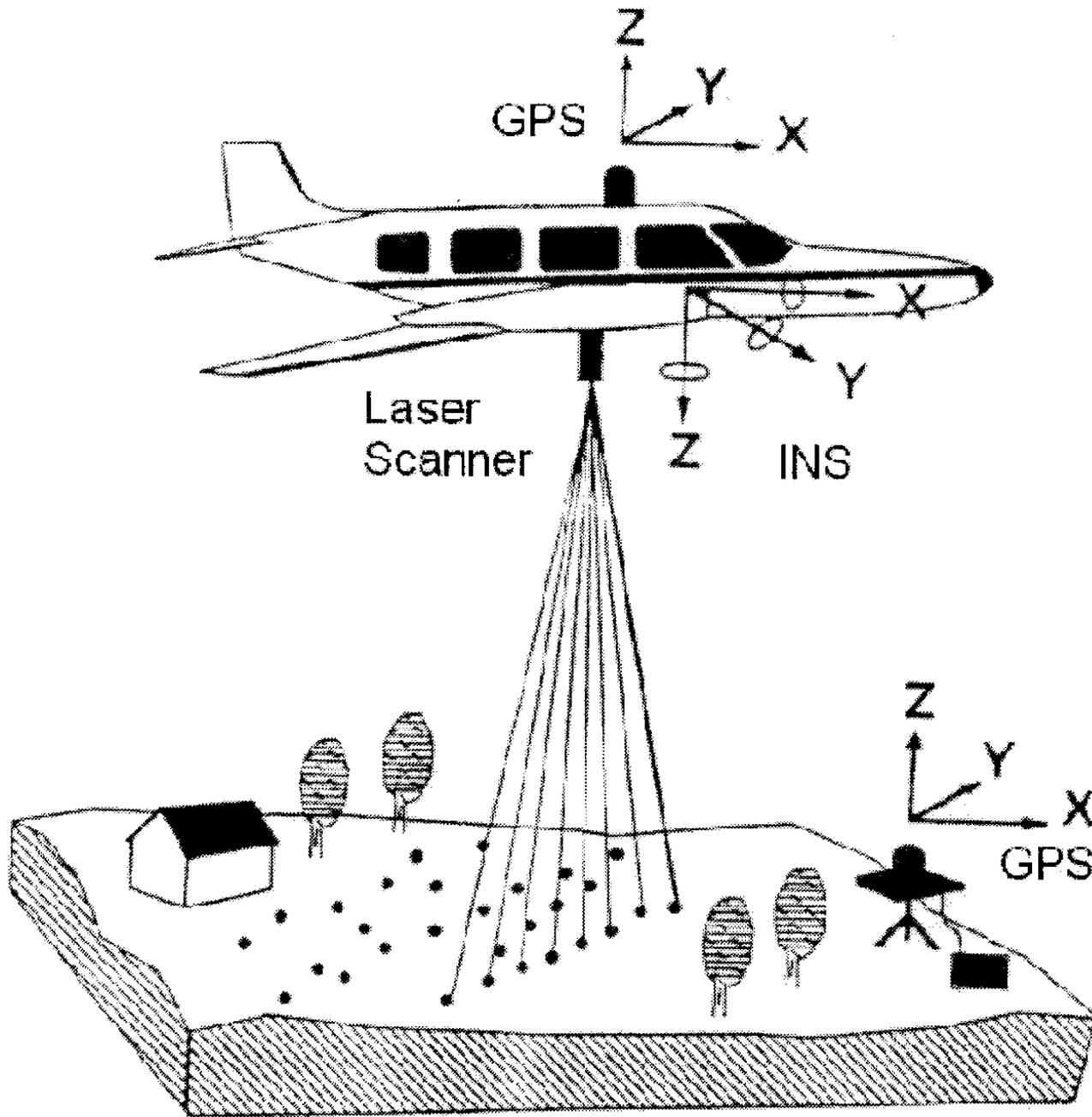
Laser scanner

LIDAR systems emit rapid pulses of laser light to precisely measure distances from a sensor mounted in a port opening on the bottom of an aircraft's fuselage to targets on the ground. The use of lasers to measure distance is called **laser ranging**.

The laser system is the convergence of three technologies:

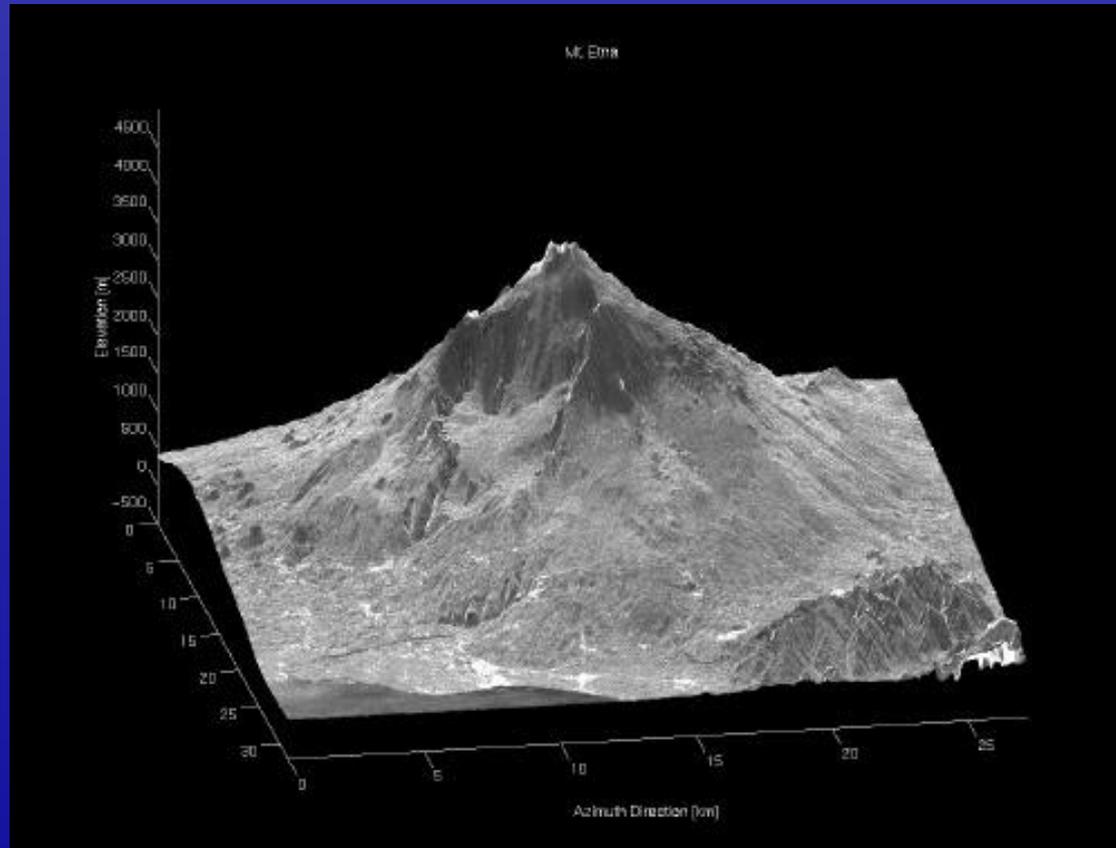
- Laser ranging
- Positioning systems (GPS, GLONASS)
- Inertial Navigation Systems (INS)

Laser has the capacity to measure also in presence of high density of vegetation and gives the position, size and high of the observed object.



Laser scanning System

- . Laser
- . GPS
- . INS



Mappa numerica di elevazione
DSM: Digital Surface Model
DTM: Digital Terrain Model

Photogrammetric Digital Camera

In the past the diffusion of the photogrammetric digital camera has been limited by two factors:

1. **Stereoscopy capacity along the strip**
2. capacity to transfer the collected data (*baud rate*) in near real time.

digital photogrammetric camera **ADS40**
(Airborne Digital Sensor)

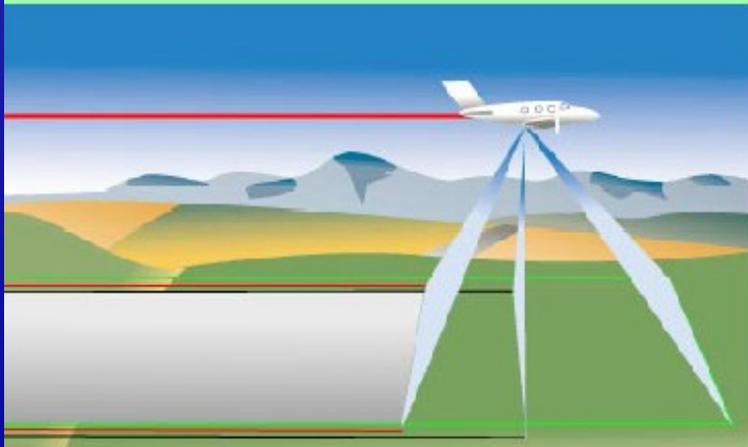
three-line-scanner

Sensori CCD con 12000 elementi in linea

ADS40

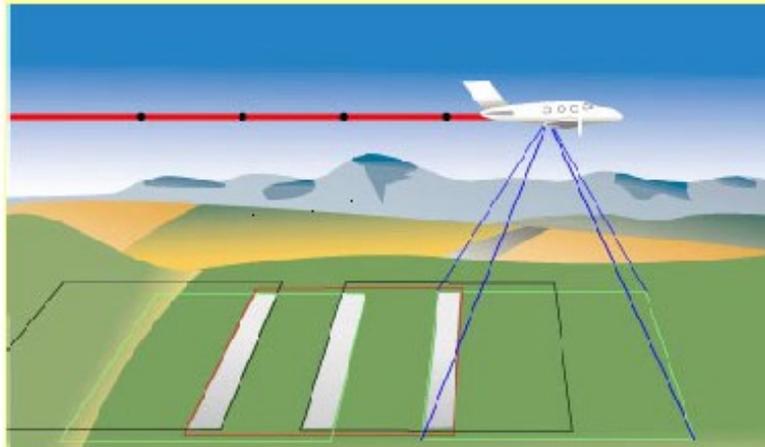
Airborne digital sensor ADS40

All objects recorded 3 times



Analog aerial camera RC30

Not all objects recorded 3 times



Flying with 60% overlap only 60% of
all objects are on 3 photographs

ADS40

technical characteristics of the sensor ADS40

Dynamic range		12
bit (dati grezzi)		
radiometric resolution		8 bit
Metodo di interpolazione radiometrica	Lineare a 8 bit	
Risoluzione spectral resolution		PAN,
Visibile & IR		

geometric resolution **7 μ m** (m dependent from the fly quote)

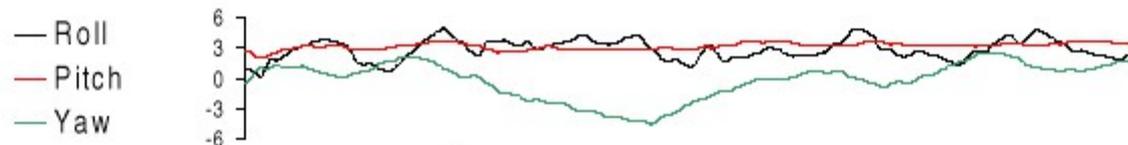
Positioning accuracy **$\pm 1 \mu$ m.**

Cinematic GPS and INS (Inertial Navigation System) integrated.

Strisciata acquisita dal sensore ADS40 con le successive post-elaborazioni che utilizzano i dati della piattaforma inerziale per determinare i 3 angoli ϕ , ω e κ (rollio, beccheggio e imbardata).

Original strip

(without gyro stabilization)



Rectified strip



ADS40

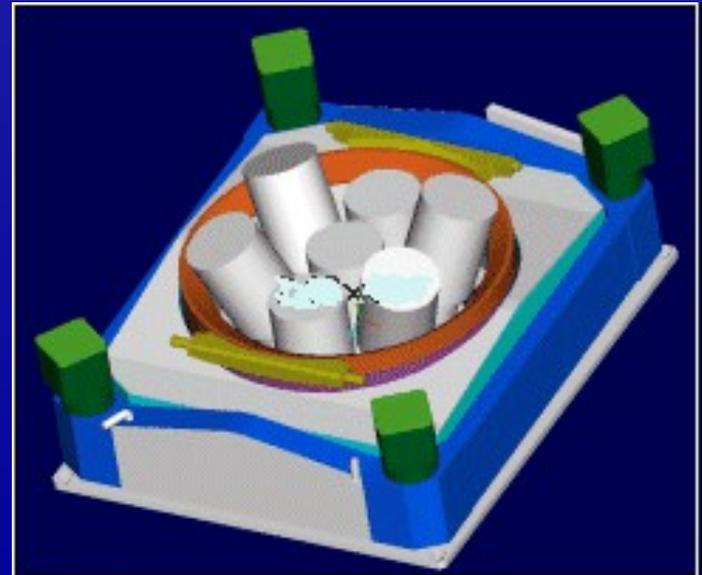


DMC (Digital Modular Camera)

- . Principio operativo basato sulla **ricostruzione di una prospettiva centrale** fotogrammetrica classica
- . uso di **tre differenti matrici rettangolari** di sensori che acquisiscono nello stesso istante tre porzioni del fotogramma
- . Ricostruzione della scena con una **complessa operazione di mosaicatura**.

Schema di montaggio dei differenti sensori:

- . 3 centrali per acquisire immagini pancromatiche e/o a colori
- . 4 laterali per le immagini multispettrali.



DMC (Digital Modular Camera)

Il maggior vantaggio di questa camera è dato dall'acquisizione di immagini con una geometria simile a quelle analogiche, assicurando così, l'utilizzo diretto di software di restituzione fotogrammetrica digitale classici

Fondamentali sono le modalità di ricostruzione della scena, dall'interpolazione geometrica a quella radiometrica, al fine di meglio valutare la qualità delle immagini acquisite

Le riprese con camere digitali offrono l'evidente e non trascurabile vantaggio di fornire un riscontro immediato poco dopo l'acquisizione e di poter ripetere l'operazione se non si è soddisfatti del risultato.

Altri vantaggi del digitale rispetto al processo fotografico analogico:

- migliore accuratezza cromatica
- maggiore rapidità di restituzione dell'immagine a parità di tempi di ripresa
- facilità di elaborazione digitale
- riproduzione in tempo reale e identica dell'originale
- maggiore controllo sull'immagine
- possibilità di inserimento in sistemi informativi e di gestione

Definizione di Telerilevamento

Remote Sensing (inglese)

Téledétection (francese)

Fernerkundung (tedesco)

Perception Remota (spagnolo)

Sensoriamento Remoto (portoghese)

acquisizione a distanza di informazioni qualitative e quantitative riguardanti il territorio e l'ambiente nonché l'insieme dei metodi e delle tecniche per la successiva elaborazione e interpretazione.

Se l'acquisizione avviene da distanza ravvicinata si usa il termine Telerilevamento prossimo o vicino (*proximal sensing*).

Le caratteristiche fondamentali che stanno alla base della utilità del telerilevamento come fonte di informazioni georiferibili sono:

sinotticità: visione di porzioni di superficie diverse del territorio altrimenti non ottenibile con tecniche tradizionali

ripetibilità: osservazioni cicliche, o periodiche, di una data situazione territoriale che consentono confronti temporali

aggiornabilità dei dati raccolti.

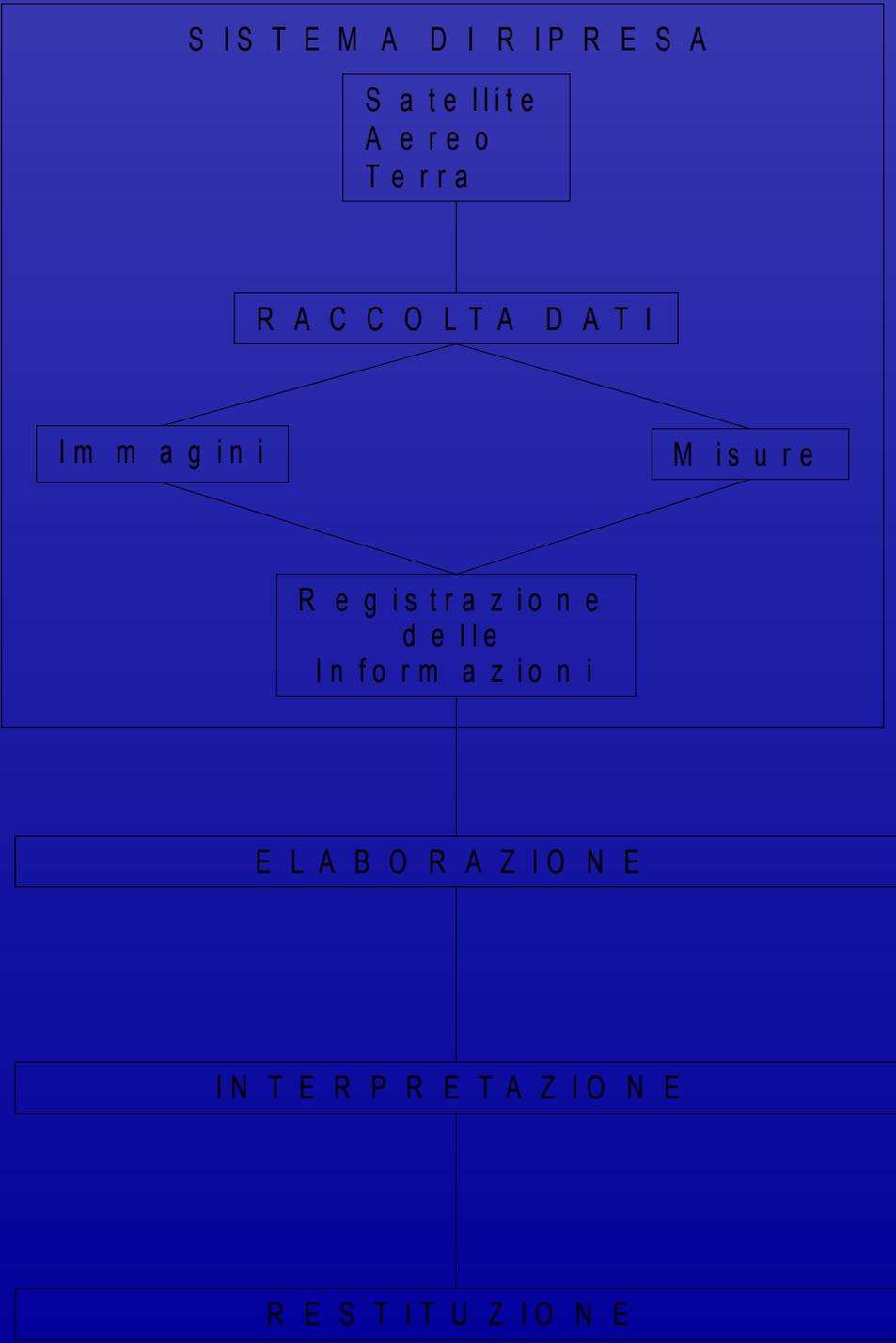
Il rilevamento delle informazioni con tecniche di Telerilevamento può essere riassunto in tre fasi:

raccolta dei dati dalle numerosi stazioni di rilevamento possibili da terra , aereo e/o satellite;

elaborazione delle informazioni raccolte

interpretazione dei dati, cui segue la **restituzione**, su supporto cartaceo o informatico, di materiale cartografico.

Fasi del processo di Telerilevamento



Dagli strumenti utilizzati per la raccolta di informazioni possono essere tratte:

- *misure*: rilevabili da radiometri, spettrofotometri, scatterometri
- *immagini*: acquisibili da camere fotografiche, tradizionali e digitali, strumenti a scansione, termocamere

Nell'ambito degli strumenti si effettua un'ulteriore distinzione tra:

sensori passivi: si limitano a registrare l'intensità con cui è riflessa, assorbita o trasmessa l'energia elettromagnetica emessa da una fonte esterna (Sole, Terra) e incidente sulla superficie investigata. Tra questi: le fotocamere, gli strumenti a scansione, le termocamere e le telecamere

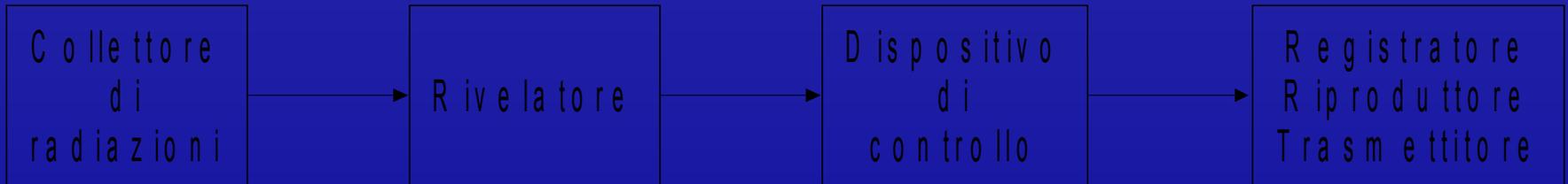
sensori attivi: quando gli stessi strumenti di ripresa emettono radiazioni captandone il segnale di ritorno (Radar, Laser scanner)

E' comune anche un'altra distinzione tra:

- **ottico**: intervallo spettrale compreso tra 0,3 e 15 μm , associato al telerilevamento passivo, identificato da sensori:
 - *pancromatico* (una sola banda che comprende di solito tutto il visibile ed eventualmente parte dell'infrarosso vicino)
 - *multi-spettrale* (2-9 bande spettrali)
 - *super-spettrale* (10-16 bande spettrali)
 - *iper-spettrale* (> 16 bande spettrali)
- **radar**: intervallo delle microonde tra 1 mm e 100 m, tipico strumento di telerilevamento attivo, che può operare in:
 - singole frequenze
 - multi-frequenzaciascuna con singola o multi-polarizzazione e a singolo o multiplo angolo di incidenza.



Radiazione incidente



Elementi che costituiscono un **sensor**

Immagini

Fotografia
analogica

Immagine
a
scansione digitale

Ottica a riflessione
o a rifrazione



Collettore
di radiazioni



Ottica o antenna

Emulsione



Elemento sensibile



Rivelatore

Otturatore



Dispositivo
di controllo



Elettronica

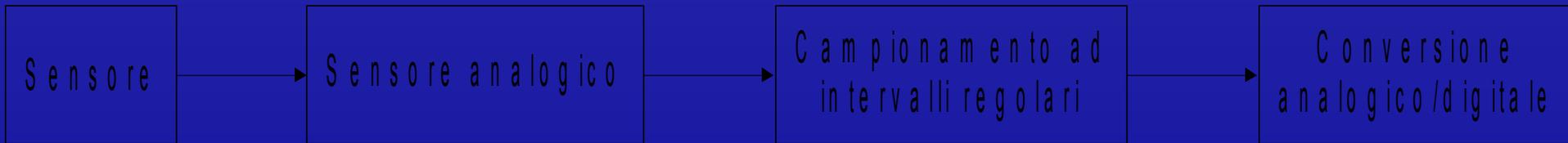
Supporto
fotografico



Registratore

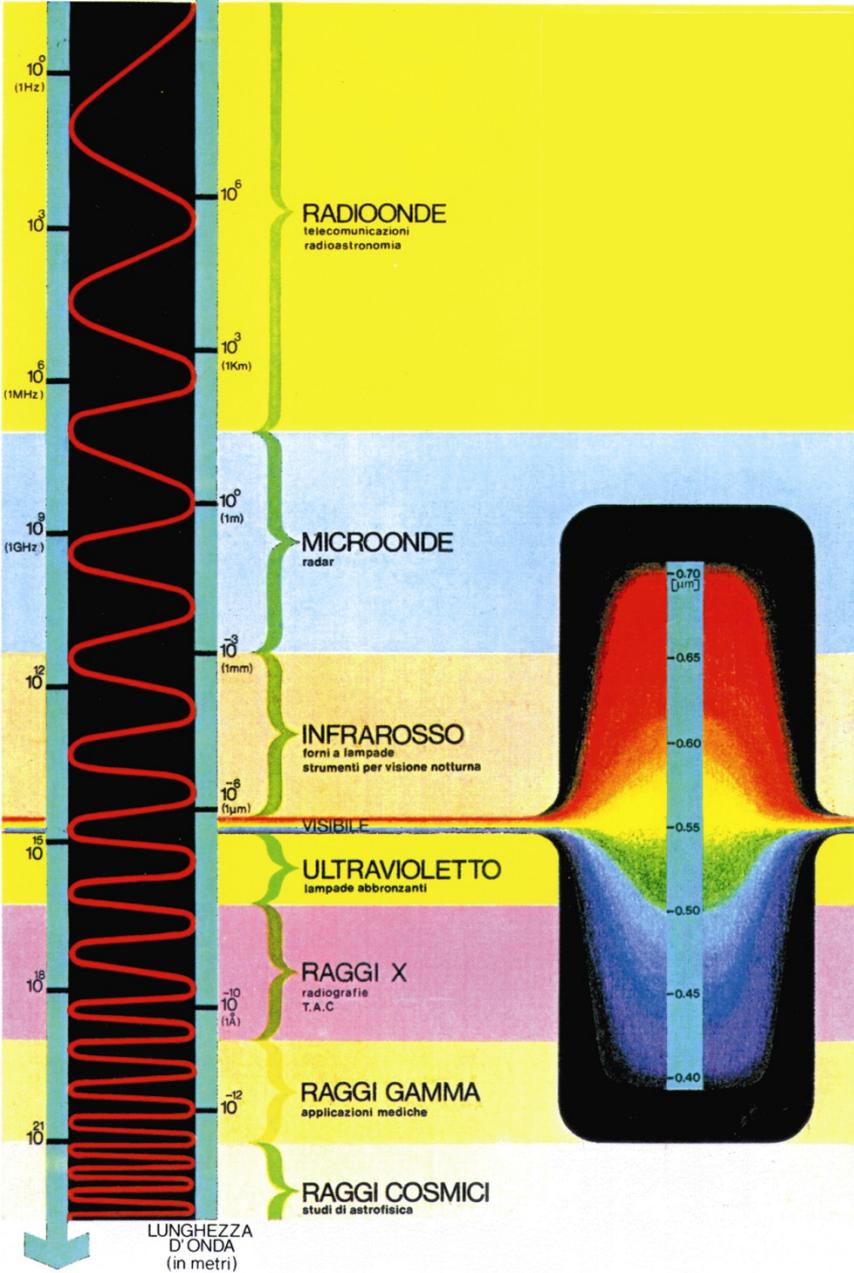


Memoria solida



**Dal rilevamento fisico della radiazione alla discretizzazione
in Numeri Digitali (DN)**

FREQUENZA
(in Hertz)



LUNGHEZZA
D'ONDA
(in metri)

Regioni di interesse del Telerilevamento

<i>Radiazione</i>	<i>Lunghezza d'onda λ</i>		
Ultravioletto (UV)	0,01 - 0,38	μm (10 - 380 nm)	
Luce Visibile (V)	0,38 - 0,75	μm (micron)	
	<i>Violetto</i>	0,380 - 0,455	μm
	<i>Blu</i>	0,455 - 0,500	μm
	<i>Verde</i>	0,500 - 0,580	μm
	<i>Giallo</i>	0,580 - 0,595	μm
	<i>Arancio</i>	0,595 - 0,620	μm
	<i>Rosso</i>	0,620 - 0,750	μm
Infrarosso	0,75 μm – 1,0 mm		
	<i>Vicino (VIR)</i>	0,75 - 3,0	μm
	<i>Medio (MIR)</i>	3,0 - 6,0	μm
	<i>Lontano o Termico (TIR)</i>	6,0 μm - 1,0 mm	
Microonde (MW)	0,1 - 100	cm	

Risoluzioni degli strumenti

- geometrica
- spettrale
- radiometrica
- temporale

Risoluzione geometrica

La *risoluzione geometrica* è in relazione alle dimensioni dell'area elementare al suolo di cui si rileva l'energia elettromagnetica; una immagine telerilevata è costituita da elementi base denominati pixel (*picture element*).

Data una immagine digitale si dice *pixel* ognuna delle superfici elementari che la costituiscono. Ogni pixel è caratterizzato da due coordinate che individuano la sua posizione nell'immagine ed il Numero indice Digitale DN.

La dimensione al suolo del pixel dipende dall'altezza di ripresa e dalle caratteristiche del sensore e può variare da un metro fino a più chilometri.

Il pixel è anche definito come *campo di vista istantaneo* (IFOV), mentre il *campo di vista* (FOV) è l'insieme di tutti i pixel che compongono una scena rilevabile da un sensore.

Continua...

Per *risoluzione spettrale* si intende l'intervallo di lunghezze d'onda a cui è sensibile lo strumento.

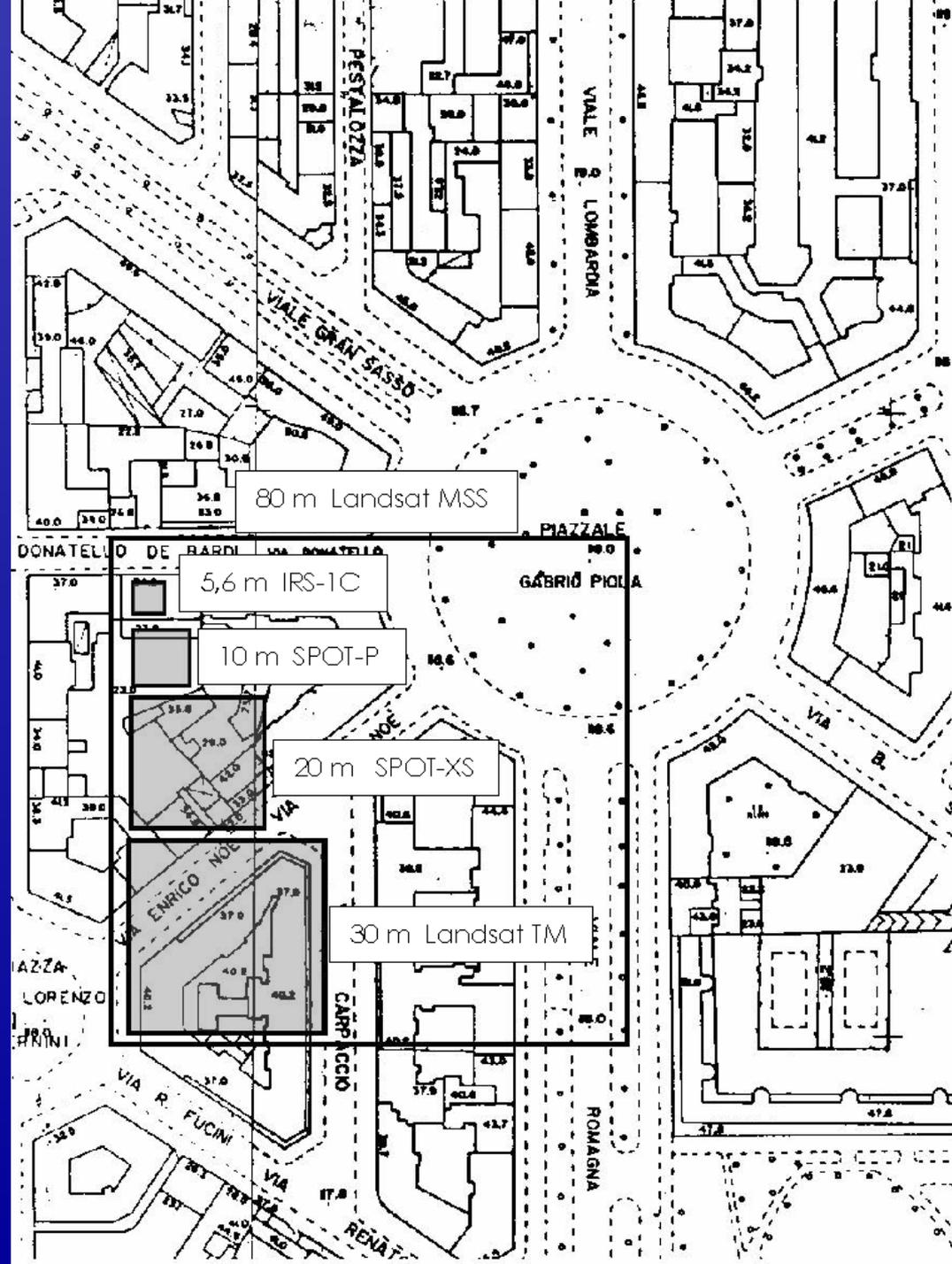
La *risoluzione radiometrica* è la minima energia in grado di stimolare l'elemento sensibile affinché produca un segnale elettrico rilevabile dall'apparecchiatura,

definita da 1/256 nel caso di 8 bit, 1/128 per 7 bit, 1/64 per 6 bit, ecc.; esiste cioè un intervallo minimo di radianza $\Delta\lambda$ che sta in un Numero Digitale DN.

Per *risoluzione temporale* si intende invece il periodo di tempo che intercorre tra due riprese successive di una stessa area.

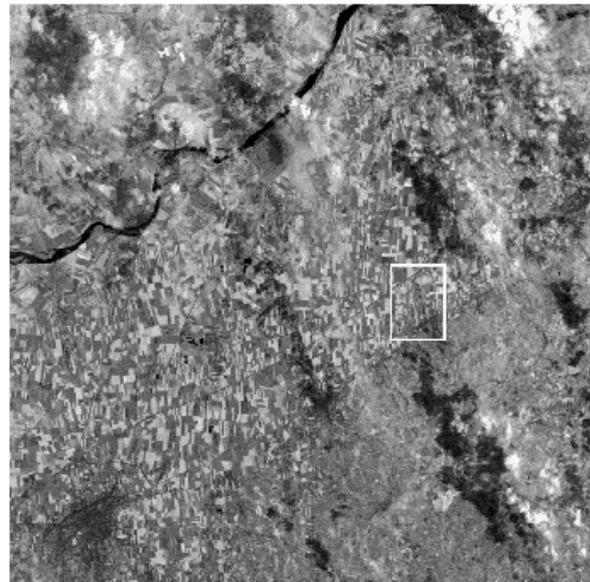
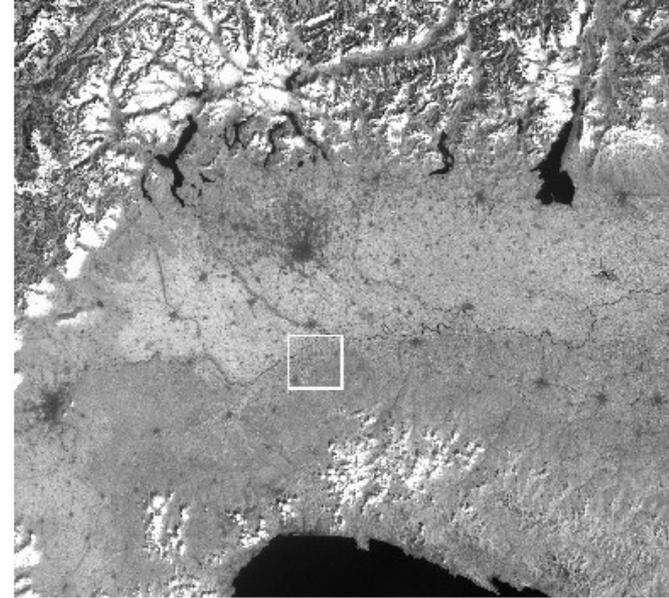
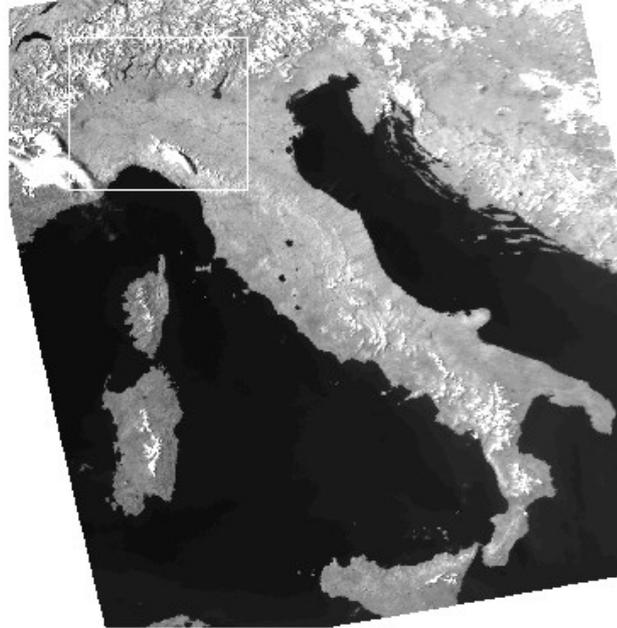
Risoluzione geometrica di Alcuni sensori:

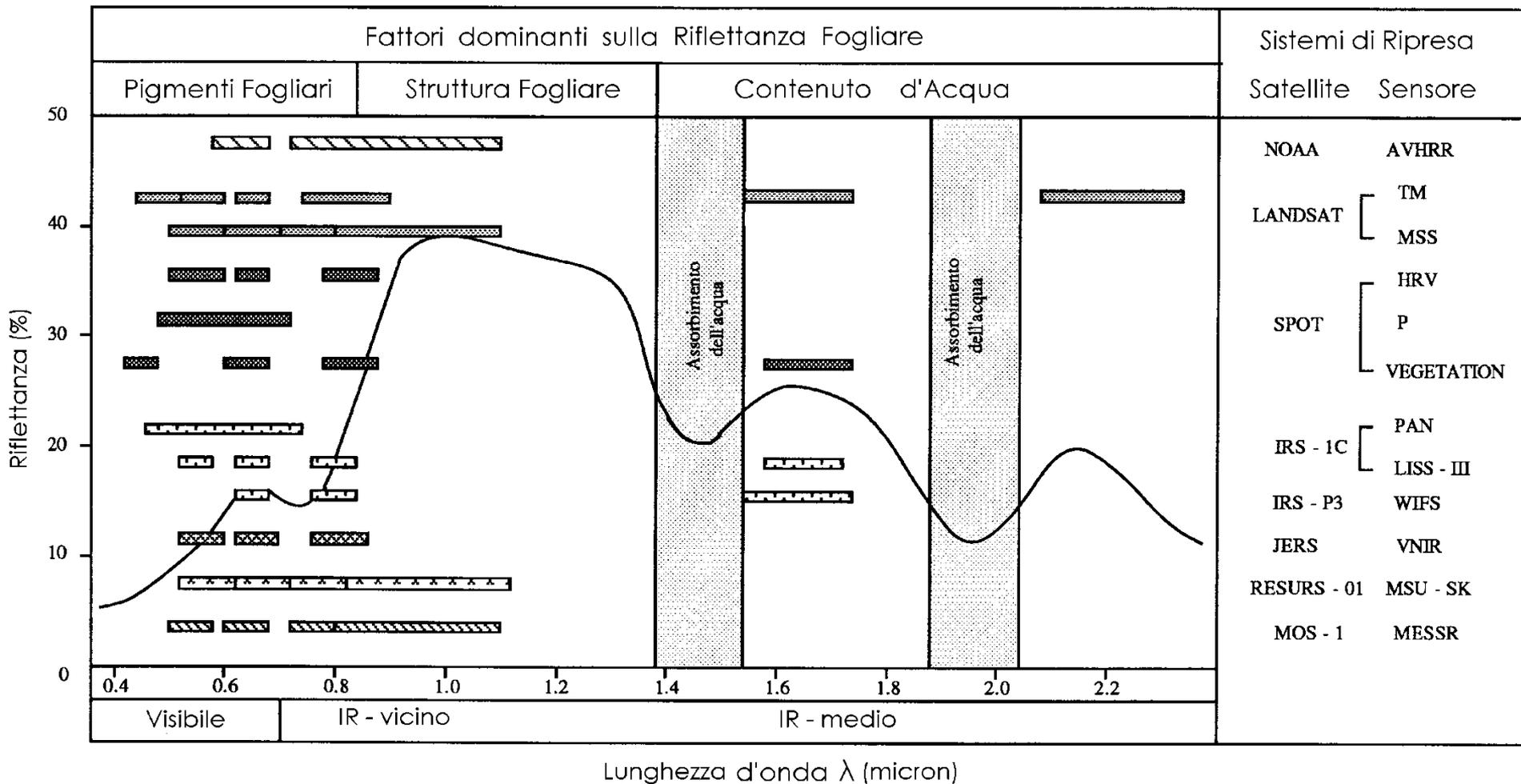
NOAA-AVHRR	1,100	m
Landsat MSS	80	m
Landsat TM	30	m
SPOT -XS	20	m
SPOT-P	10	m
IRS-1C	5.6	m



Zoom progressivo:

NOAA,-AVHRR
Resurs-01
Landsat-TM
MIVIS





Curva spettrale della vegetazione e intervalli spettrali di alcuni sensori
A bordo di satelliti per l'Osservazione della Terra

ENVISAT

1st of March 2002, Kourou (French Guiana), the European Space Agency (ESA) launched Envisat-1, an advanced polar-orbiting Earth Observation satellite which provides measurements of the atmosphere, ocean, land, and ice.

As a total package the capabilities of Envisat exceed those of any previous or planned Earth Observation satellite.



The first image
MERIS of ENVISAT

Africa Ovest



© ESA 2002

A satellite image showing the coastline of Senegal and Gambia. The land is a mix of brown and green, indicating different vegetation and soil types. The ocean is a deep blue. The image is taken from a high angle, showing the intricate details of the coastline and the surrounding land.

The first image
MERIS of ENVISAT

Africa Ovest:
Senegal & Gambia



Sicily Island, Italy
MERIS image (21 March 2002), taken by Envisat,
ESA's new Earth observation satellite.

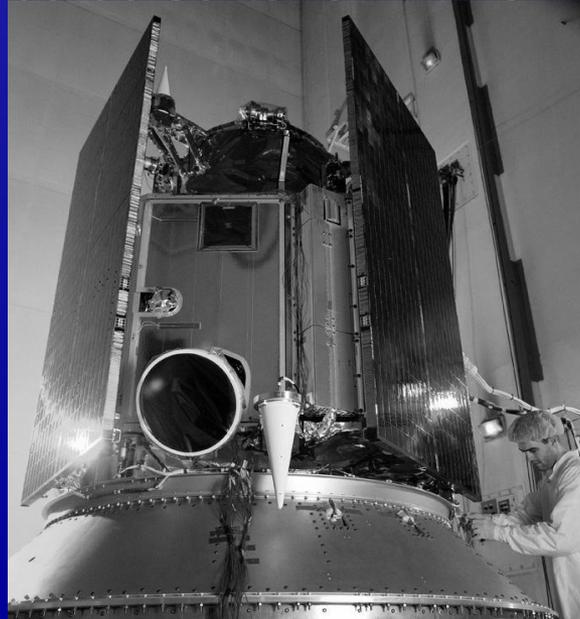
Etna Volcano
Sicily

MERIS image
21 March 2002



IKONOS

Lancio	24 settembre 1999
Quota orbitale	681 km
Inclinazione orbitale	98.1°
Tipo di orbita	Eliosincrona quasi-polare
Ora equatoriale di passaggio	Tra e le 10 e le 11
Periodo orbitale	98 min
Periodo di rivisitazione	1.5-3 giorni
Abbracciamento	11x11 km
Sensori montati a bordo	Carterra PAN e XS (4 bande spettrali)



Caratteristiche del sensore Carterra PAN

Risoluzione spettrale	1 banda (0.45-0.9 μ m)
Risoluzione geometrica	1 m
Risoluzione radiometrica	11 bit
Abbracciamento	11x11 km

Caratteristiche del sensore Carterra XS

Risoluzione spettrale	4 bande (0.45-0.52, 0.52-0.60, 0.63-0.69, 0.76-0.90 μ m)
Risoluzione geometrica	4 m
Risoluzione radiometrica	11 bit
Abbracciamento	11x11 km

IKONOS

Parti
geor
A qu
para
stata
sovra
prec
delle



ando i
co, è
a con
mento

IKONOS

La sovrapposibilità risulta assai buona, confermando il possibile utilizzo di queste immagini per l'**aggiornamento cartografico** e come **base cartografica raster** in sistemi di gestione del territorio.

- . prese stereoscopiche: solo nominali, non effettive

- . **sistemi telemetrici** montati a bordo della piattaforma **non garantiscono una precisione sufficiente nella determinazione del centro di presa e degli angoli ω , φ , e k** , così come una determinazione certa delle precisioni raggiungibili in fase di restituzione

Quickbird

Il satellite **Earthwatch** è un progetto di natura commerciale (Ball, Fokker e Kodak) che sarà messo in orbita nel 2001. Analogamente a Ikonos, il satellite monterà a bordo due sensori, uno **pancromatico** l'altro **multispettrale** (4 bande).

Quota orbitale	~600 km
Inclinazione orbitale	66°
Tipo di orbita	Eliosincrona quasi-polare
Ora equatoriale di passaggio	Non dichiarata
Periodo orbitale	~90 min
Periodo di rivisitazione	Tra 4 e 5 giorni
Abbracciamento	22x22 km
Sensori montati a bordo	Quickbird PAN e XS (4 bande spettrali)

Quickbird

Caratteristiche del sensore Quickbird PAN

Risoluzione spettrale	1 banda (0.44-0.90 μ m)
Risoluzione geometrica	0,61 m
Risoluzione radiometrica	11 bit
Abbracciamento	22x22 km

Caratteristiche del sensore Quickbird XS

Risoluzione spettrale	4 bande (0.45-0.52, 0.52-0.60, 0.63-0.69, 0.76-0.89 μ m)
Risoluzione geometrica	2,44 m
Risoluzione radiometrica	11 bit
Abbracciamento	22x22 km

Eros

Il primo satellite della serie Eros (Earth Remote Observation System) è stato lanciato il 5 dicembre 2000,

derivato da tecnologie militari Israeliane, rappresenta un'altra opportunità di utilizzo di immagini ad alta risoluzione geometrica, soprattutto per quanto riguarda le **coppie stereoscopiche**.

costellazione di 8 satelliti ad alta risoluzione geometrica Eros

Eros

Caratteristiche del sensore Eros PAN

Risoluzione spettrale	1 banda (0.5-0.90 μ m)
Risoluzione geometrica	1.8 m (A1 e A2), 0.82 (B1-B6)
Risoluzione radiometrica	12 bit (A), 8 bit (B1), 11 bit (B2-B6)
Abbracciamento	12.5x12.5 km (A) 16x16 (B)

Caratteristiche del sensore Eros XS

Risoluzione spettrale	4 bande (0.45-0.52, 0.52-0.60, 0.625-0.695, 0.76-0.9 μ m)
Risoluzione geometrica	<1 m
Risoluzione radiometrica	11 bit
Abbracciamento	16x16 km

Potenzialità dei dati acquisiti

I dati acquisiti dai nuovi sensori si prestano a molteplici applicazioni

- applicazioni fotogrammetriche classiche (restituzione per la realizzazione di **cartografia numerica**)
- prodotti non vettoriali a minore precisione quali **fotopiani** e **ortofotopiani** da utilizzarsi per l'aggiornamento cartografico e per la costituzione di basi geometriche semplificate in SIT e per l'estrazione di temi basati sulla **feature extraction** e sulle **caratteristiche tessiturali** delle immagini stesse.
- realizzazione di **Modelli Digitali del Terreno** (DTM) speditivi, di alta risoluzione e precisione

Sara' poi possibile produrre **mappe tematiche** da immagini multi, super e iperspettrali senza i limiti posti da medio-basse risoluzione geometriche.

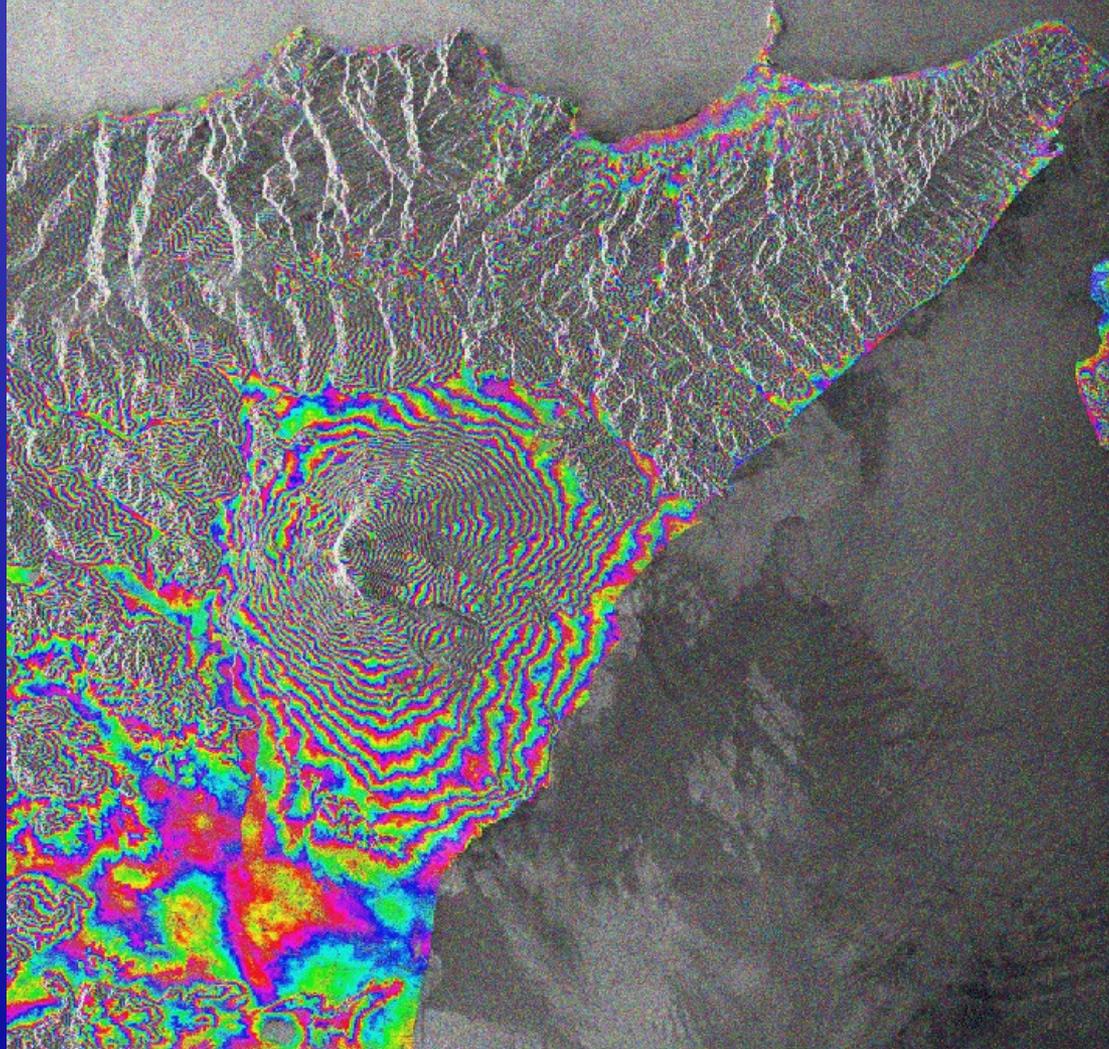
Interferometria radar

Lo scopo del SAR e' fornire immagini elettromagnetiche (a frequenze comprese tra 500MHz e 10GHZ) della superficie terrestre con risoluzione spaziale di qualche metro.

- tale sistema di telerilevamento dallo spazio rispetto ai più noti sistemi ottici ha la possibilità di osservazione continua sia di giorno che di notte (essendo un sistema attivo) e anche in presenza di copertura nuvolosa.

- le immagini SAR sono caratterizzate da un'ampiezza e da una fase.

la fase dei dati consente al SAR di essere uno strumento molto utile per generare mappe digitali di elevazione del terreno con precisione di qualche metro e, soprattutto, di essere uno strumento unico per fornire misure di deformazioni crostali di vaste aree (centinaia di chilometri quadrati) con precisione centimetrica e con elevata densita' (una misura ogni poche decine di metri a terra).



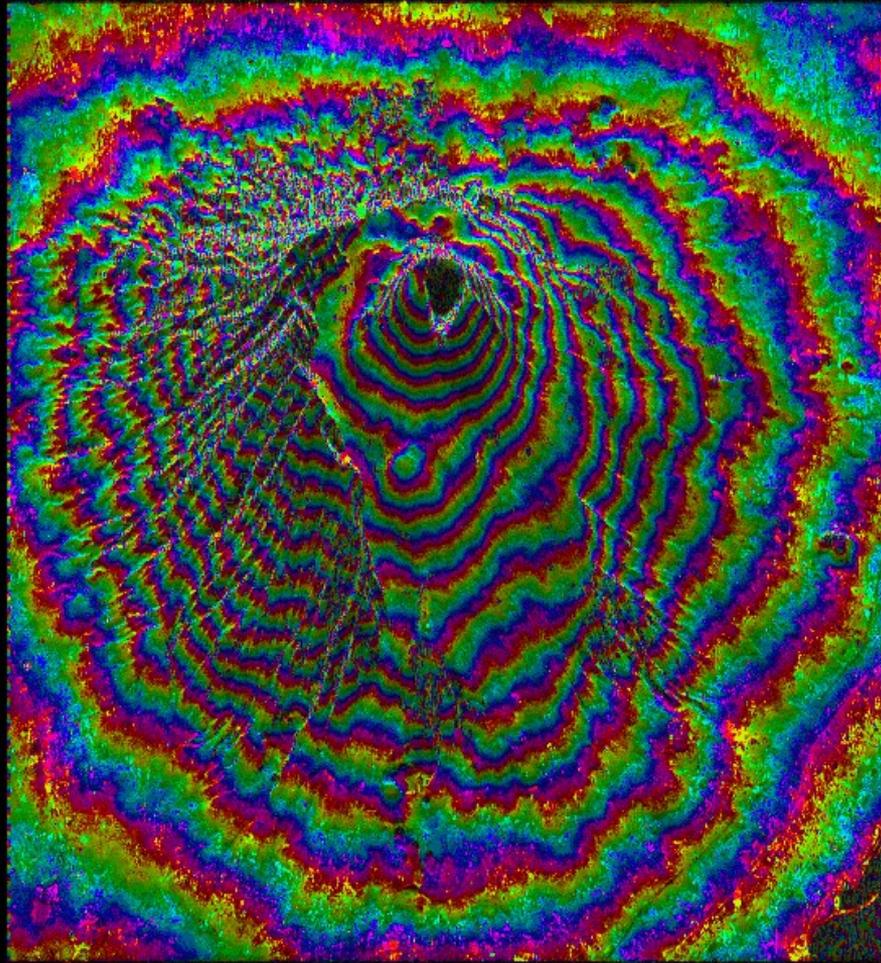
SAR ERS-1 image East Sicily (Italy) with Etna Volcano.

Interferometric phase is represented in colours and follows with precision the contour lines

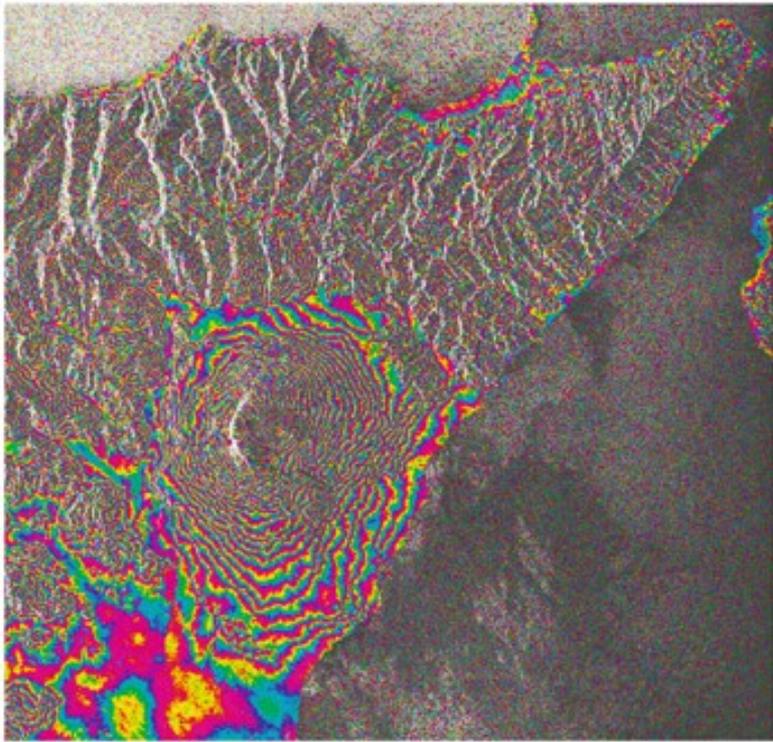
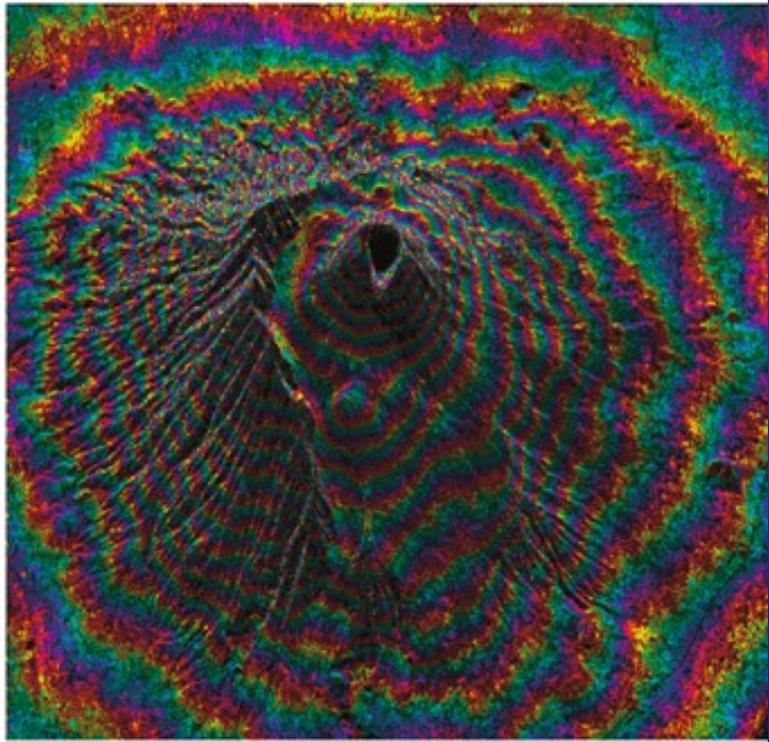
The baseline is of about 110 m

Interferometric phase has been obtained as difference of 2 ERS-1 ed ERS-2 acquisitions of 5 and 6 Settember 1995.

Mt. Vesuvius - SAR INTERFEROGRAM - Bn = 135 m



**Figure 3 - Image SAR ERS-1 Vesuvio Volcano (Napoli), Italy.
Interferometric phase is represented in colours and follows with precision the contour lines.
The baseline is of about 135 m**

a**b****c**

Radar interferometry

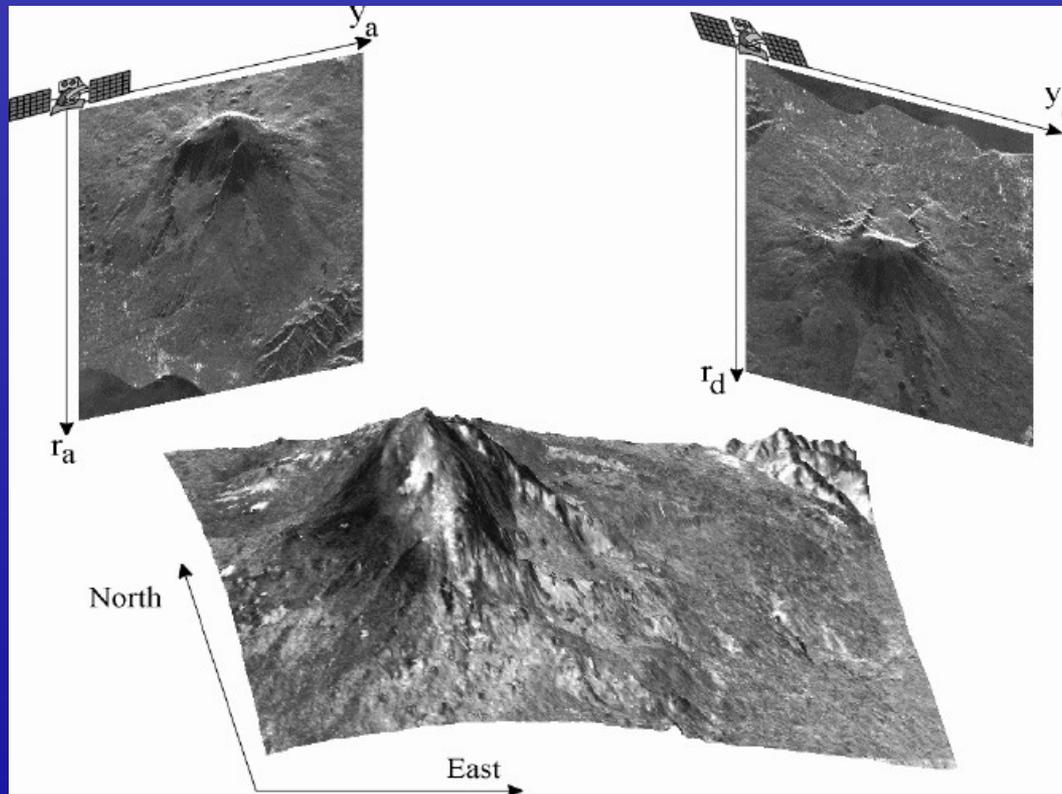
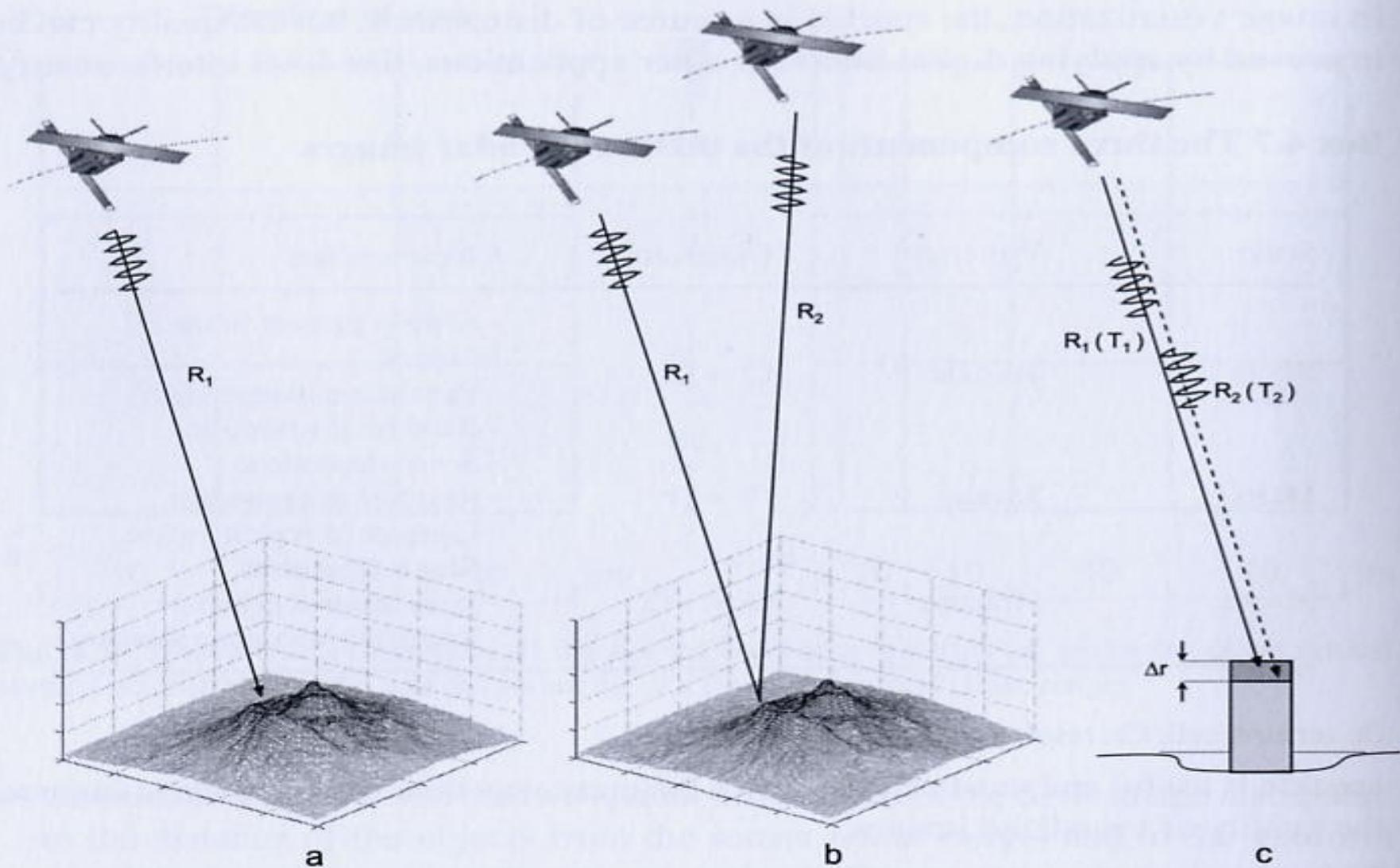


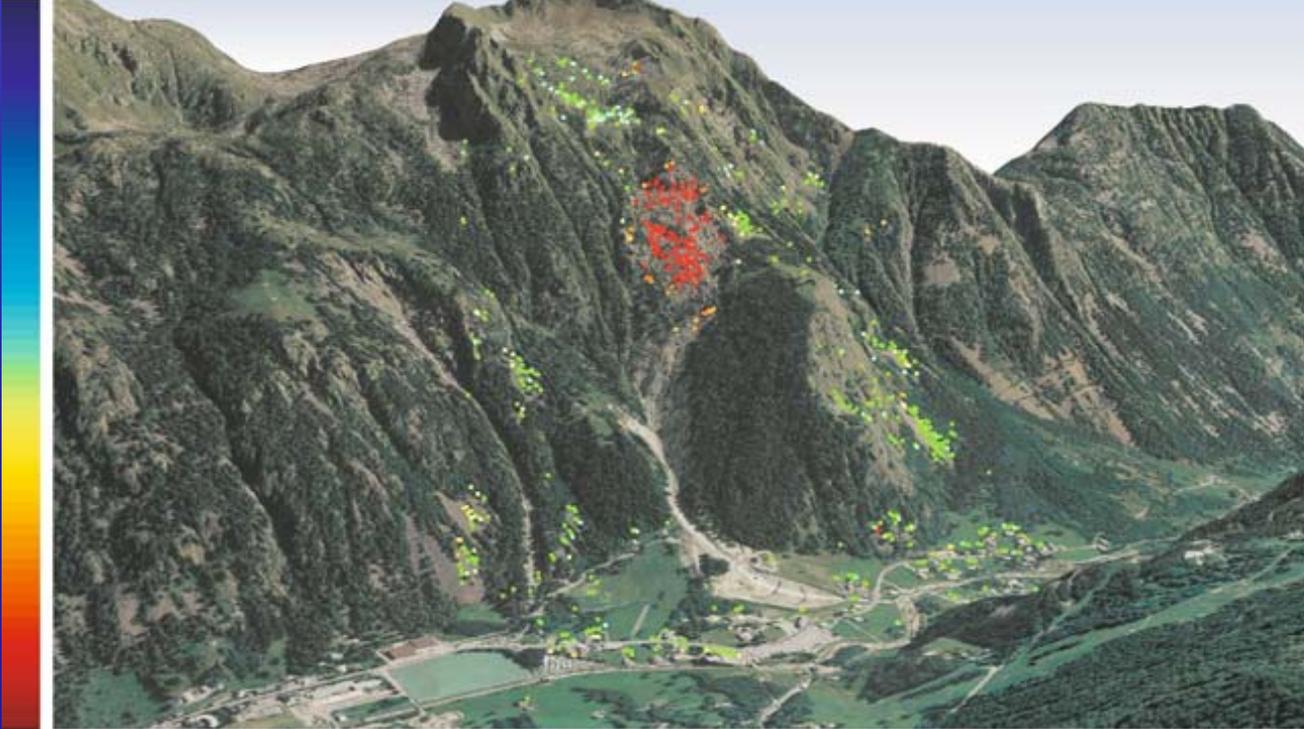
Figure 4 - Numeric map of elevation obtained using 7 pairs ascendent of ERS-1 and ERS-2 images and 3 descendent Etna volcano, Sicily, Italy.



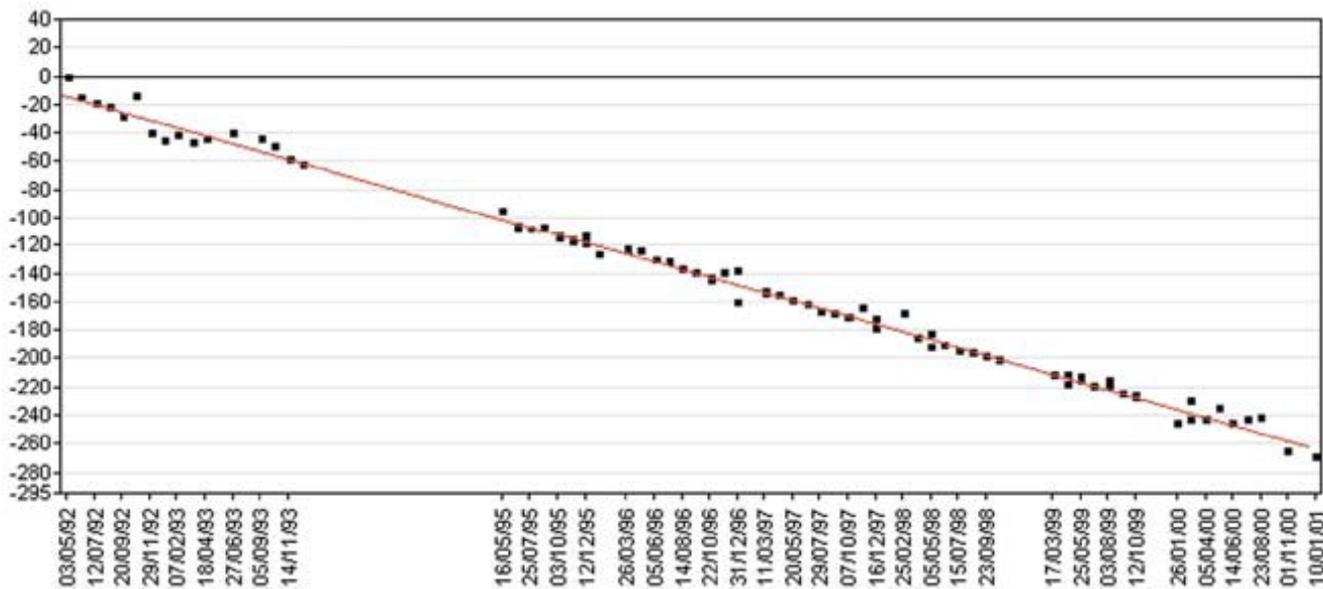
a: acquisizione orbita radar

b: acquisizione di un oggetto da 2 orbite diverse in tempi diversi (InSAR)

c: acquisizione di un oggetto da 2 orbite identiche in tempi diversi PS: Permanent Scatterer)



Radar technology: Permanent Scatterers



Conclusioni e sviluppi futuri

La disponibilità di nuovi sensori, e quindi di nuove immagini, impongono un **ripensamento sulle basi teoriche e pratico-operative**.

Non più quindi un approccio limitato alla specificità dei campi operativi di interesse, ma una **sinergia di conoscenze** che sfociano, come sintesi, nella **geomatica** complesso di discipline, sistemi e tecniche che studiano il territorio.

Conclusioni e sviluppi futuri

- le immagini acquisite dai nuovi sensori hanno enormi potenzialità
- **laser scanning**: ricostruzione di DTM
- **fotogrammetria**: determinazione delle geometria della presa e dei parametri di orientamento di immagini satellitari ad alta risoluzione geometrica (Fritsch, Stallmann, 2000),
- implementazione di nuovi algoritmi in grado di affrontare differenti geometrie di presa per immagini acquisite da camere fotogrammetriche digitali.
- **telerilevamento**: verso la generazione di cartografia di base, quindi non più solamente l'estrazione di temi, che implica un approfondimento e un'implementazione delle tecniche ormai classiche di fotogrammetria digitale.

Mario A. Gomarasca
Basics of Geomatics

This volume presents a comprehensive and complete treatment. In a systematic way the complex topics and techniques are covered that can be assembled under Geospatial Information namely, Geodesy, Cartography, Photogrammetry, Remote Sensing, Informatics, Acquisition Systems, Global Positioning Systems, Digital Image Processing, Geographic Information Systems, Decision Support Systems, and WebGIS. It describes in detail and at an accessible level – too much math has been avoided - the state of current knowledge. Per chapter a detailed bibliography has been included.

As such, it will serve as a working tool not only to geoscientists and geographers but also to engineers, architects, computer scientists, urban planners, specialists in GIS, remote sensing, forestry, agricultural science, soil science geometry, environmental scientists and managers. Applications can be found in security, risk management, monitoring, info-mobility, geo-positioning, food traceability, etc.

From the Reviews:

“The book is rigorous and synthetic, describing with precision the main instruments and methods connected to the multiple techniques today available. The objective pursued is to publish an integrated text, containing simple and comprehensible concepts relevant to experts in Geo-spatial Information.”

S. Dequal, Professor of Topography and Photogrammetry, DITAG, Polytechnic of Turin, Italy

“This book fills a void of telling and showing the reader how remote sensing as a part of geomatics really works. With a clearly presented historical review up to the present time, the author illustrates the basic theories and use of the different remote sensing sensors and how to analyze the data from them for their application. The author has had many years of experience in the analysis of remote sensing data and one can feel the confidence that he has as in presenting the material. This book would be a complement to the standard remote sensing books and I would highly recommend it for all land oriented professionals and especially graduate students who need a clear explanation of how remote sensing works. For anyone who uses remote sensing data as related to land analysis and survey, this book should be part of their library.”

Chris J. Johannsen, Professor Emeritus of Agronomy, Department of Agronomy, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA

ISBN 978-1-4020-9013-4



springer.com



Basics of Geomatics

Gomarasca

Mario A. Gomarasca



Basics of Geomatics

 Springer