



10 anni di COSMO-SkyMed : passato, presente, futuro

COSMO-SkyMed

Tecnologie, Sistema ed

Avviamento della Seconda Generazione

A cura di Francesco CALTAGIRONE

Componente del Comitato Tecnico Scientifico CESMA,

già Responsabile Tecnico ASI del Programma COSMO-SkyMed e Capo Programma ASI della Seconda Generazione

CESMA – Roma 21 Maggio 2019



IL CONTESTO

Domanda di “**Sicurezza**” su “**Scala Globale**” :

Condizioni di Vita Senza Preoccupazione

Ciò implica che l’**Autorità Governativa** (sia civile che militare) abbia capacità di:

- **Prevenzione**;
- **Gestione** (coordinata, integrata e sinergica tra i vari attori);

delle **situazioni di crisi**.

Le **Infrastrutture Spaziali** utilizzando **Satelliti, Reti e Centri di Controllo con Tecnologie** che offrono a tutti gli attori governativi coinvolti (sia civili che militari) la necessaria:

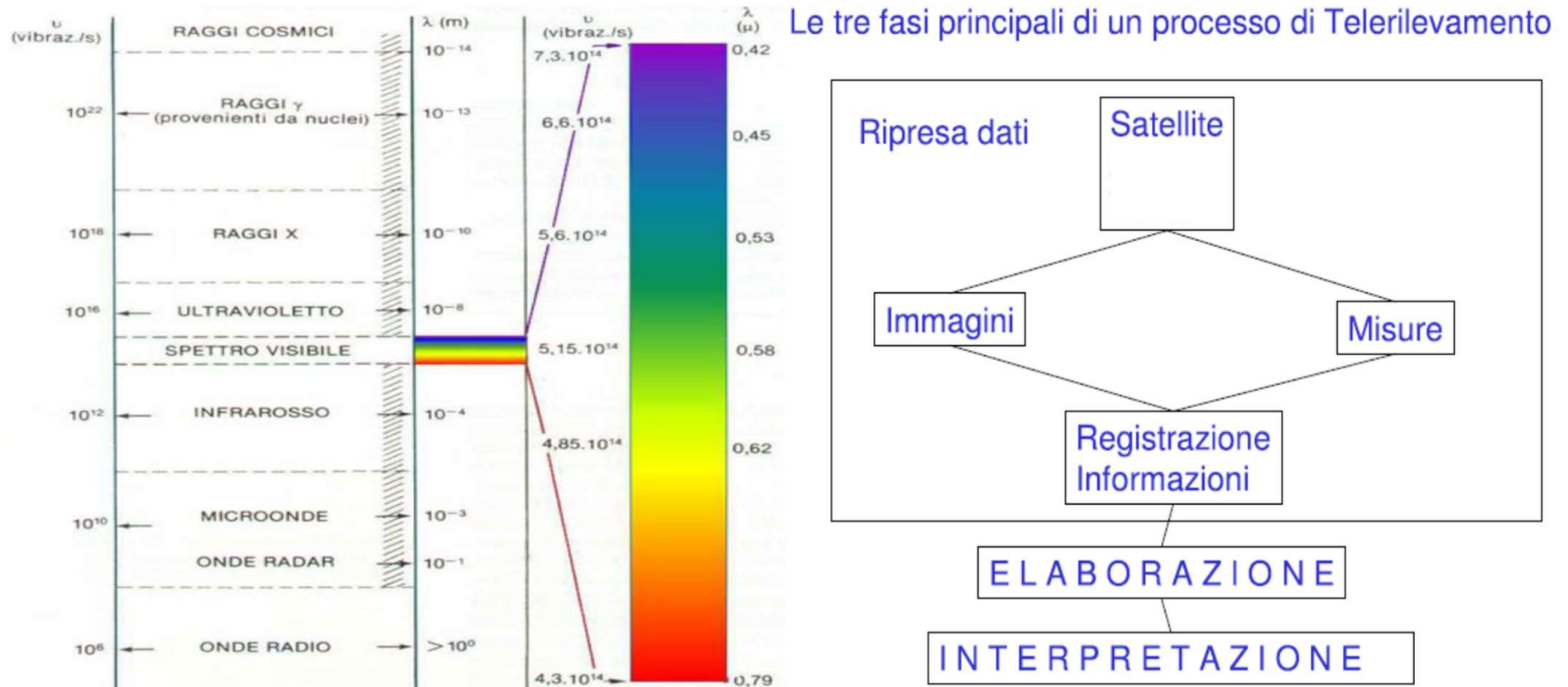
Confidenzialità, Disponibilità ed Integrità

per le loro caratteristiche peculiari (accessibilità, continuità, discrezione, etc.) costituiscono una **Componente Essenziale** per permettere alle autorità governative di offrire “**Sicurezza**” ai propri concittadini.



OSSERVARE LA TERRA DALLO SPAZIO

Osservare la Terra dallo Spazio (**telerilevamento**) implica l'uso di tecniche che estendono la capacità percettiva dell'occhio umano e permettono di ricavare informazioni, qualitative e quantitative, sull'ambiente e su oggetti posti a distanza da un sensore mediante misure di radiazione elettromagnetica (**emessa, riflessa o trasmessa**) che interagisce con le superfici fisiche di interesse.





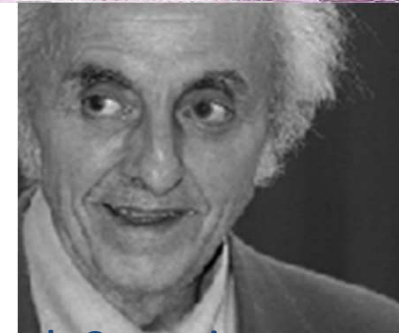
Osservazione della TERRA dallo SPAZIO

Negli anni immediatamente successivi grandi passi sono stati compiuti in ambito Americano nel campo del Telerilevamento Satellitare **RADAR** con lo svolgimento delle missioni NASA. Alla missione SIR-C/X-SAR ha partecipato l'ASI:

1. SEASAT (1978)



2 SIR-C / X-SAR (1994)



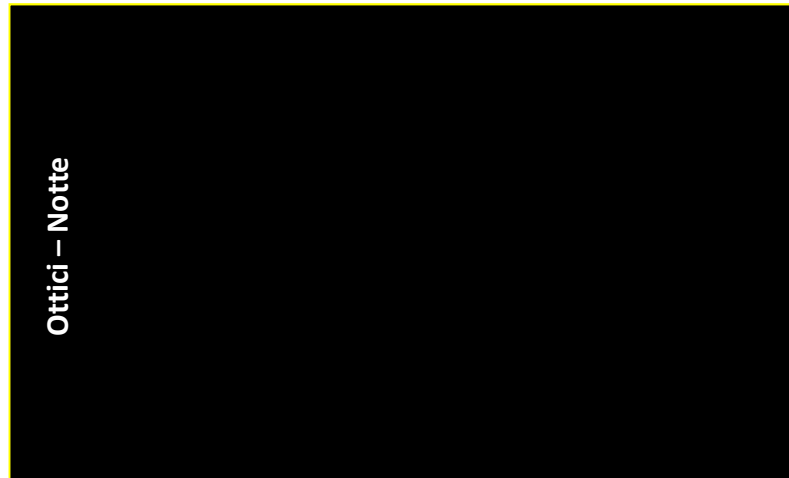


Perché COSMO SkyMed ?

- ❑ Per assumere appropriate **decisioni** in un contesto operativo strategico e su base globale;
- ❑ Per costruire e mantenere un sistema informativo aggiornato ed accurato (**dati, modelli, valutazioni**, etc.)
- ❑ Osservazione Satellitare (**IMINT**) per:
 - ❖ **Realizzare coperture globali;**
 - ❖ **Offrire opzioni in termini di:**
 - **Risoluzione e Campo di Vista**
 - **Accuratezza**
 - **Tempi di Rivisita/Tempi di Risposta**



Perché RADAR ?





Perché RADAR ?

- I Satelliti con sensori Ottici nel visibile rendono disponibili «Immagini Familiari» della scena osservata, ma con scarse informazioni di dettaglio
- I Satelliti con sensori RADAR rendono disponibili «Immagini non Familiari» della scena osservata, ma con flessibilità di ripresa e preziose informazioni di dettaglio





Tecnologia RADAR

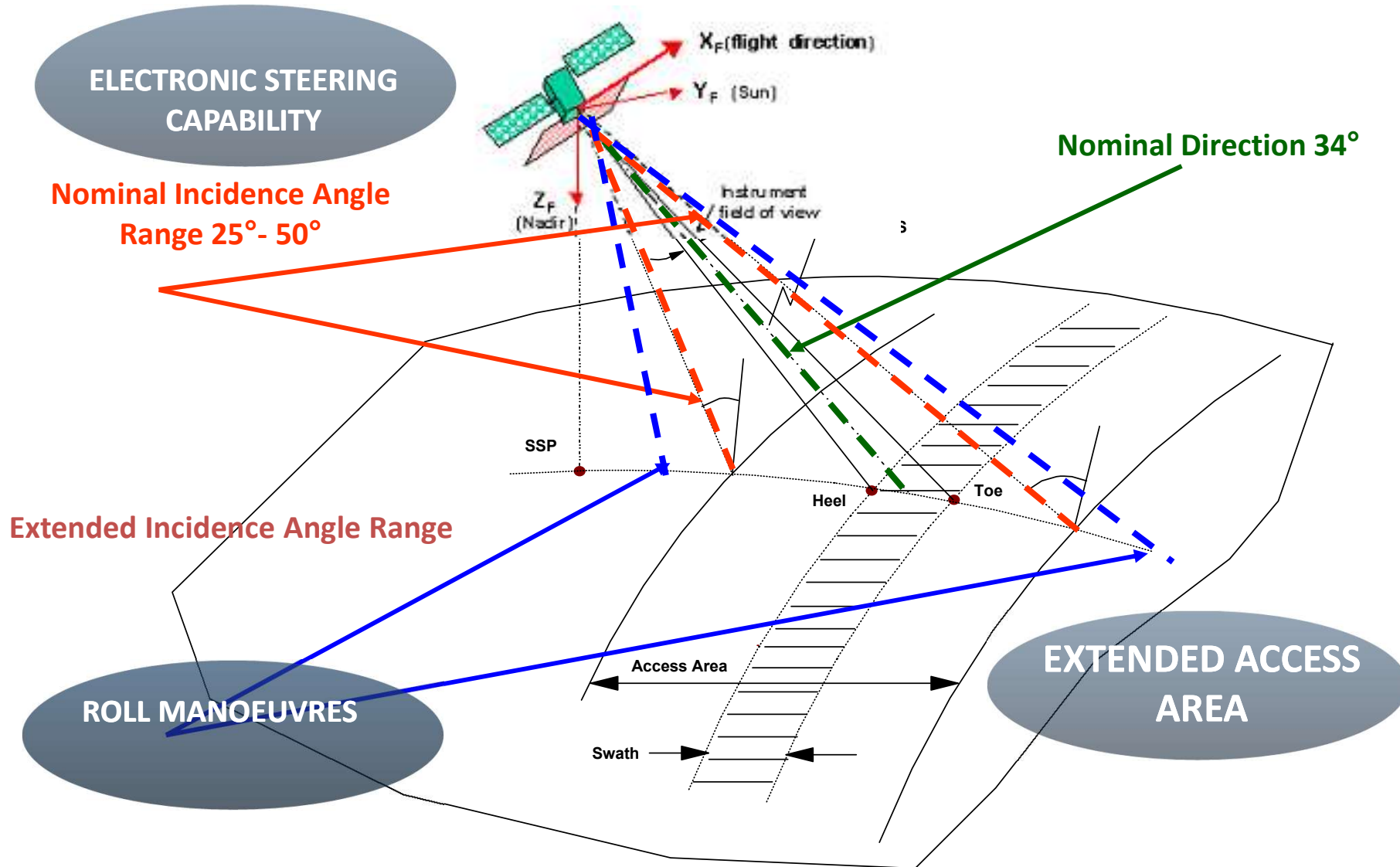
(SAR) Synthetic Aperture Radar

Radar ad Apertura Sintetica

- Sfrutta l'apertura (sintetica) dell'antenna in movimento sul satellite (7Km/sec);
- Da una dimensione finita si realizza una apertura di antenna di dimensioni molto maggiori (dell'ordine dei Km)



Geometria d'Acquisizione SAR

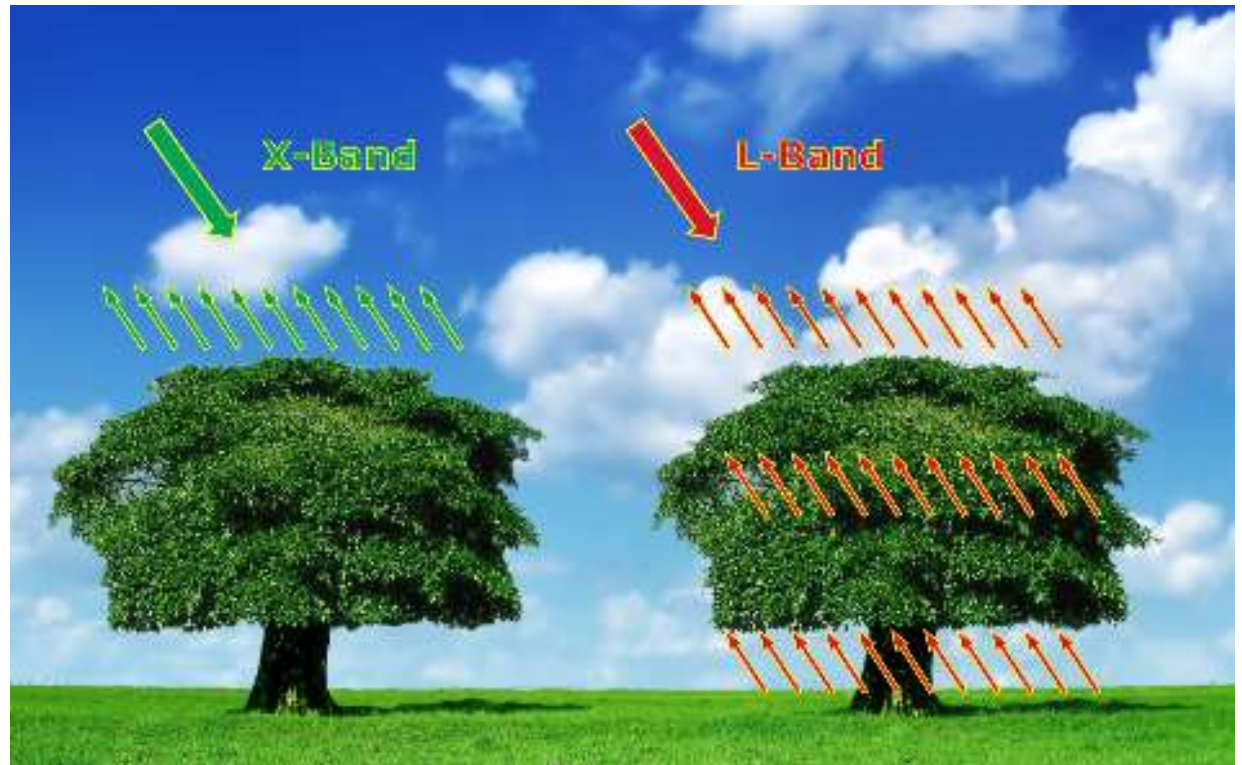




RADAR con Frequenze Diverse

Quando un un'onda elettromagnetica illumina una scena (bersaglio) con diverse frequenze (ad esempio a 1 GHz (come i forni a microonde) o 10 GHz), la porzione di energia riflessa (eco) è fortemente influenzata dalla composizione degli elementi riflettenti, dalla loro posizione reciproca, etc.

Queste caratteristiche sono, quindi, misurabili e utilizzabili per l'osservazione e l'analisi delle scene.



SIASGE è una Missione SAR in Banda L e X, Co-gestita da Italia e Argentina

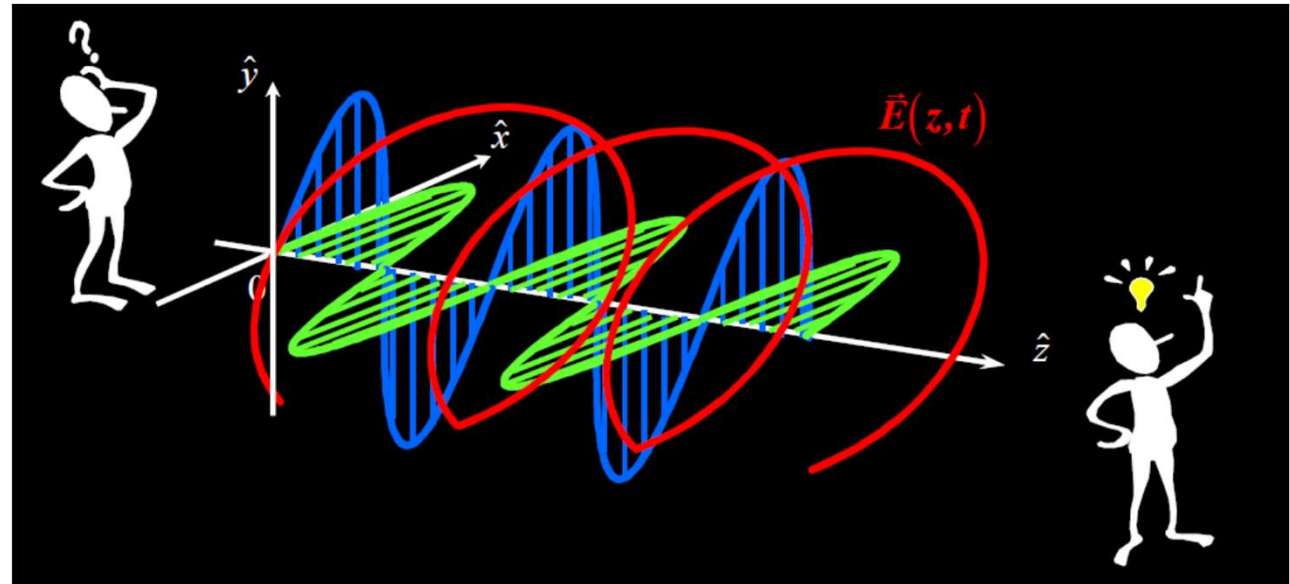
- Integrata con COSMO-SkyMed
- Fornisce informazioni complementari (e.g. scoperta attraverso il fogliame) e una rivisita aggiuntiva sullo stesso oggetto (medesima orbita)



RADAR Polarimetrico

Quando un un'onda elettromagnetica polarizzata illumina una scena (bersaglio), la porzione di energia riflessa (eco) è fortemente influenzata dalla sua **composizione, forma, orientamento**, et cetera.

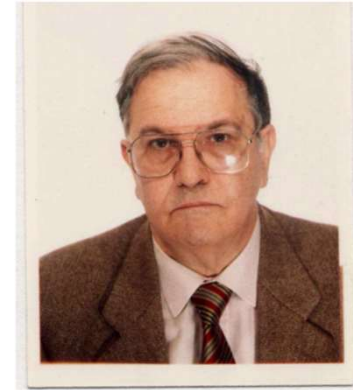
Queste **caratteristiche** sono, quindi, **misurabili** e associabili alle scene osservate, permettendone, addirittura, il **riconoscimento**.





Il sistema COSMO - SkyMed

Dagli inizi degli anni novanta le costellazioni di satelliti mono payload erano state al centro delle speculazioni dell'Ing. Giorgio Perrotta.



Un Programma fu avviato dall'ASI nel 1996 ed a tale programma, a partire dal 1999, ha aderito anche la Difesa Italiana (SAR 2000) con consolidamento dal 2001.

COSMO – SkyMed è stato inserito nel Piano Spaziale Nazionale 2003-2005 come «Infrastruttura Duale di Osservazione della Terra» dedicata alla gestione dei Disastri Naturali e della Sicurezza Nazionale con l'obiettivo di:

migliorare la conoscenza del pianeta Terra, dei relativi fenomeni naturali e/o antropici, la qualità della vita ed il livello di sicurezza dei cittadini



Dual Use Needs

Civilian

- ❖ Several Disciplines:
Agriculture, Forest, Geology, Environment, Cartography
- ❖ Open and Accessible System

**DUAL
SYSTEM**

Defense

- Priorities Management
- Confidentiality and Integrity
- Protected System

Common

- Wide information collection (Database)
- Flexibility
 - ✓ Multi-mode operation (variety of sizes and resolutions)
 - ✓ Agility (reconfiguration and multiple acquisitions on a theater)
- High Reactivity
 - ✓ Response / Revisit Time
- Availability & Sustainability of Services



Dualità del Sistema COSMO - SkyMed

Un certo numero di principi devono essere stabiliti ed un certo numero regole devono essere messe in atto per disciplinare l'utilizzo del sistema in un duplice ambiente (militare e civile):

- **Integrità, Confidenzialità, Disponibilità**
- **Interfaccia con diverse classi di Utenti**
 1. *Utenti ad alta priorità*
 2. *Utenti standard*
- **Coordinamento integrato e centro di pianificazione per la gestione dei conflitti**
- **Sicurezza della comunicazione (crittografia dei dati)**
Gestione e distribuzione sicura dei prodotti
Accesso limitato al programma delle attività

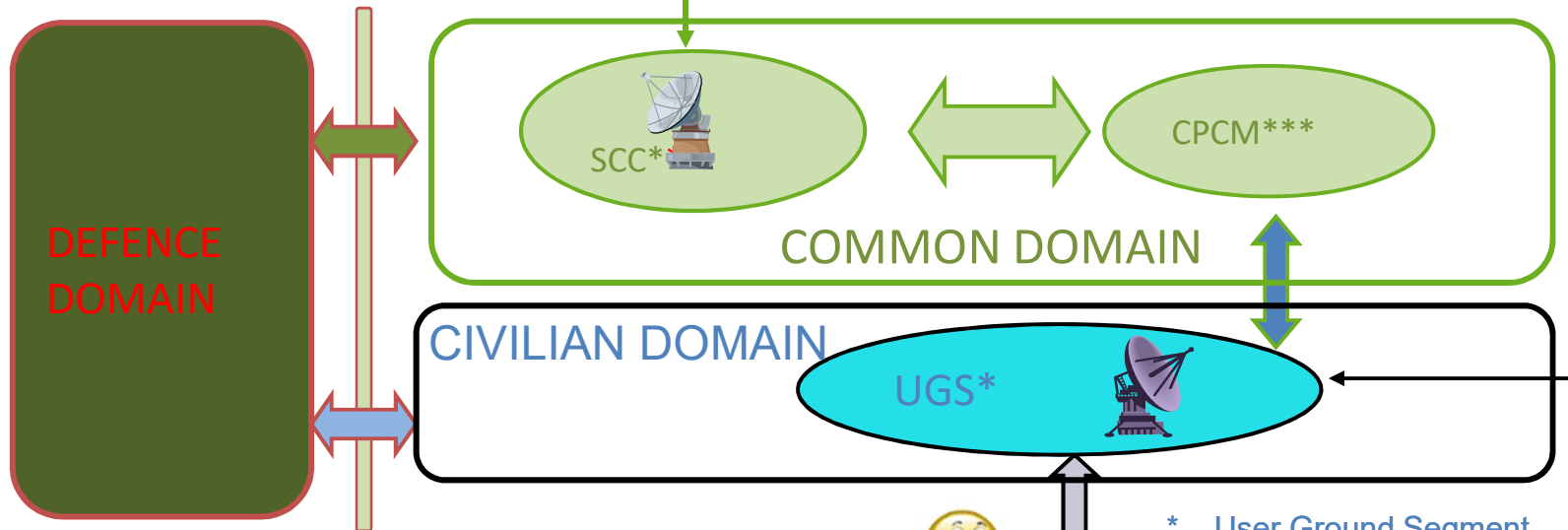


The System Concept

Space Segment



Ground Segment



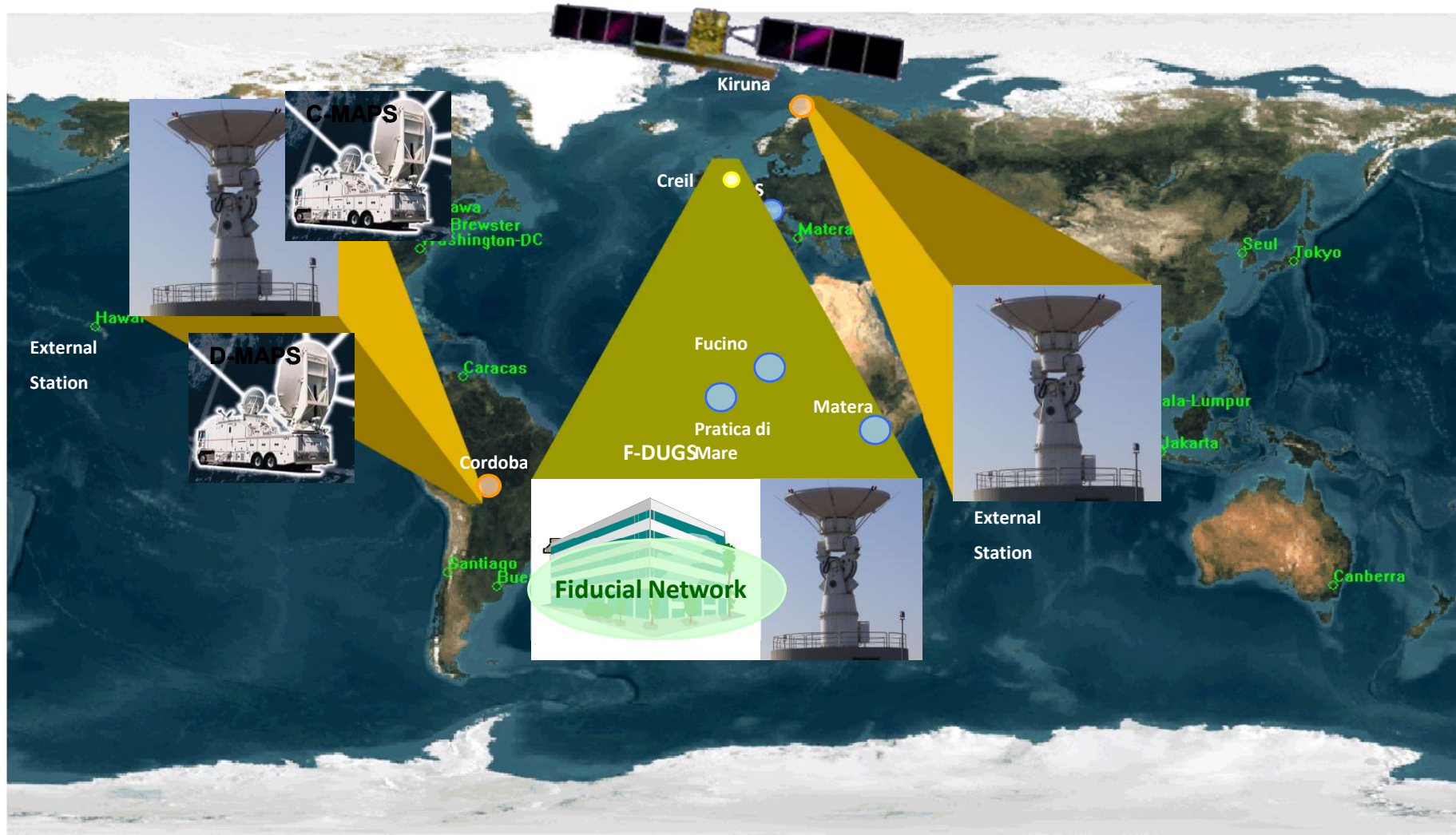
USER



- * User Ground Segment
- ** Satellite Control Centre
- *** Planning Centre and Mission Control



The COSMO - SkyMed Architecture Geographical Distribution

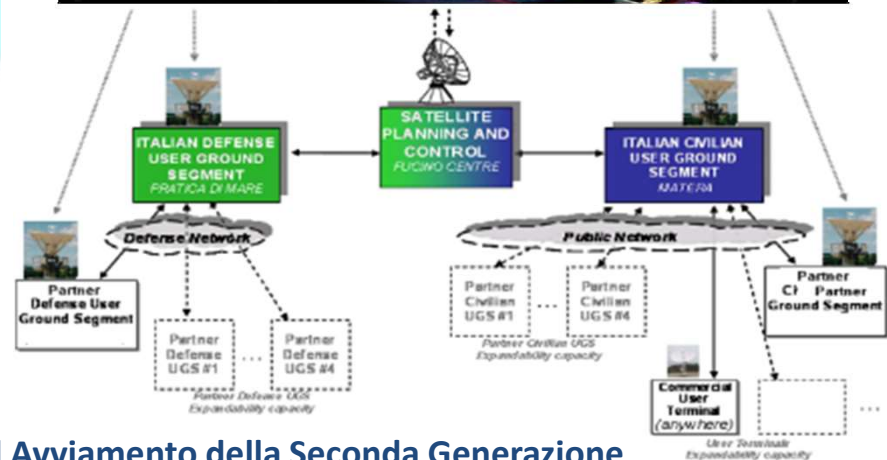




Il sistema COSMO - SkyMed

❑ COSTELLAZIONE DI 4 SATELLITI SAR

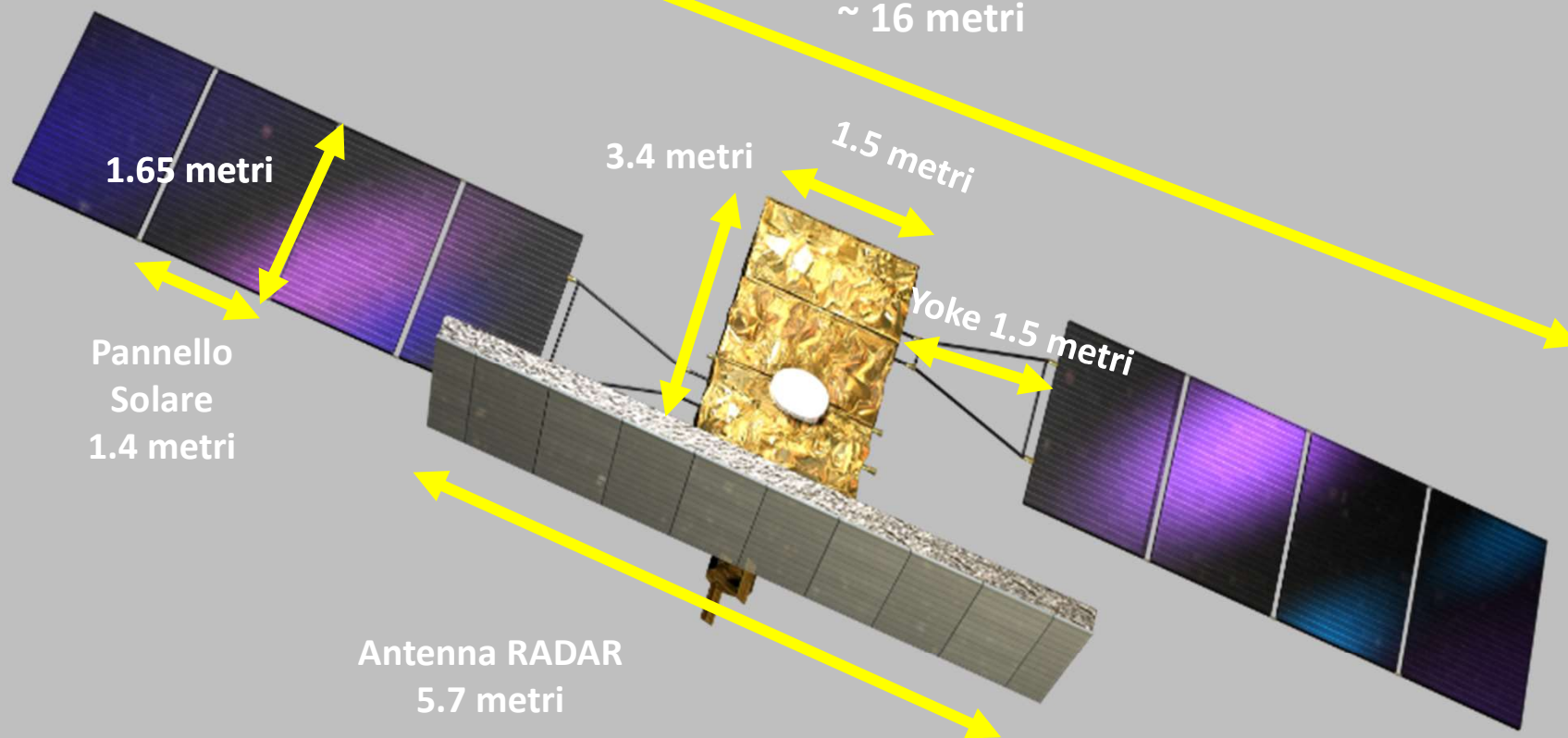
- ❑ **SENSORE BANDA X** (9.6 GHz)
- ❑ **LARGHEZZA DI BANDA** 400 MHz
- ❑ **ALTEZZA** ~ 620 Km
- ❑ **ORBIT** Eliosincrono
- ❑ **INCLINAZIONE** ~ 98°
- ❑ **PERIODO ORBITALE** ~ 97 m
- ❑ **VELOCITA' SATELLITE** 7 Km/sec





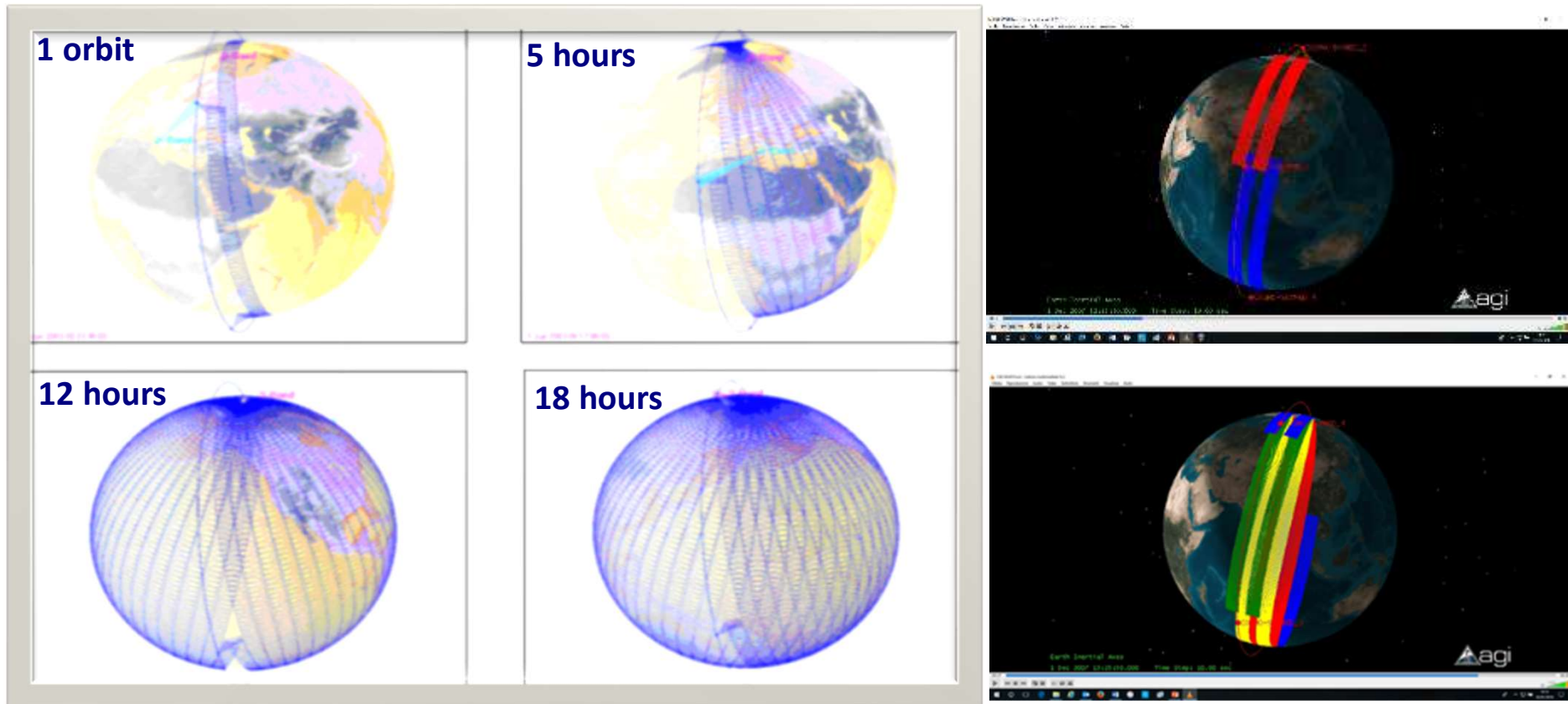
Satellite

PESO
~ 2 Tonnellate



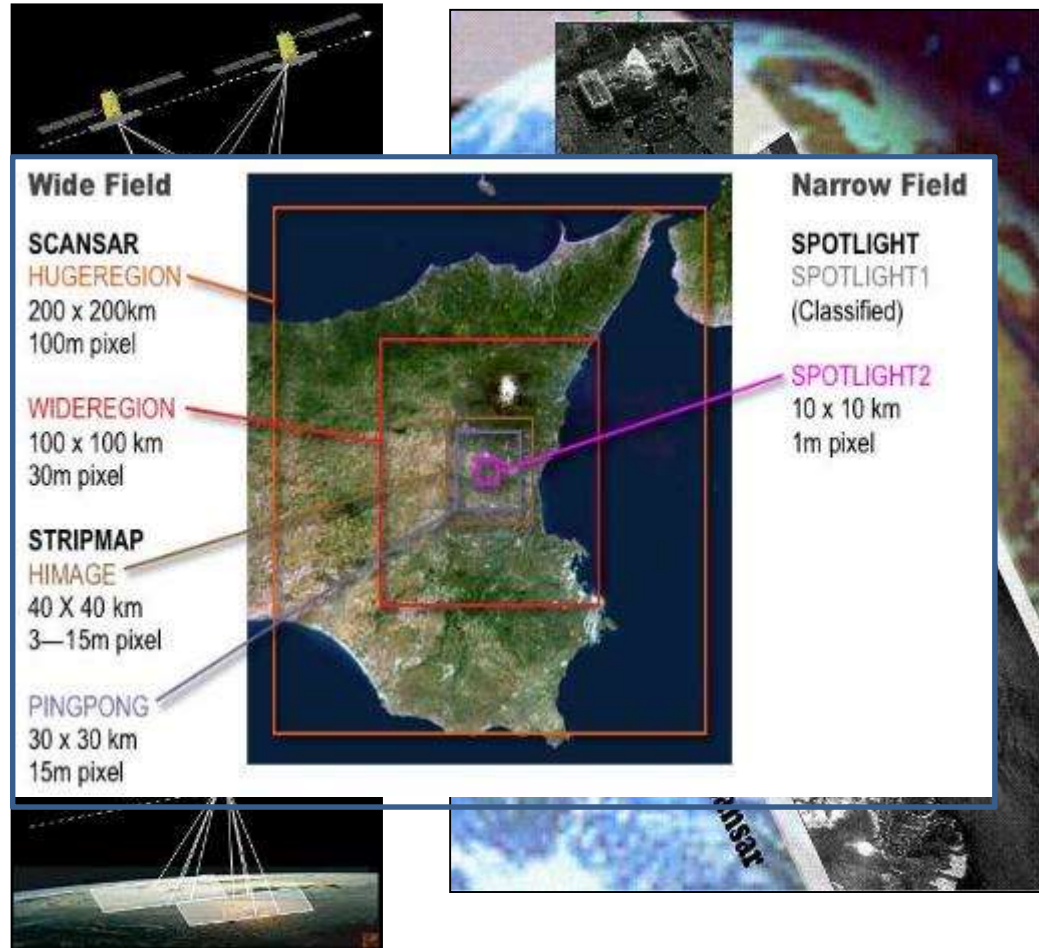
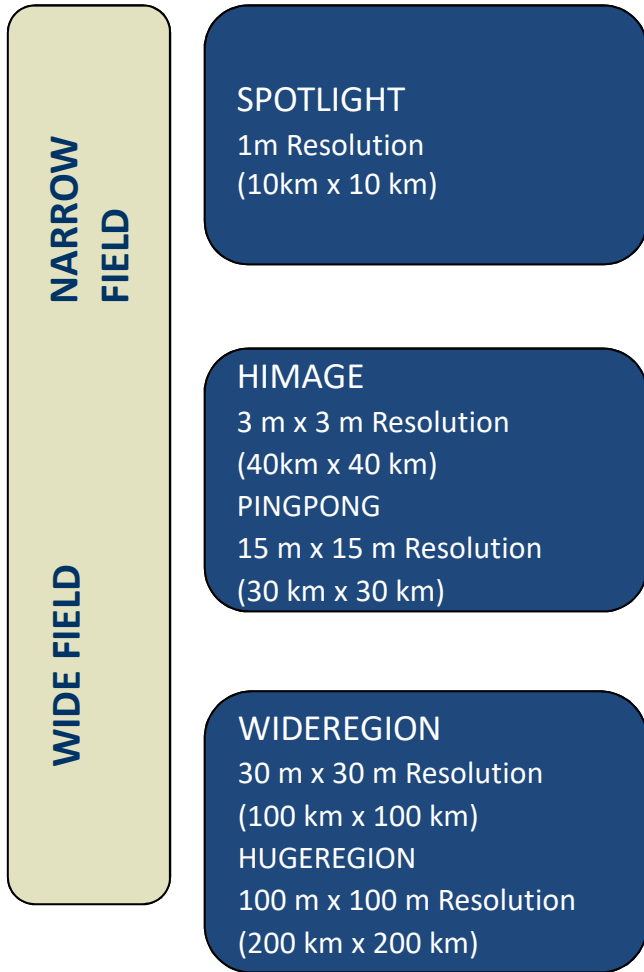


Mappatura Radar della Terra





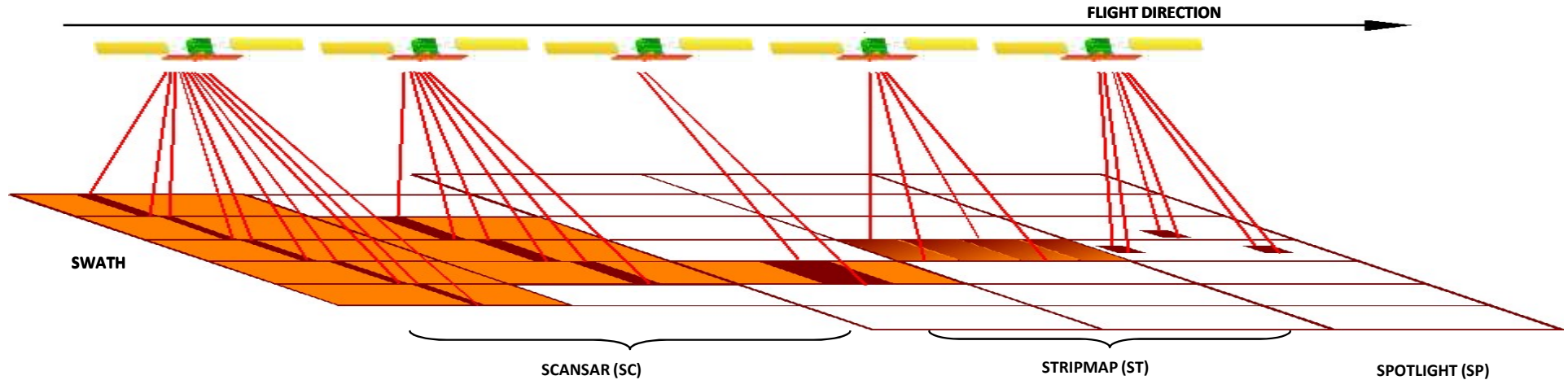
MULTI-MODE ACQUISITION CAPABILITY





MULTI-MODE ACQUISITION CAPABILITY

Dalla scoperta alla Classificazione/Ricognizione

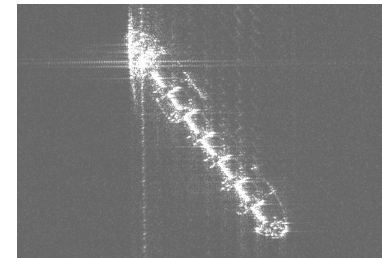
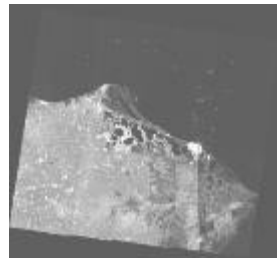
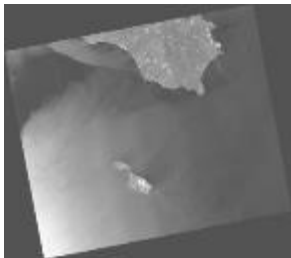


Scansar Huge Region
200x200 Km R. 100 m

Scansar Wide Region
100x100 Km R. 30 m

Stripmap
40x40 Km Himage R. 3 m

Spotlight
10x10 Km R. 1m



Scoperta

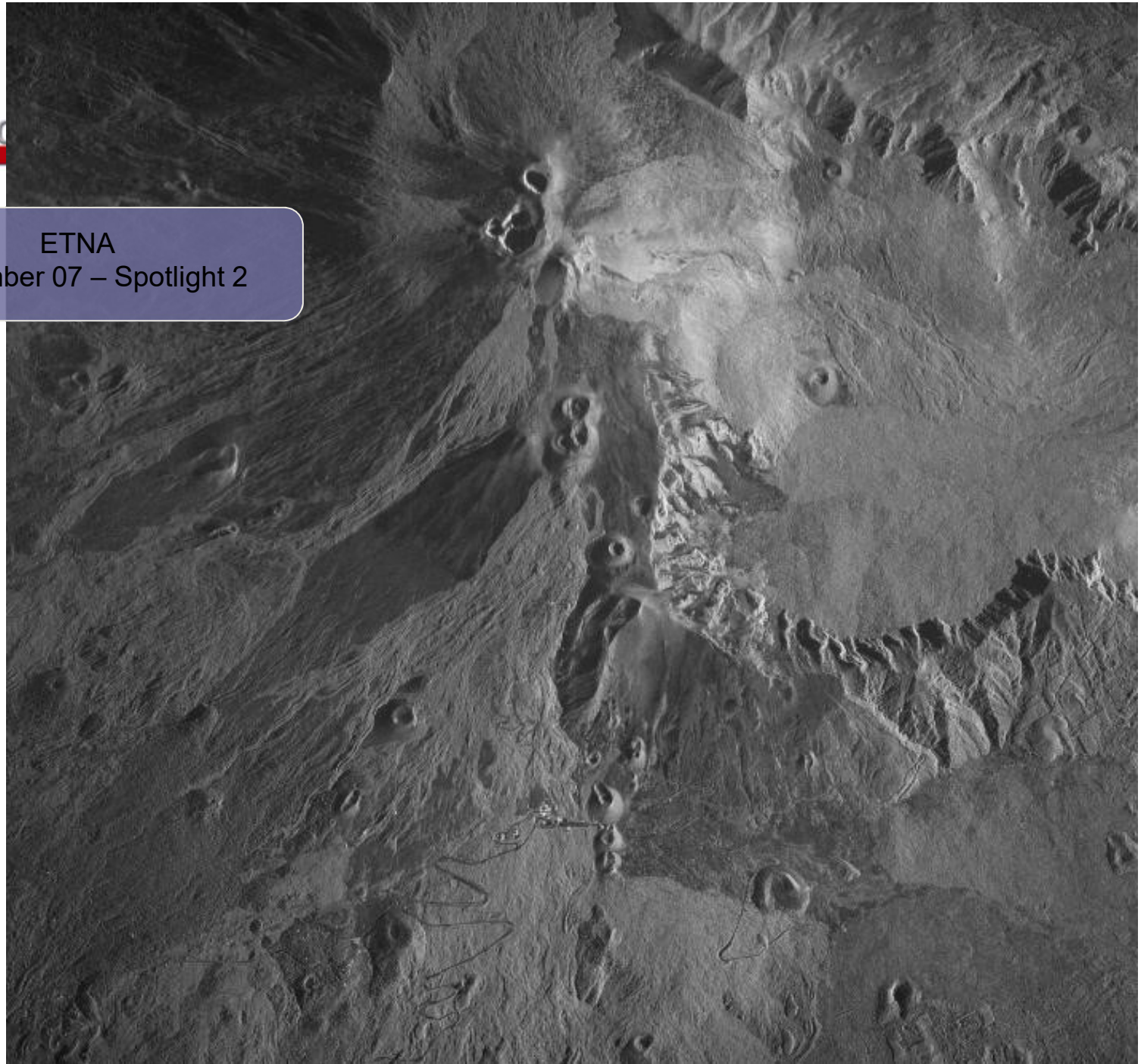
Classificazione

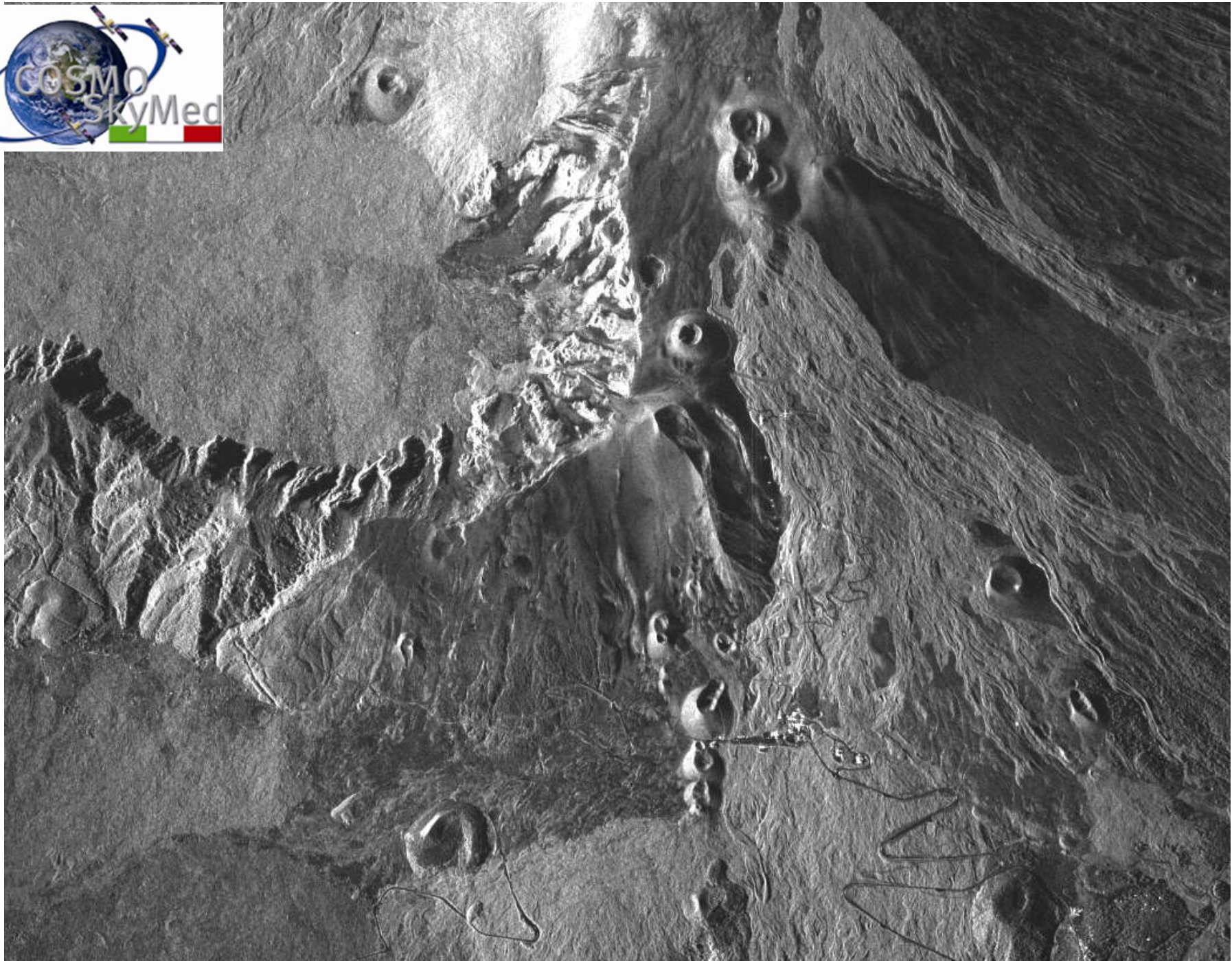
Ricognizione

COSMO-SkyMed: Tecnologie, Sistema ed Avviamento della Seconda Generazione



ETNA
September 07 – Spotlight 2









RICERCA ED INNOVAZIONE TECNOLOGICA DI PROGETTO (R & IT)

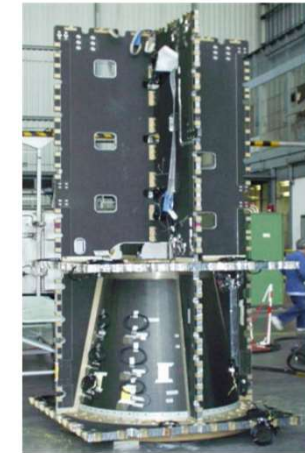
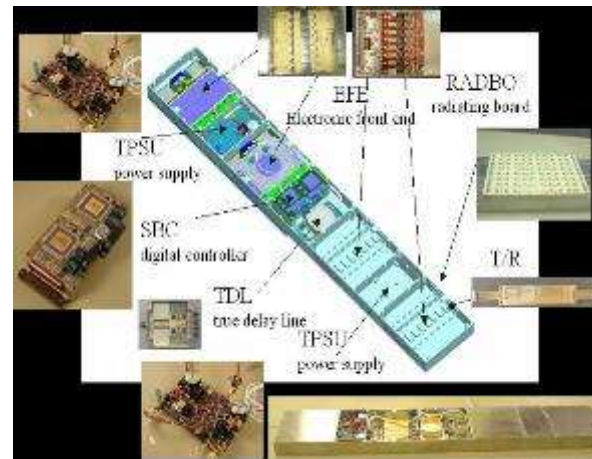
SVILUPPO DEL SENSORE RADAR

METODOLOGIE DI PROGETTO
E DI VALUTAZIONE DEL SISTEMA

METODOLOGIE DI GESTIONE

SPECIFICITA' DERIVANTI
DAI REQUISITI DUALI

PRODOTTI FORNITI



SVILUPPO DI TECNOLOGIE ABILITANTI A CARATTERE MULTISETTORIALE



cosMO-SkyMed Seconda Generazione

CSG è la missione studiata e finanziata per assicurare:

- **La continuità operativa** dei servizi di osservazione RADAR dallo spazio al momento forniti da COSMO-SkyMed (CSK);
- **L'innovazione nel campo delle tecnologie spaziali e RADAR, con un drastico miglioramento delle prestazioni del servizio** di osservazione RADAR e della competitività del comparto industriale nazionale
- **L'Ampliamento e il Consolidamento della Leadership Italiana a livello mondiale nel settore strategico dell'osservazione della Terra**, nei sistemi e tecnologie spaziali “Dual Use” consolidati in COSMO-SkyMed, nel know-how dell'industria spaziale nazionale e indotto in settori all'avanguardia, quali: micro-elettronica, meccanica fine, software, ingegneria dei sistemi .

CSG, come missione erede di CSK:

- **Costituirà un sistema unico incorporando e gestendo i satelliti CSK residui;**
- **Attuerà, senza soluzione di continuità, la transizione tra le due missioni**



cosMO-SkyMed Seconda Generazione

- CSG è stato concepito per mantenere la continuità del servizio attualmente svolto da CSK, offrendo, al contempo, significativi miglioramenti nelle prestazioni e maggiori possibilità applicative.
- Su tali basi, CSG sarà inizialmente composto da due nuovi satelliti, che si aggiungeranno agli attuali satelliti di CSK, e da aggiornamenti del segmento di terra e del supporto logistico integrato necessari a conseguire gli obiettivi sopra menzionati.



CSG MAIN CHARACTERISTICS

○ System Overview

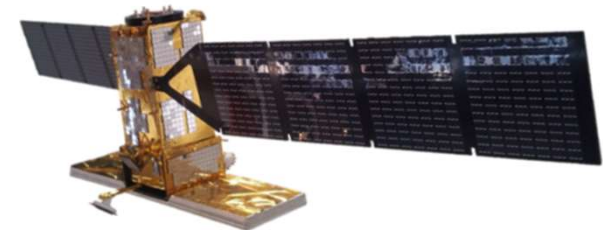
CSG mission designed to achieve:

- RADAR observation from space with anytime global coverage of the earth surface and high level of flexibility «User Driven», in order to satisfy different (and often conflicting) application/operative needs of multiple typologies of users (Military, Institutional and Scientist, Commercial);
- Improvements in the field of the space technologies and Radar, with a drastic enhancement of the performances of the observation Radar service and of the competitiveness of the national industrial compartment.

○ Elements of continuity

CSG, as CSK mission heritage:

- Will build an unique system encompassing and managing residual CSK satellites;
- Will assure CSG-CSK Mission seamless transition





MISSION REQUIREMENT EVOLUTION DURING C PHASE

- **Due to the known issues linked to finding the economic resources for the programme, the C phase has been split in contractual tranches (C1, C2, C3, C4/D1, D2/E1), necessarily causing an extension of the development cycle. Anyway this has allowed to further improve the Mission Requirements by means of:**
 - The reiteration of the nominal process of requirements definition, involving the Civilian/Defence Users Group and the Civilian/Defence Operator Group
 - The continuous process of Concurrent Engineering with CSK
 - New agreements between ASI/AD aimed at improving the system usability by Civilian Users
 - Improvement in the interoperability with other mission and users
 - The exploitation of the widening of the bandwidth for Earth Observation (ITU)

Such process has allowed to define new requirements: about 80 additional requirements have been inserted in the contract in C4/D1 Phase.



MISSION REQUIREMENT EVOLUTION DURING C PHASE

This process involved the technical insight in the following topics:

1. Better characterisation of Mission requirements already present in the contract

1.a Detailed definition of:

- Programming Rights management
- Mission chronology
- Very Urgent e Last Minute Planning Service
- PDHT Through-put

1.a Development of an improved multisensor interface

1.b Requirement evolution as per CSK Lesson Learnt

1.c SAR bandwidth widening and new «non standard» acquisition modes based on SAR and platform agility:

- Spotlight improved resolution thanks to bandwidth widening
- «non-standard» spotlight DI2S multi-swath modes based on SAR agility
- Spotlight «non-standard» modes based on platform agility

2. Further updates of the Mission Requirements

2.a Commercial User Terminal (TBC)

2.b Galileo signal management (TBC)

2.c QuadPol Spotlight modes (TBC)



COSMO-SkyMed Scenario and Perspectives

COSMO-SkyMed constellation started its operational activity in August 2008 with the qualification of the first satellite and completed the deployment in mid 2011 achieving the qualification of the current 4 satellite configuration.

CSG has been conceived to provide operational continuity at least until 2027, starting from 2019 with the launch of the first CSG satellite.





CSG INNOVATION SYNTHESIS

System availability and employment flexibility

CSG allows to optimize the operational effectiveness/quality of the service through:

- Increased satellites' **operational life**
- Adaptive logic for **acquisition plan optimization** to assure the quality of imaging service to heterogeneous communities of users and the efficient and effective use of system resources
- Introduction of new features such as “**Very Urgent services**” and “**areas of crisis**” to fully support Civil Institutional Users’ needs in crisis management operations



CSG INNOVATION SYNTHESIS

Image Quality and Agility

CSG provides improved performances of:

- Spatial resolution (**Ultra-high Resolution: UHR**)
- SAR Agility (acquisition of images with high degree of flexibility in terms **field of sight, spatial resolution, polarization and pointing ability**)
- **Mechanical agility of the platform** (based on technologies developed in Italy)

Expandability e Multi-sensor acquisitions

CSG architecture allows:

- The **integration of other national and international space systems** at User Ground Segment level
- Modular solutions for **access of national users and international partners**



CSG SYSTEM

MAIN IMPROVEMENTS OVER CSK

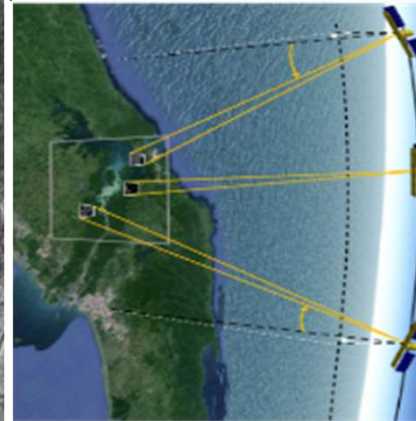
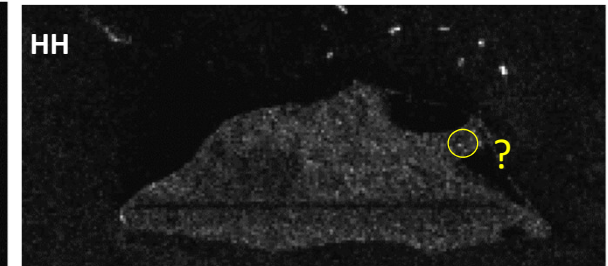
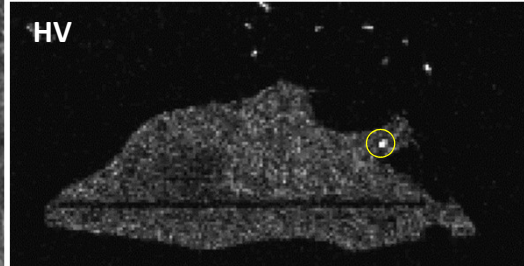
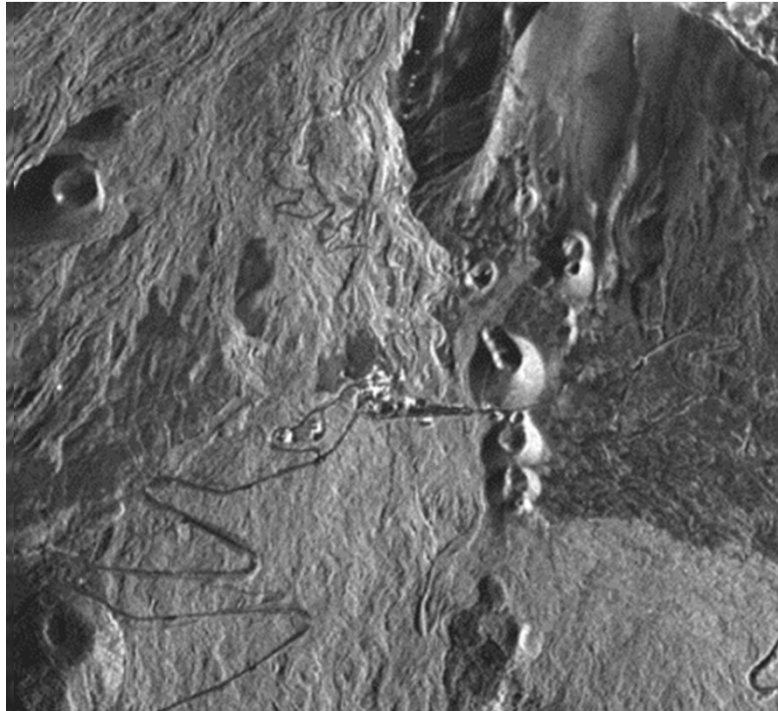
- Enhanced **image quality** and **polarimetry**, new products features and new acquisition modes
- A **mission planner focused on satisfying user requests**, ranked according to their priority
- Improved **users access** to the system
- New or improved **on-demand services** for civil users
- Enhancements dedicated to pre-programmed monitoring (in particular the introduction of the **Italian territory pre-programmed monitoring**)
- Dynamic management of **on-board resources**
- Improvement of **platform performances** (e.g. agility, data handling and transmission)
- Improvement of the **satellite dependability**
- A wider portfolio of **expandability** options and enhanced multi-mission/multi-sensor capabilities



cosMO-SkyMed Seconda Generazione

PRINCIPALI ELEMENTI DI INNOVAZIONE

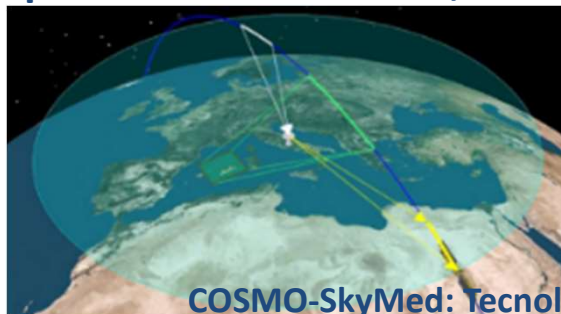
- **Qualità immagini, Contenuto Informativo ed Agilità**
 Bersagli visibili solo in *CROSS POLARIZATION*



CSK Manovre veloci per acquisire a dx/sx CSG

Acquisizioni su Teatro

- **Disponibilità del sistema, Flessibilità di Impiego, Espandibilità e Multisensorialità**



CSO



OPTSAT-3000



COSMO-SkyMed

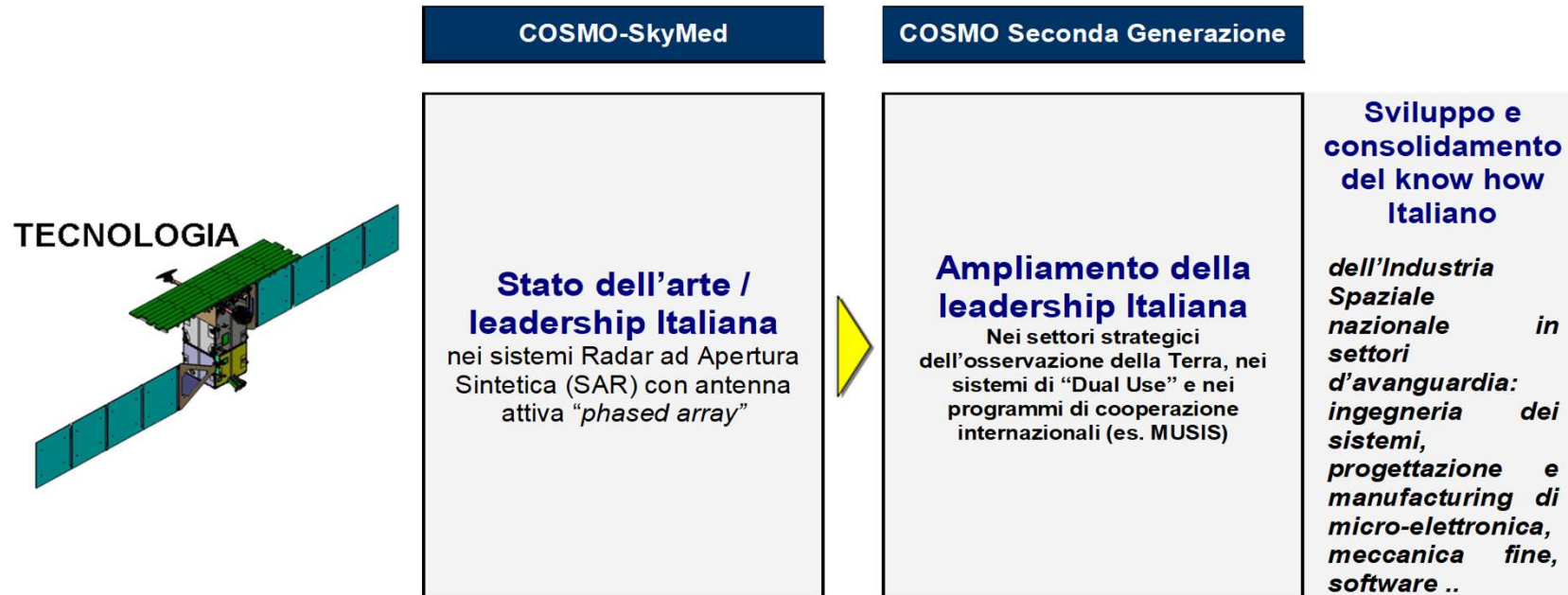


SAOCOM L



cosmo-SkyMed Seconda Generazione

L'evoluzione di COSMO-SkyMed verso la Seconda Generazione:
un primato tecnologico Italiano



- ❑ **Piattaforma satellitare agile**
- ❑ **Elettronica SAR per *Ultra-High Resolution (UHR)* e doppia polarizzazione simultanea in ricezione**
- ❑ **La più avanzata antenna SAR attiva al Mondo disponibile per applicazioni duali**
- ❑ **Capacità immagazzinamento dati a bordo raddoppiata e velocità di scambio dati con il SAR quadruplicata rispetto a COSMO di 1.a generazione**



cosmo-SkyMed Seconda Generazione

Conclusioni

Il sistema CSG ha consentito di **mantenere e consolidare la posizione di leadership** dell'Italia nel settore dei sistemi complessi per l'osservazione della Terra dallo spazio tramite RADAR. In tale settore il nostro Paese ha una posizione di eccellenza a livello internazionale che è strategico mantenere.

La sopravvivenza del programma CSG ha avuto, inoltre, un impatto diretto sulla **salute dell'industria nazionale** e sul mantenimento dell'attuale livello occupazionale:

- sulle maggiori aziende italiane del settore di progettazione e produzione spaziale;
- sulle maggiori aziende italiane del settore dei servizi ed operazioni per sistemi spaziali;
- su un gran numero di imprese operanti nel settore spaziale (in gran parte piccole e medie) fornitrici verso le maggiori di opere dell'ingegno ad alta specializzazione.

Il programma CSG (come in precedenza il programma COSMO-SkyMed di prima generazione) ha consentito e consentirà di **sviluppare prodotti innovativi** a livello mondiale e di condurre **cooperazioni internazionali di interesse strategico**