

Caratteristiche e potenzialità di COSMO-SkyMed per l'archeologia

COSMO-SkyMed characteristics and potentiality for archaeology

MILILLO G. (*) & MILILLO P. (**)

INTRODUZIONE

In questo breve lavoro sono descritti i risultati più significativi delle elaborazioni ed analisi effettuate dal CIDOT (Centro Interpretazione Dati di Osservazione della Terra) sui dati della costellazione COSMO-SkyMed.

La missione Satellitare COSMO-SkyMed genera dati SAR in banda X ad alta risoluzione.

Il CIDOT è il Centro di eccellenza che l'ASI ha localizzato presso il suo centro ASI-CGS di Matera.

A causa della natura fortemente innovativa della missione COSMO-SkyMed e dei relativi dati, il lavoro presenta attività di ricerca e sperimentazione realizzate anche con *tools software* sviluppati ad hoc.

Le elaborazioni ed analisi sui dati riguardano le diverse modalità e i diversi livelli di prodotti con una prevalenza per le modalità *Stripmap* e *Spotlight*.

COSMO-SkyMed è una missione duale realizzata dall'ASI e dalla Difesa Italiana.

Si precisa che in questa nota si fa riferimento alla sola parte civile.

L'ASI E IL SUO CENTRO DI ECCELLENZA CIDOT

L'Agenzia Spaziale Italiana è nata nel 1988, per dare un coordinamento unico agli sforzi e agli investimenti che l'Italia ha dedicato al settore spaziale fino dagli anni Sessanta.

È un Ente pubblico nazionale che dipende dal Ministero dell'Università e della Ricerca e opera in collaborazione con diversi altri dicasteri.

In meno di due decenni si è affermata come uno

dei più importanti attori mondiali sulla scena della scienza spaziale, delle tecnologie satellitari, dello sviluppo di mezzi per raggiungere ed esplorare il cosmo.

L'ASI ha oggi un ruolo di primo piano tanto a livello europeo, dove l'Italia è il terzo paese che contribuisce maggiormente all'Agenzia Spaziale Europea, quanto a livello mondiale. Ha infatti uno stretto e continuo rapporto di collaborazione con la NASA che la porta a partecipare a molte delle più interessanti missioni scientifiche degli ultimi anni.

Il CIDOT è il Centro di eccellenza che l'ASI ha costituito per l'elaborazione e l'Analisi di dati di Osservazione della Terra con particolare attenzione alla interpretazione dei dati e delle immagini SAR della missione COSMO-SkyMed.

L'attività del Centro comprende anche l'uso e la fusione di dati multi-missione e multi-sensore in diverse bande e la formazione specialistica nel settore.

Il CIDOT, in sinergia con le attuali attività di elaborazione dei dati di Osservazione della Terra dell'ASI, è localizzato presso il Centro ASI-CGS di Matera.

L'interpretazione di dati ed immagini ad alta risoluzione è un tema di elevato interesse in ambito scientifico e soprattutto operativo per il pieno utilizzo dell'informazione contenuta nei dati telerilevati nelle diverse bande e per i diversi utenti anche istituzionali.

Il contesto nazionale ed internazionale di riferimento è fortemente caratterizzato dalla interpretazione dei dati ottici ad alta risoluzione sia in ambito civile che militare. Decisamente più scoperta è l'area di utilizzo dei dati SAR soprattutto ad alta risoluzione.

(*) Responsabile ASI - CIDOT (Centro Interpretazione Dati di Osservazione della Terra). ASI - CGS - Matera

(**) Università di Basilicata - Potenza. Dottorando Ingegneria dell'Ambiente

LA MISSIONE COSMO-SKYMED

COSMO-SkyMed (*Constellation of Small Satellites for Mediterranean basin Observation*) è una costellazione di satelliti progettata e finanziata dall'ASI (Agenzia Spaziale Italiana), Ministero della Ricerca e dal Ministero della Difesa Italiana (fig. 1, 2).

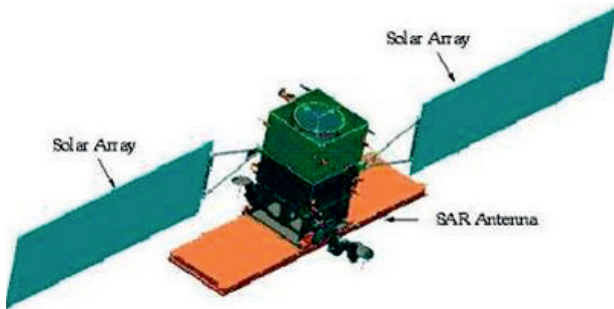


Fig. 1 - Vista schematica del satellite COSMO-SkyMed.
- COSMO-SkyMed Schematic view.

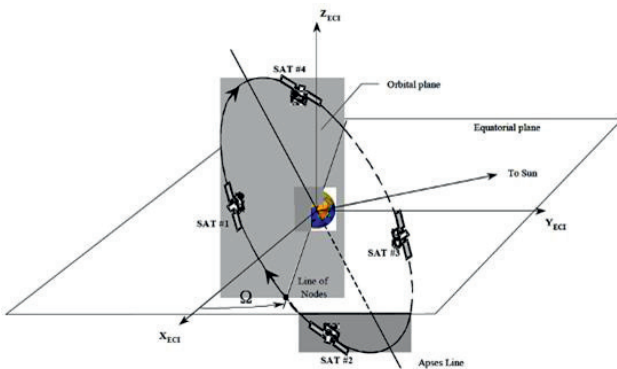


Fig. 2 - Configurazione nominale della costellazione.
- Constellation nominal configuration

Il programma è gestito in cooperazione tra ASI e la Difesa Italiana.

Il contratto di realizzazione vede la presenza delle principali industrie italiane del settore aerospaziale con primo contraente *Thales - Alenia Space Italia* (TAS-I).

Ognuno dei satelliti è equipaggiato con un sistema SAR (*Synthetic Aperture Radar*) ed è capace di operare ognitempo con tutte le condizioni di visibilità, indipendentemente dalla copertura nuvolosa o giorno-notte.

Genera dati ad alta risoluzione ed in tempo quasi reale.

L'obiettivo principale della missione è l'osservazione globale della Terra per le necessità duali sia della difesa che degli utenti civili.

I campi di applicazione dei dati di COSMO-SkyMed sono:

Difesa e Sicurezza:

sorveglianza, *intelligence*, *mapping*, *target detection*/*localization*;

Risk management:

alluvioni, rischio vulcanico e sismico, incendi, industria, inquinamento;

Altre aree applicative:

ambiente marino e costiero, agricoltura, foreste, cartografia, geologia,

Fornitura di servizi di "*imaging*".

CARATTERISTICHE DELLA MISSIONE

Deployment: Progressive

SAR payload: X-band

Wet Mass @ Launch: < 1900 kg

Attitude Stabilization: 3 axes

Right/Left Looking Capability: yes

DC power: 3.8 kw @42V

SAR TX power: ~ 5 kW

Navigation & Time Reference: GPS

Operative Autonomy: 24 h

Imaging Capability: Multimode

Down-link Data Rate: 310 Mbps

on-board memory: ~ 320 Gbit

S/L Operational Lifetime: 5 years

Number of Satellites: 4

Orbit:

Height: 619,6 km

Type: SSO

Period: 100 minutes

Inclination: 97,86°

Orbit per day: 14.8125

Orbit cycle: 16 days

Eccentricity 0.00118

Argument of Perigee 90°

Semi Major Axis 7003.52 km

LTAN 6:00 A.M.

Phasing 90°

Launch date:

1° 09-06-2007

2° 07-12-2007

3° 24-10-2008

4° 2010 (TBC)

MODALITÀ OPERATIVE

Le modalità operative possono schematizzarsi come segue (fig. 3).

SPOTLIGHT MODE

ENHANCED SPOTLIGHT (finalizzata all'acquisizione di circa 60 immagini al giorno)

- resolution: 1 m

- spot dimension: 10X10 km

STRIPMAP MODE

HIMAGE (copertura continua)

- resolution: 3 - 5 m

- swath dimension : 40X40 km

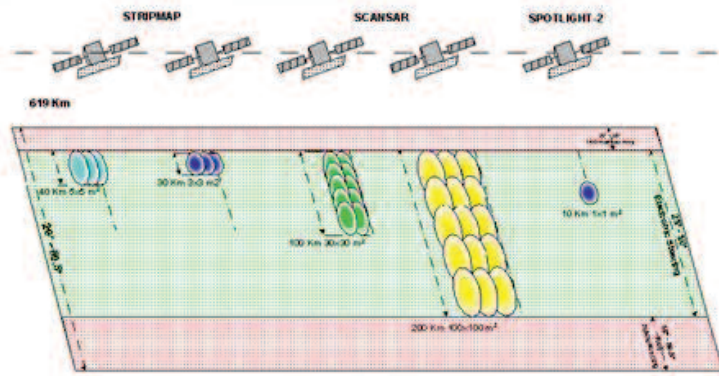


Fig. 3 - COSMO-SkyMed, Modalità d'acquisizione.
- COSMO-SkyMed, Capture modes.

PINGPONG (copertura continua a due Polarizzazioni alternate tra: HH, VV, HV, VH)
- resolution: 15 m / double polarization
- swath dimension: 30x30 km

SCANSAR MODE

WIDEREGION (3 beams con copertura continua)
- resolution: 30 m
- swath dimension: 100x100 km
HUGEREGION (5 beams con copertura continua)
- resolution: 100 m
- swath dimension: 200x200 km

I PRODOTTI DI COSMO-SKYMED

Standard (Level 0 - 1)

Lev 0

Raw, Dati e annotazioni strumentali come ricevuti dal Satellite.

Lev 1A

Dati complessi:
focalizzati con informazioni ancillary incluso parametri per la calibrazione radiometrica.

Lev 1B

Dati focalizzati reali (ampiezza del segnale) calibrati e corretti radiometricamente.

Lev 1C

Dati del livello precedente (Lev 1B) geocodificati.

Lev 1D

GTC Geocoded Terrain Corrected.

Service products

Orbital product
Quality Control

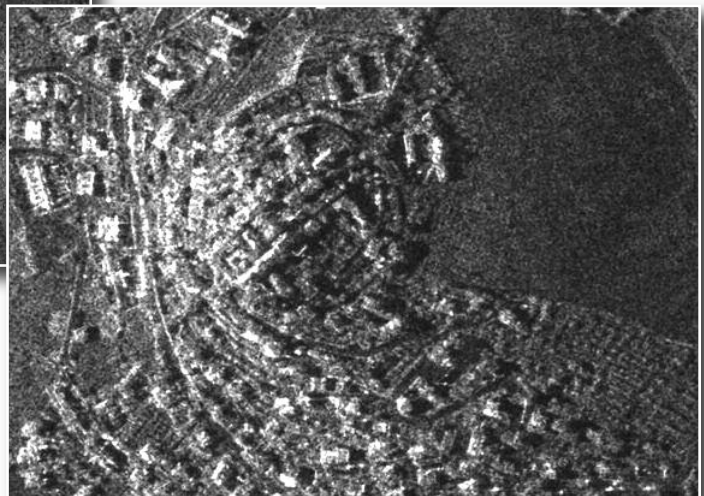
Higher Level products

Quicklook;
Co-registered products;
Mosaiked products;
Speckle filtered image;
Interferometric products;
DEM: Digital Elevation Model.

ALCUNI ESEMPI DI ELABORAZIONE PRODOTTI COSMO-SKYMED (FIGG. 4 - 16)



A



B

Fig. 4 - Esempio di immagini a tre metri (A) e ad un metro (B) di risoluzione: MonteGabbione
- Image examples with three (A) and one meter (B) resolution (Montegabbione).



Fig. 5 - A) e B) - Agricoltura: Lombardia zona di Pavia.
 - A) and B) - Agriculture: Lombardy region of Italy.

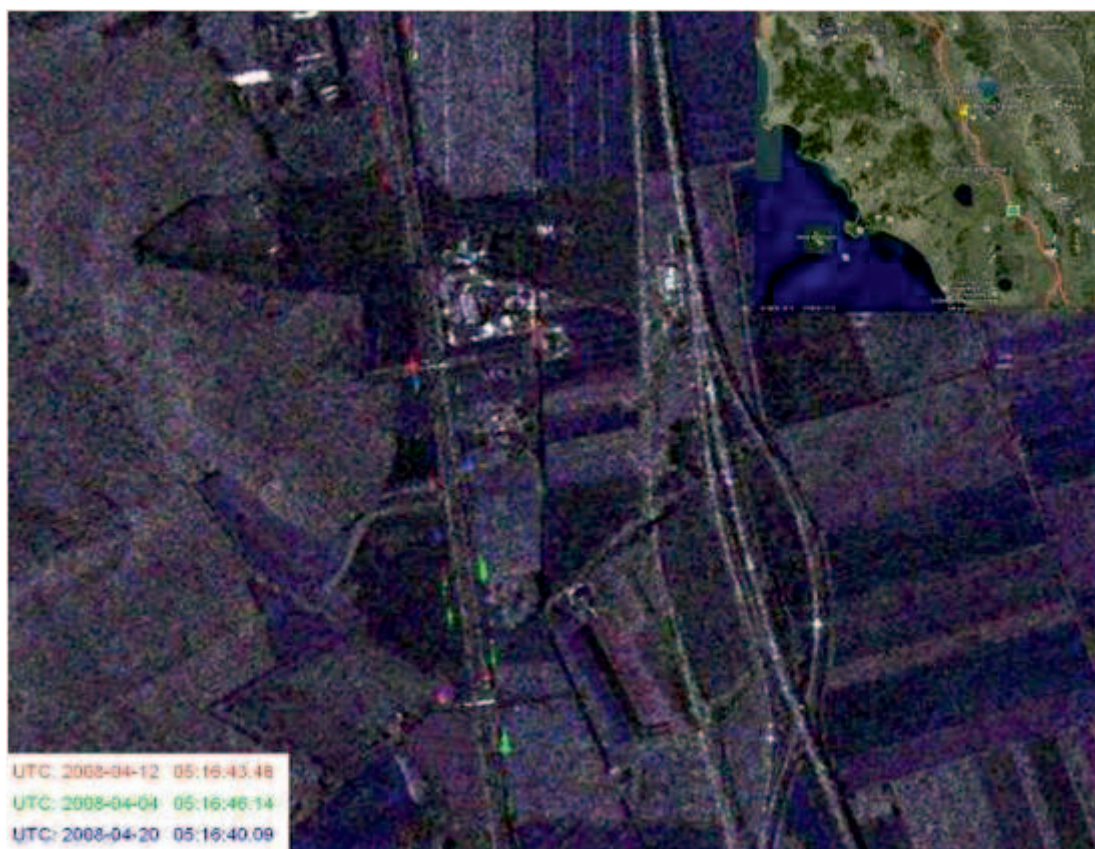


Fig. 6 - Oggetti in movimento: Autostrada A1, tratto tra Firenze e Roma. Gli oggetti colorati e leggermente sfuocati, sono fuori dalla sede stradale a causa della loro velocità. Il colore è relativo alla giornata in cui è stato acquisito il dato.
 - Moving objects: A1 highway stretch between Florence and Rome. The objects colored and slightly blurred are out off the road because of their speed. The color depend on data acquisition day.

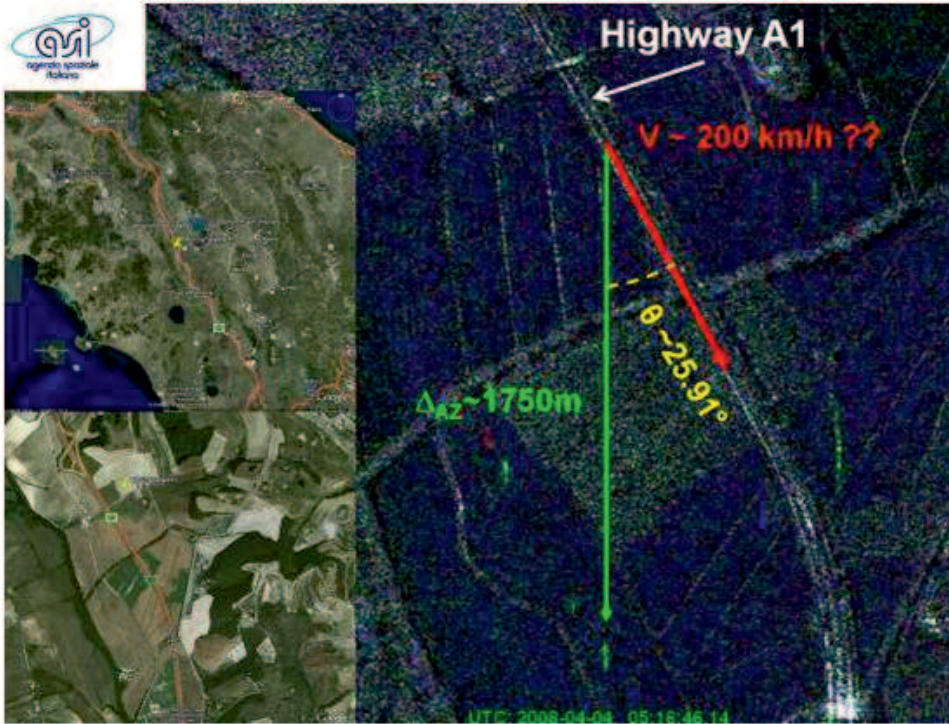


Fig. 7 - Oggetti in movimento, determinazione della velocità: Autostrada A1 tratto tra Firenze e Roma.
 - Moving objects, speed determination: A1 highway stretch between Florence and Rome.

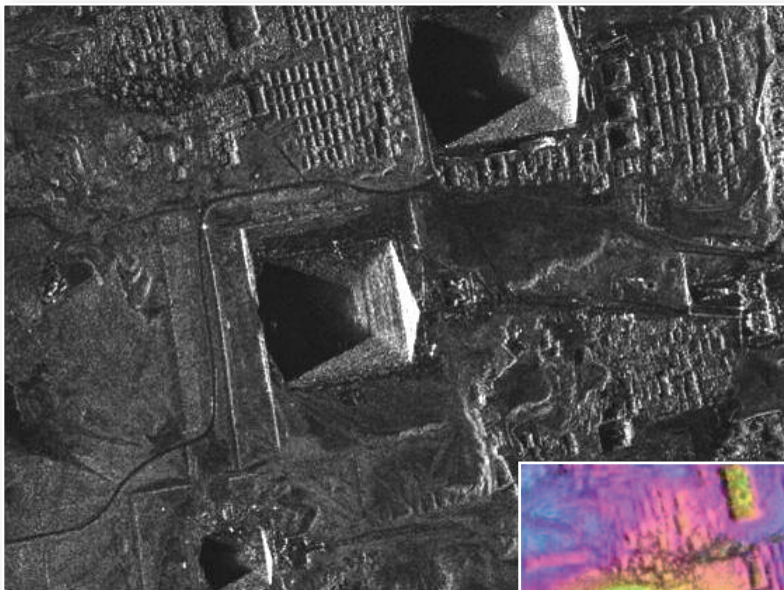


Fig. 8 - Egitto, Piramidi di GIZA, Ampiezza modalità Spot.
 - Egypt, Pyramids of Giza, Amplitude Spot mode.

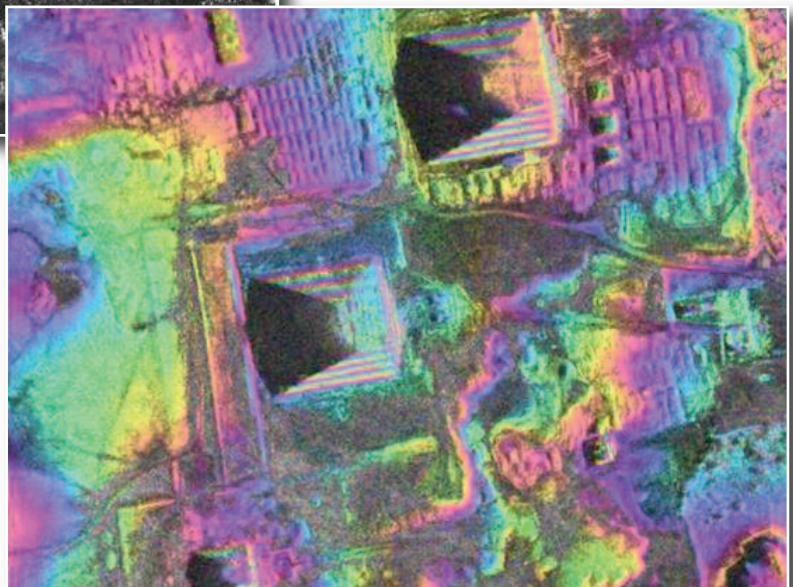
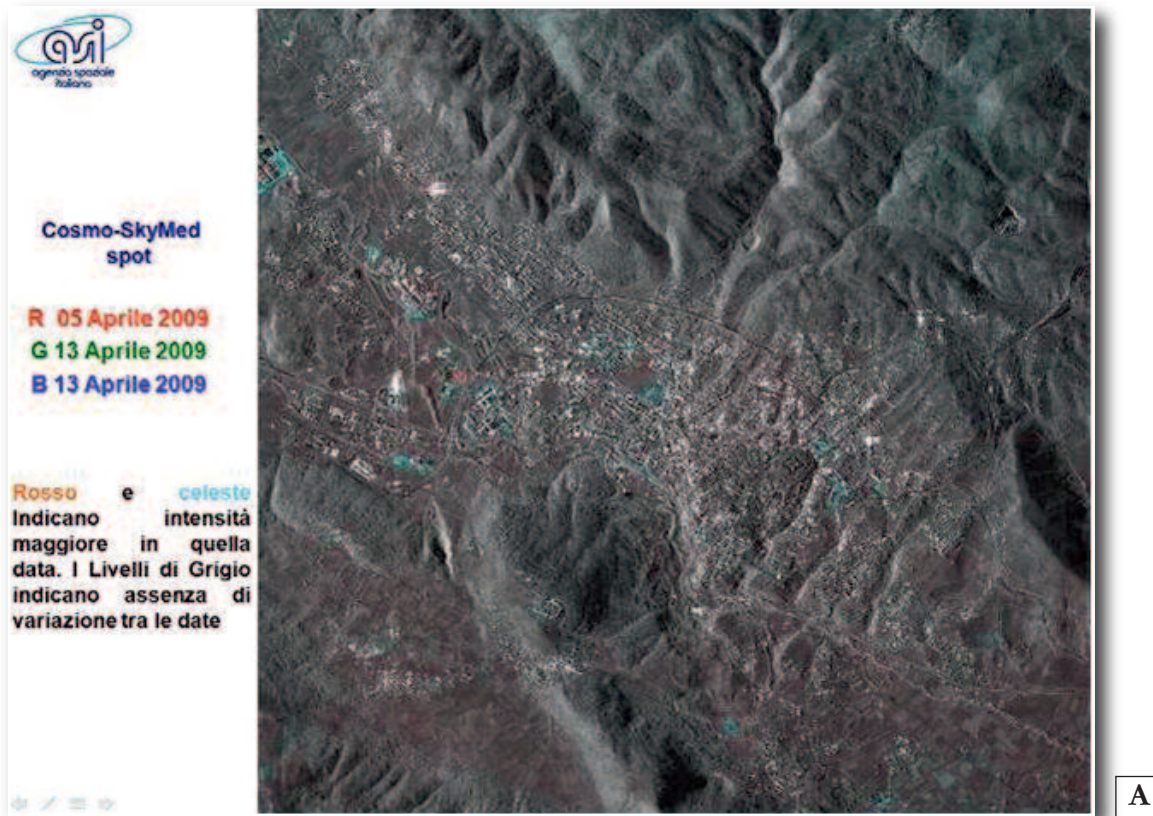


Fig. 9 - Egitto, Piramidi di GIZA, Ampiezza e fase modalità Spot. Il colore riporta la differenza di fase ottenuta da una coppia di dati acquisiti in configurazione interferometria.
 - Egypt, Pyramids of Giza, Amplitude and phase Spot mode. The color shows phase difference obtained by a pair of data acquired in interferometry configuration.



A



B

Fig. 10 - A) Terremoto dell'Aquila il 6 Aprile. Immagini COSMO-SkyMed in modalità Spot pre e post evento. B) In questa immagine si possono contare le tende e nel riquadro è riportato il dettaglio di una immagine quickbird.
 - A) L'Aquila earthquake of 6 April. COSMO-SkyMed images in Spot mode before and after the event. B) In this image tents can be counted, in this image, in the panel the quickbird image is shown.



**interferogramma
differenziale**

**acquisizioni:
04 Aprile 2009
12 Aprile 2009**

Fascio HI_09_HH_RA

**Baseline
Perpendicolare 427 m**

Ambiguità fase 18 m

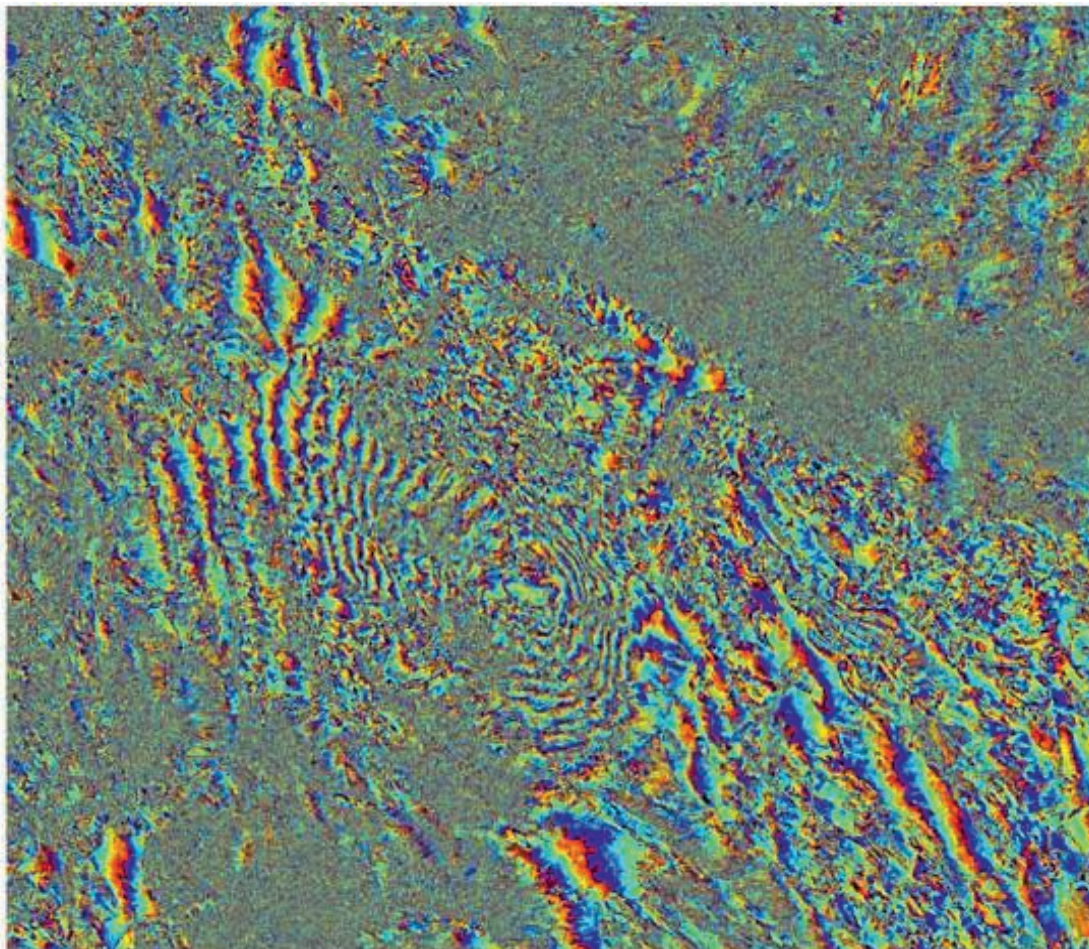


Fig. 11 - Interferogramma differenziale della zona de L'Aquila. Date di acquisizione: 04 Aprile - 12 Aprile 2009.
- *Differential interferogram of L'Aquila, acquisition date: 4 April to 12 April 2009.*

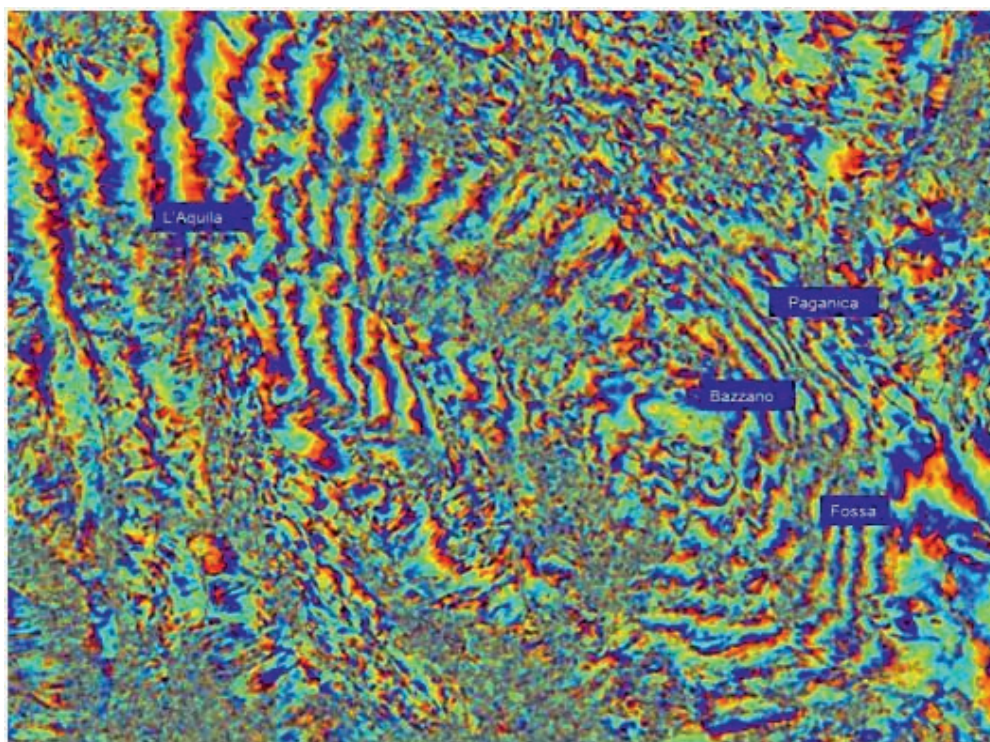


Fig. 12 - Particolari dell'interferogramma differenziale. - *Differential interferogram details.*

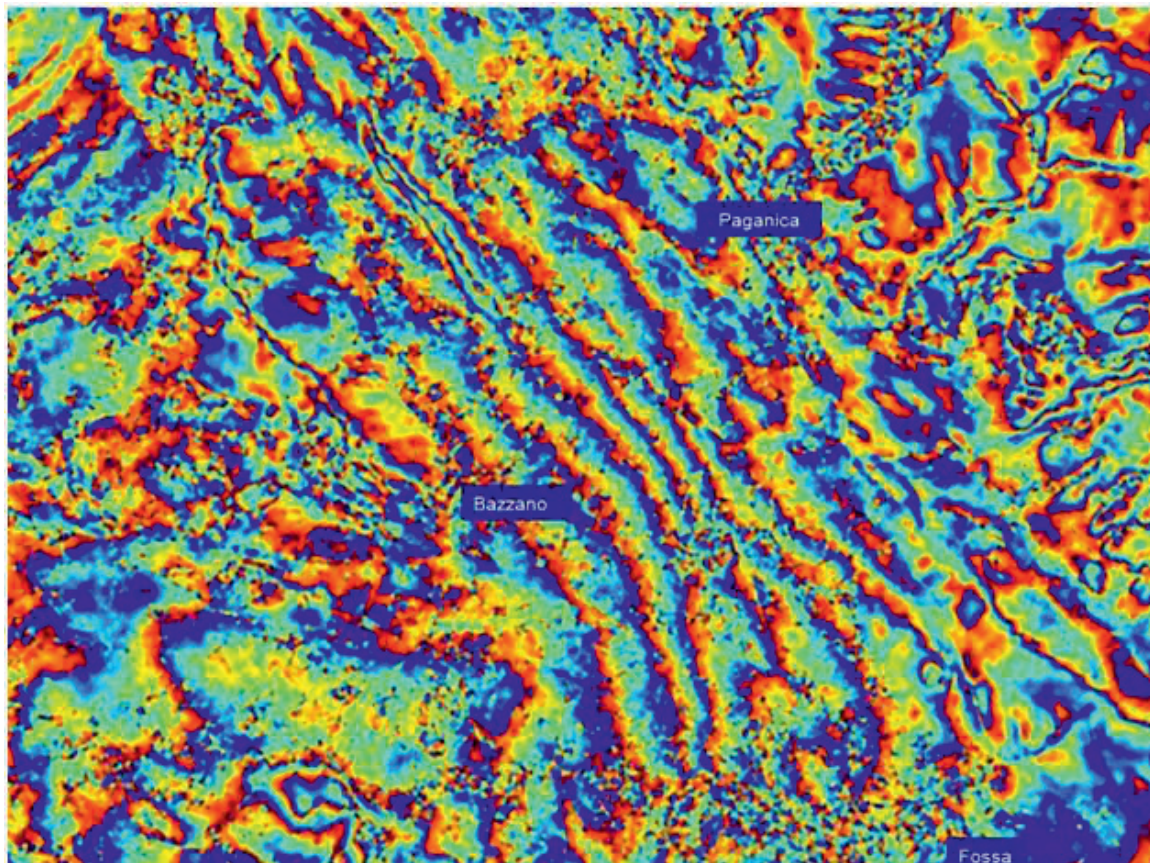


Fig. 13 - Particolari dell'interferogramma differenziale. - *Differential interferogram details.*

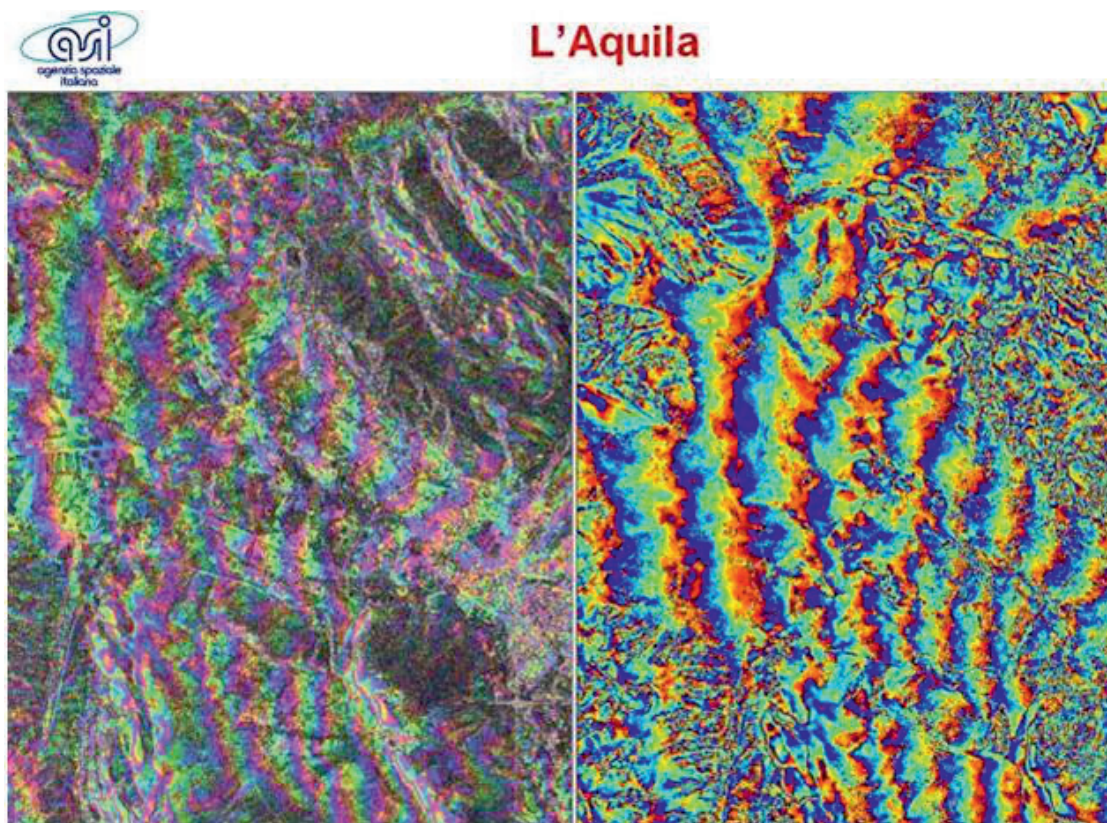


Fig. 14 - Particolari dell'interferogramma differenziale. - *Differential interferogram details.*

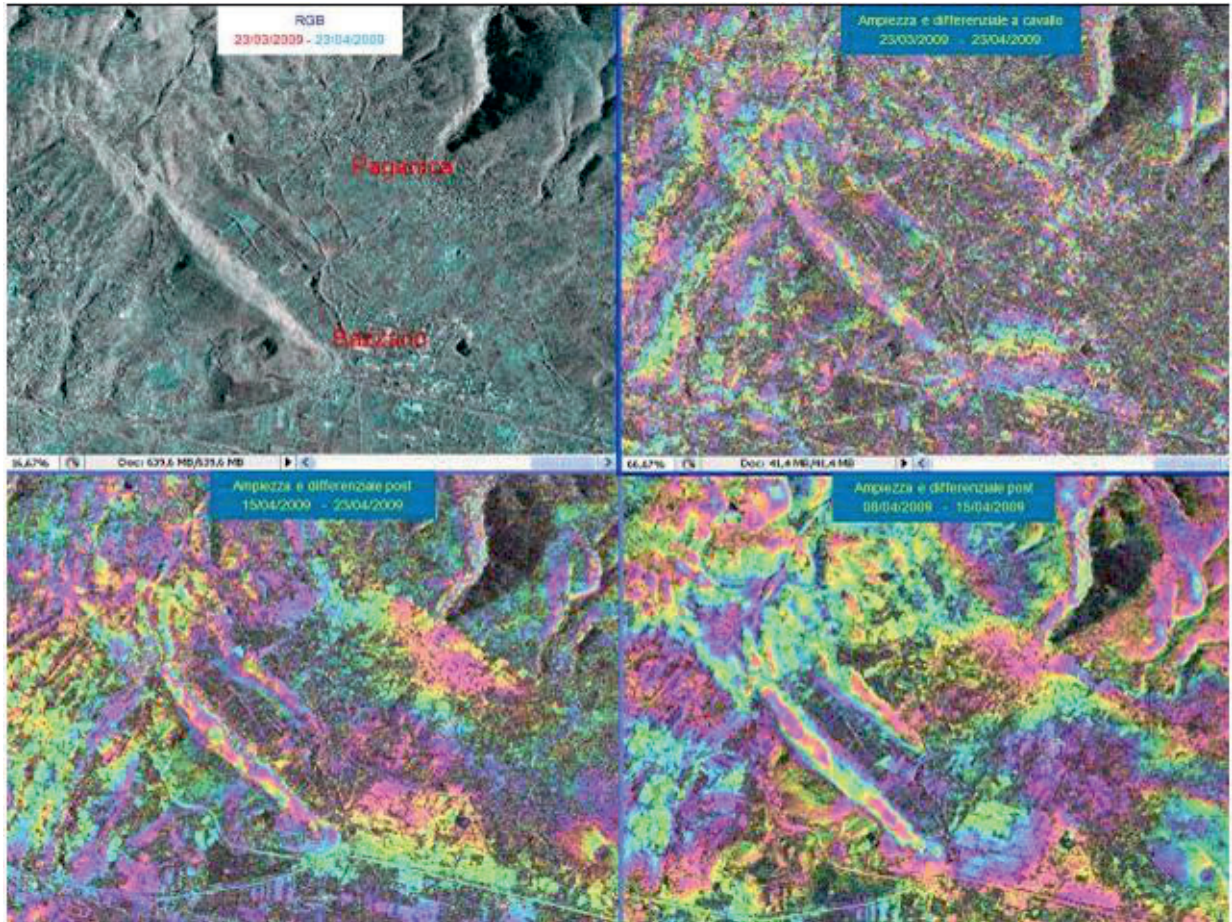


Fig. 15 - Da sinistra in alto a destra: immagine RGB pre e post terremoto, interferogramma differenziale pre e post terremoto (23 Marzo - 23 Aprile), differenziale post terremoto (08 Aprile - 15 Aprile), differenziale post terremoto (15 Aprile - 23 Aprile).
 - From top left to right: RGB image before and after the earthquake, differential interferogram pre-and post-earthquake (March 23 - April 23), differential post-earthquake (April 8 - April 15), differential post-earthquake (April 15 - April 23).

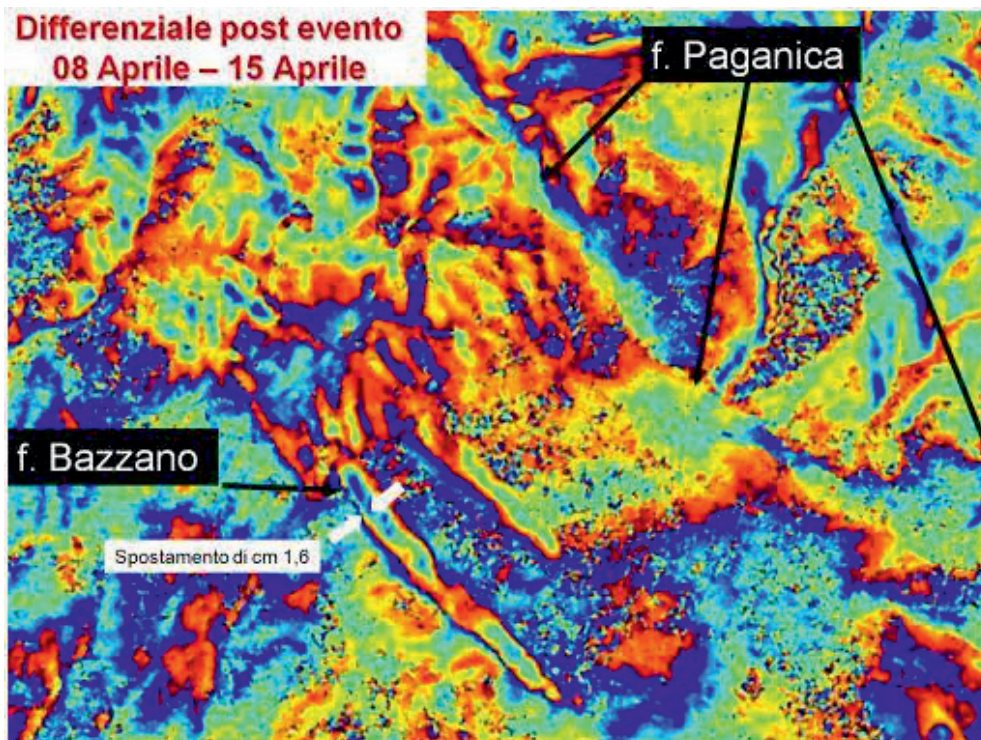


Fig. 16 - Dettaglio dell'interferogramma post-terremoto (8 Aprile - 15 Aprile).
 - Interferogram post-earthquake detail (April 8 - April 15).