



MONITORAGGIO FRANE MEDIANTE TERRESTRIAL LASER SCANNER, STEREOSCOPIA SATELLITARE E TECNOLOGIA GNSS

4 Giugno 2014 - Roma

Sessione:

Workshop - Conferenza Tecnologie per il Territorio - Conferenza Tecnologie per la Città
Intelligente - **Sicurezza del territorio e del costruito.**

Relatori

Ing. Gianpiero Amanzio – ISE-NET Srl

Ing. Nicomino Fiscante – Geoslab Srl

isenet.to@gmail.com

n.fiscante@geoslab.it



- **Caso studio 1**

- Monitoraggio della frana del Mont de La Saxe (Valle d'Aosta)
- Generazione di modelli digitali del terreno ad alta risoluzione mediante Laser Scanner Terrestre
- Integrazione di tecnica GNSS per la georeferenziazione delle nuvole di punti
- Conclusioni

- **Caso studio 2**

- Monitoraggio della frana di Montaguto (AV)
- Generazione di modelli digitali del terreno mediante dati satellitari EROS B
- Principali indagini condotte sull'intera area in frana
 - ✦ Analisi del profilo altimetrico
 - ✦ Stime delle variazioni volumetriche
- Conclusioni

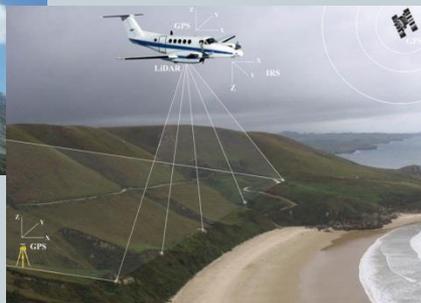


«Il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano. L'inventario ha censito ad oggi oltre 486.000 fenomeni franosi che interessano un'area di 20.721 km², pari al 6,9% del territorio nazionale.»

I fenomeni franosi sono diversificati sia per le quantità di materiale coinvolto sia per le dinamiche in atto.



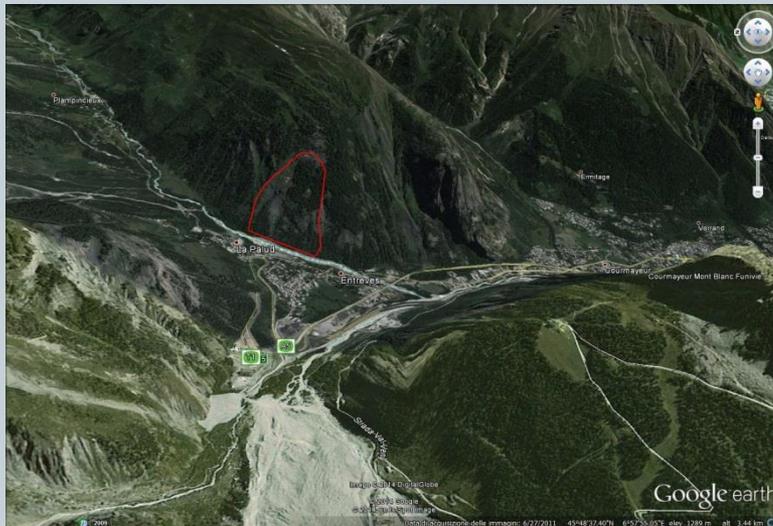
Caratterizzazione



Caso studio 1

Frana del Mont de La Saxe

«Monitoraggio frana mediante laser scanner terrestre e tecnologia GNSS»



La frana del Mont de la Saxe è situata nel territorio dell'alta Valle d'Aosta, nel Comune di Courmayeur, in prossimità del confine con la Francia. Interessa il versante occidentale del Mont de la Saxe, sovrastando l'omonima frazione.

Fenomeno franoso di rilevanza nazionale:

- Alto numero di abitanti in zone ad alto rischio;
- Alto valore degli elementi a rischio;
- Possibilità di generare un grave danno economico all'economia regionale e nazionale.

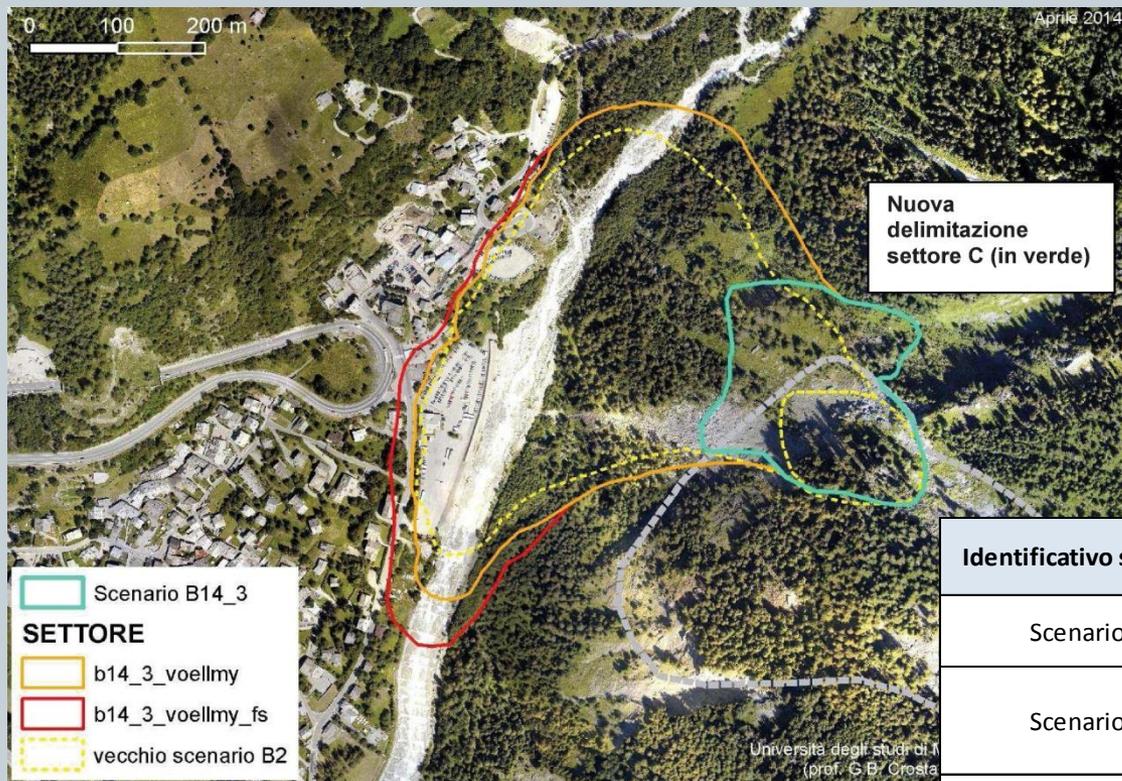


Dichiarazione dello stato di emergenza

Caso studio 1

Frana del Mont de La Saxe

«Monitoraggio frana mediante laser scanner terrestre e tecnologia GNSS»



L'area interessata dal fenomeno franoso ha una superficie di 150.000 m² circa, con una larghezza massima di 350 m ed una lunghezza massima di 500 m.



Stato di allarme: $V_{24h} > 2 \text{ mm/h}$
 $V_r \approx 350 - 500 \text{ mm/h}$

Identificativo scenario	Tipo scenario	Volume materiale coinvolto stimato [m ³]
Scenario 1	COLLASSO INTERO CORPO DI FRANA	≈ 8.300.000
Scenario 2	COLLASSO SETTORI B+C CON SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO PROFONDA	≈ 1.600.000
Scenario 3	COLLASSO AREA CORPO SETTORI B+C AREA ESPANDIMENTO A2	≈ 645.000
Scenario 4	COLLASSO AREA CORPO FRANA SETTORE C AREA ESPANDIMENTO	≈ 435.000

Tratto da: «Fase di preallarme e allarme su sistema di monitoraggio attivata in data 19/04/2013 rapporto n. 14. Assessorato difesa del suolo, opere pubbliche e edilizia residenziale pubblica - Dipartimento programmazione difesa del suolo e risorse idriche - Struttura attività geologiche»

Caso studio 1

Frana del Mont de La Saxe

«Monitoraggio frana mediante laser scanner terrestre e tecnologia GNSS»

Necessità di ottenere in tempi ridotti:

- Profili;
- Modelli digitali del terreno ad alta risoluzione (DSM e DTM) per generare scenari di rischio aggiornati;
- Volumi dei materiali movimentati a seguito dei fenomeni di crollo.

Strumentazione utilizzata

TLS Riegl
VZ-4000

- Portata strumentale 4 km
- Accuratezza 15 mm
- Precisione 10 mm
- Multiple target technology
- **GPS L1**
- Camera integrata 5Mp



Ricevitore GNSS L1/L2/L5



Modalità di rilievo RTK

- ❖ Scanposition
- ❖ 3 Marker per ogni scanposition

Caso studio 1

Frana del Mont de La Saxe

«Monitoraggio frana mediante laser scanner terrestre e tecnologia GNSS»



Acquisizione dati

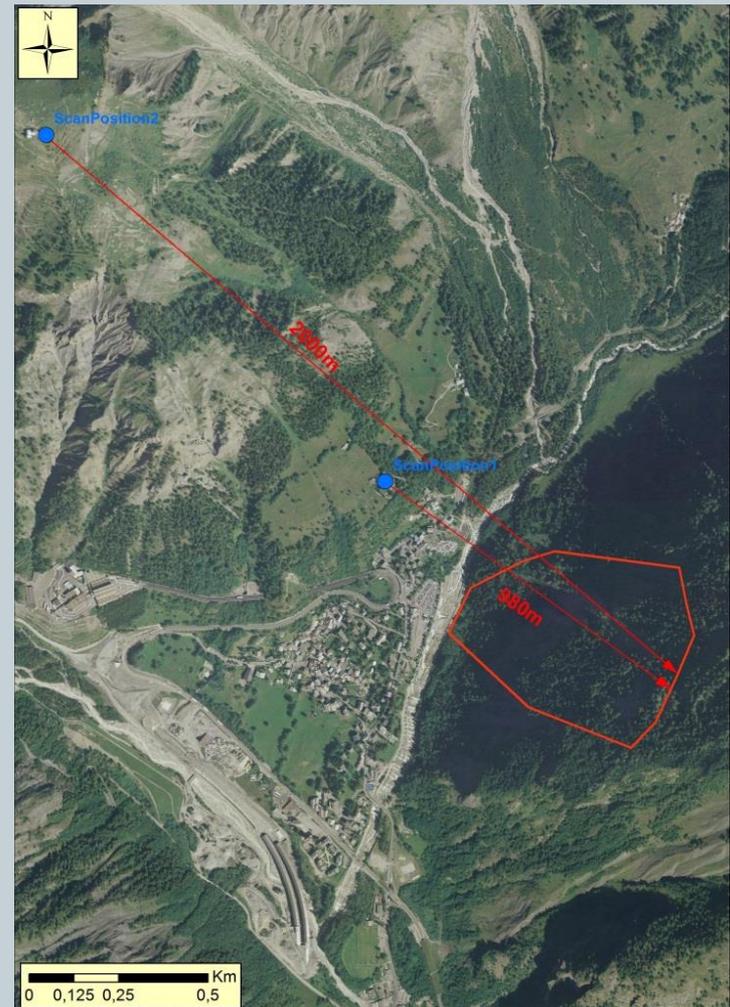
In accordo con l'Ente Regionale sono stati individuati due punti da cui effettuare scansioni ripetute con cadenza ogni 40-60 minuti e con passo di risoluzione pari a 20 cm, in modo da poter generare DSM e DTM ad elevata risoluzione.

Distanze di scansione:

- Coronamento frana – scanpos1 \approx 1000 m
- Coronamento frana – scanpos2 \approx 2000 m

Post elaborazione:

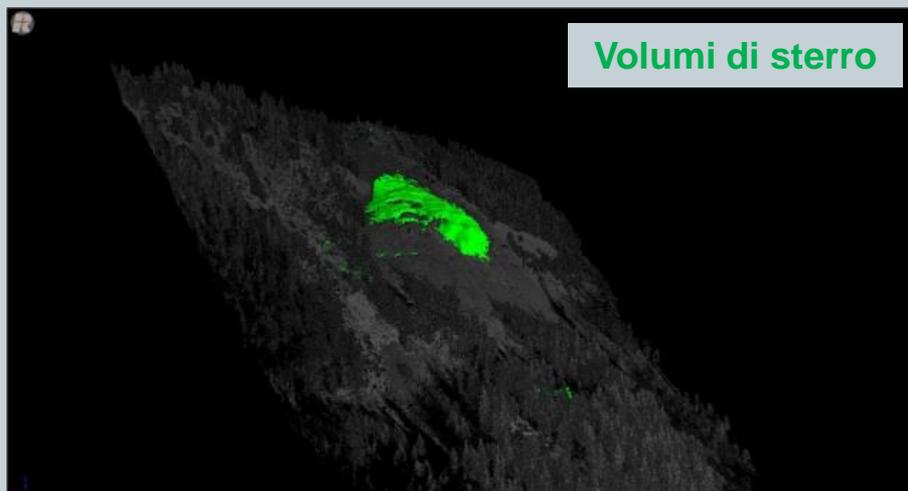
- Correzione ortometrica punti battuti;
- Georeferenziazione delle scansioni;
- Operazioni di filtraggio sulle nuvole di punti;
- Generazione di prodotti cartografici e disegni tecnici.



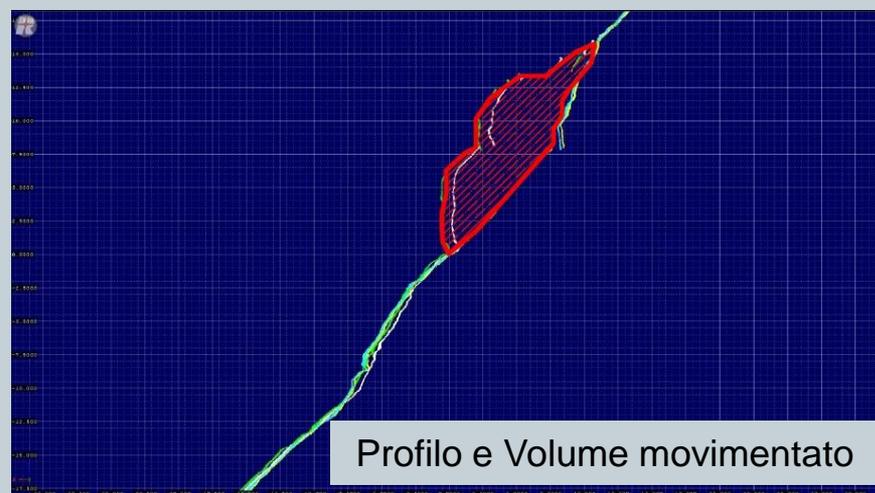
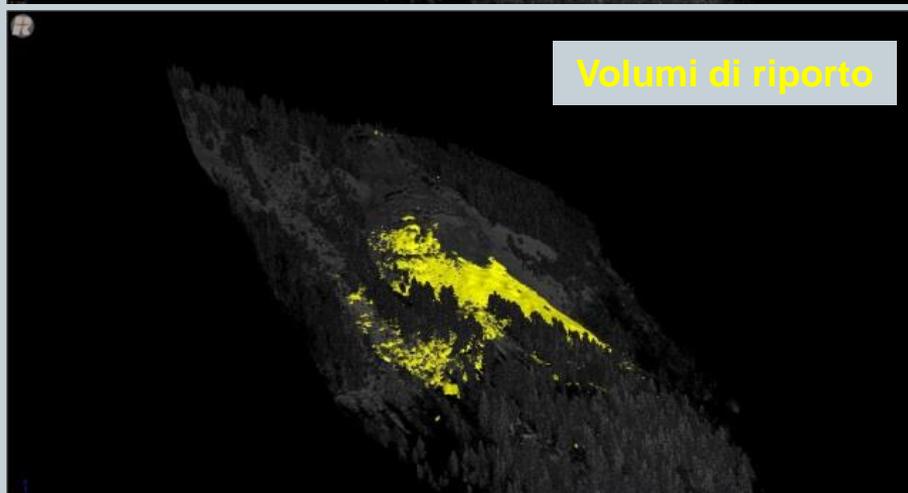
Caso studio 1

Frana del Mont de La Saxe

«Monitoraggio frana mediante laser scanner terrestre e tecnologia GNSS»



Le valutazioni condotte tramite TLS con approcci **cut** & **fill** permettono di stimare il volume di materiale crollato da inizio evento, e distribuitosi ora al piede del versante (e quindi in parte ancora coinvolto nelle dinamiche gravitative), pari a circa 50.000 m³.



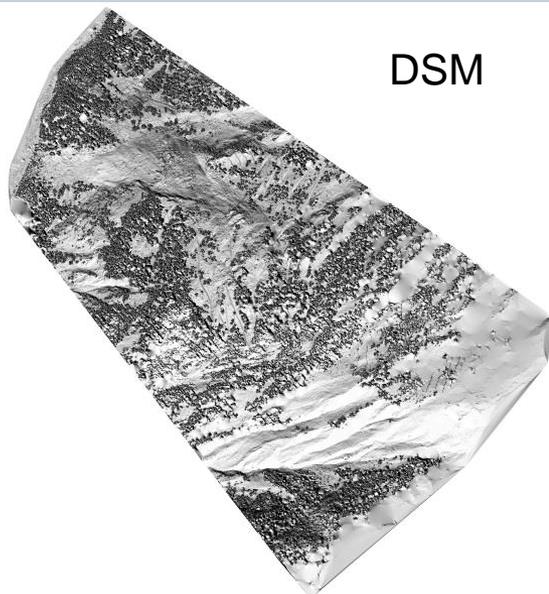
Caso studio 1

Frana del Mont de La Saxe

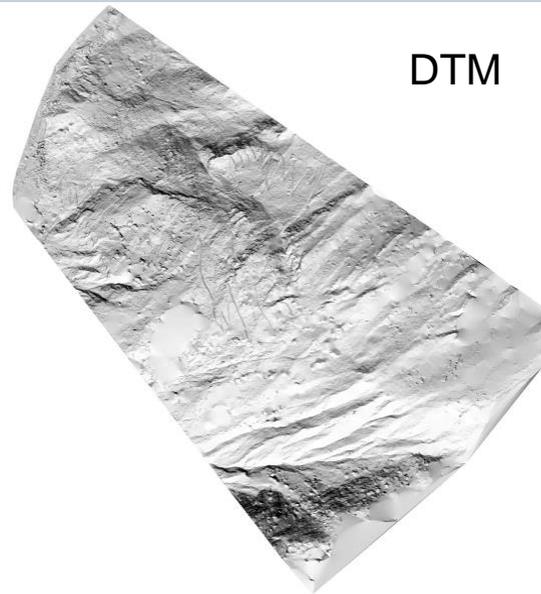
«Monitoraggio frana mediante laser scanner terrestre e tecnologia GNSS»



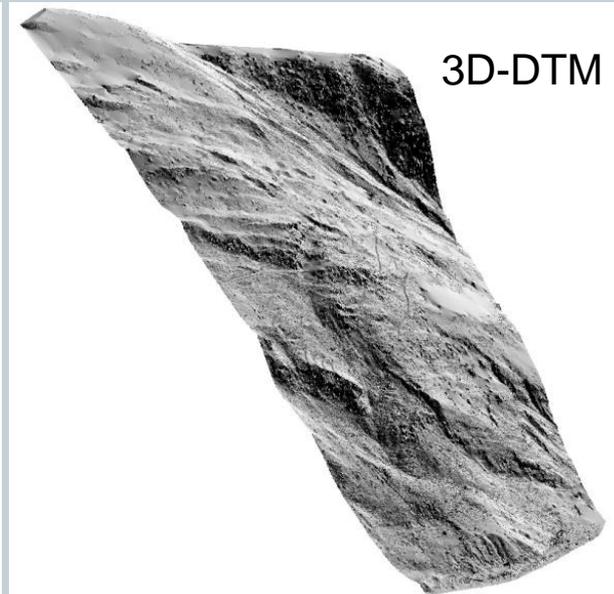
Utilizzando il software ArcGIS è possibile convertire la nuvola di punti ottenuta dal laser scanner terrestre in modo da generare prodotti cartografici ad alta risoluzione.



DSM



DTM



3D-DTM

Caso studio 1

Frana del Mont de La Saxe

«Monitoraggio frana mediante laser scanner terrestre e tecnologia GNSS»



Conclusioni

- ❖ L'utilizzo di questa tecnologia permette di caratterizzare i fenomeni ambientali quali le frane così da ottenere:
 - Elaborati cartografici ad alta risoluzione (DSM – DTM - profili);
 - Volumetrie (cut & fill);
 - Fornire il supporto per altro tipo di analisi (es. scenari di rischio);
 - Essere di supporto alla gestione della fase di emergenza grazie al ridotto tempo in cui possono essere elaborati i dati mediante apposite procedure;
 - ❖ Delineare con precisione inferiore a 10 cm le aree ad alto rischio:
 - Uso razionale del territorio;
-  Promuovere la fruibilità turistica dei territori.

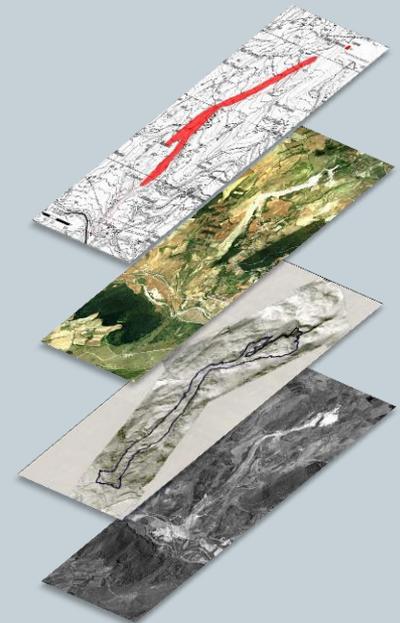
Caso studio 2

Frana di Montaguto (AV): cenni introduttivi

«Monitoraggio di aree in frana mediante dati satellitari EROS-B»



- Inquadramento amministrativo
 - Comune di Montaguto, Provincia di Avellino – Regione Campania
- Una delle più grandi frane europee di tipo *Earthflow* (colata di terra)
 - Lunghezza $\approx 3.000,00$ m, area occupata $\approx 67,00$ ha
 - Dislivello altimetrico $\approx 400,00$ m
 - Profondità della superficie di scorrimento $5 \div 30$ m
 - Materiali franati $\approx 6.000.000,00$ m³
- Breve cronologia storica
 - Prime informazioni sulla frana risalenti al 1763
 - ✦ Gli ingegneri “camerali e tavolari” del Regno delle Due Sicilie inviati da Carlo III re di Spagna effettuarono un sopralluogo per verificare il dissesto dell’area
 - Cartografia dell’Istituto Geografico militare (IGM) del 1890
 - ✦ Prima perimetrazione dell’area in frana
 - Principali evoluzioni recenti:
 - ✦ Maggio 2006: Dichiarazione stato di emergenza
 - ✦ Marzo 2010: Nuovo stato di emergenza: linea ferroviaria Benevento – Foggia invasa da oltre 450.000,00 m³ di detriti
 - ✦ Giugno 2010: Riapertura linea ferroviaria Benevento-Foggia
 - ✦ Luglio 2010: Riapertura della SS90 “Delle Puglie”



Frana di Montaguto (AV)



Inquadramento geografico:
Valle del Cervaro: Appennino Dauno – Centro-Sud Italia
Coordinate GPS: 41°15'6" N 15°13'8" E

Caso studio 2

La costellazione dei satelliti EROS

«Monitoraggio di aree in frana mediante dati satellitari EROS-B»

- Earth Resources Observation Satellite (EROS)
 - Satelliti di proprietà della ImageSat International
 - Payload ottico (pancromatico) ad altissima risoluzione spaziale
- **Acquisizione/downlink dati presso la stazione satellitare MARSec**



<i>Parameter</i>	<i>EROS A</i>	<i>EROS B</i>
<i>Sun-synchronous orbit</i>	<i>510 Km</i>	<i>510 Km</i>
<i>Spectral bands</i>	<i>Panchromatic [0.5÷0.9] μm</i>	<i>Panchromatic [0.5÷0.9] μm</i>
<i>Swath width</i>	<i>14 Km</i>	<i>7 Km</i>
<i>Footprint</i>	<i>± 45° from nadir</i>	<i>± 45° from nadir</i>
<i>Vector image Up to</i>	<i>150 Km</i>	<i>300 Km</i>
<i>Ground sampling distance (GSD)</i>	<i>1,9 m @ nadir</i>	<i>0,70 m @ nadir</i>
<i>Sampling depth</i>	<i>12 bits</i>	<i>10 bits</i>
<i>Review period</i>	<i>3/4 days</i>	<i>3/4 days</i>

Caso studio 2

Banca dati a disposizione

«Monitoraggio di aree in frana mediante dati satellitari EROS-B»



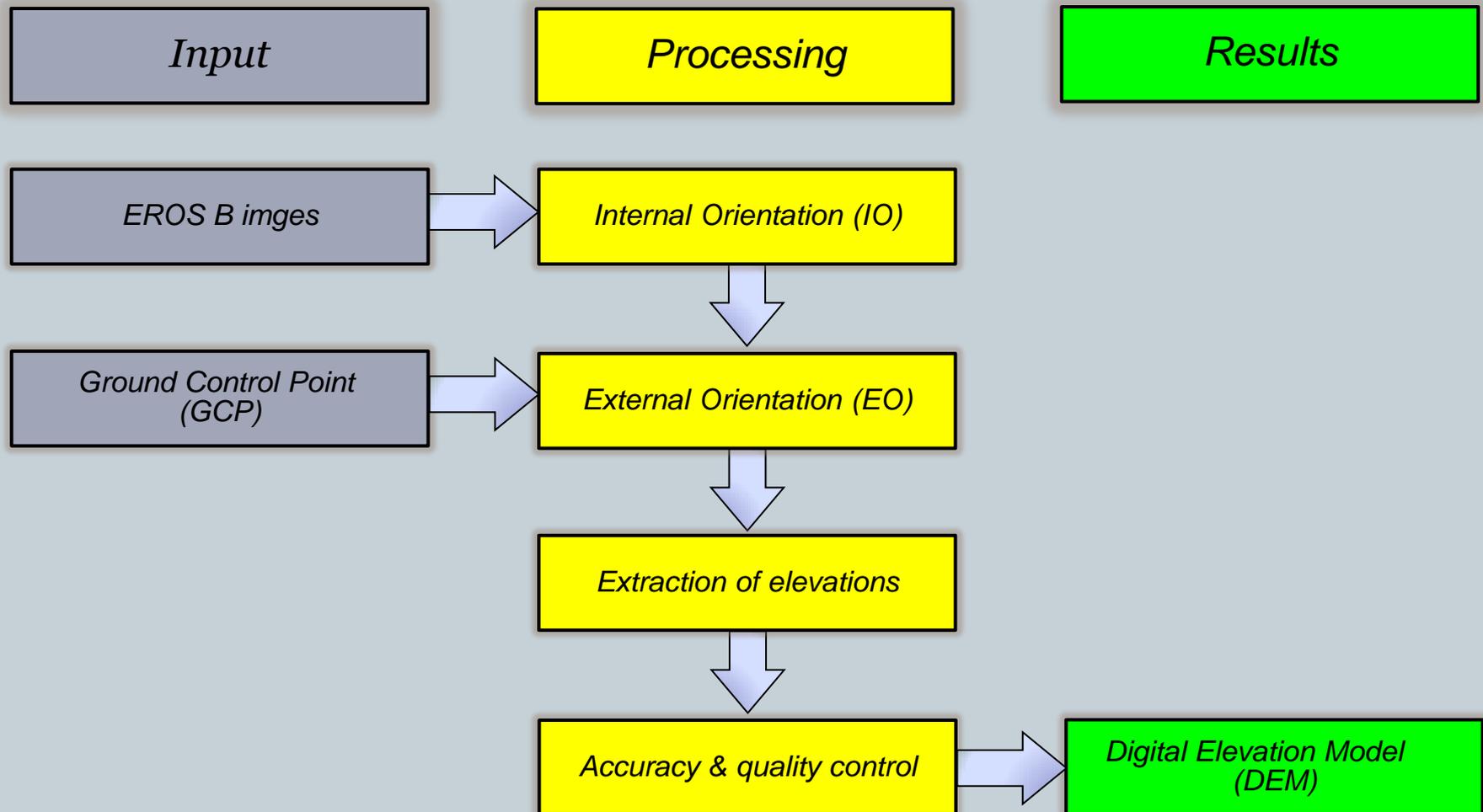
- **Obiettivo:** analisi di fenomeni franosi mediante dati satellitari
 - Rilievo delle variazioni dell'intera area in frana
 - Variazioni altimetriche e volumetriche mediante modelli digitali del terreno (DEMs)
- **Approccio:** generazione di modelli digitali del terreno (DEM) mediante stereoscopie

<i>System</i>	<i>Date</i>	<i>Sensor</i>	<i>GSD</i>	<i>DEM</i>	<i>Main characteristics</i>
Satellite EROS B	May 2010	Pan	≈ 0,70 m	?	Due immagini stereo ed un'immagine centrale acquisita durante lo stesso passaggio/orbita. Tripletta: immagine Forward, Nadir e Backward.
	Aug 2010	Pan	≈ 0,70 m	?	
Aerial survey	Mar 2010	LiDAR	≤ 0,50 m	✓	Dati altimetrici acquisiti mediante il sistema LiDAR (Light Detection And Ranging system).
	May 2004	RGB	0,20 m	✓	Acquisizione di immagini nadirali parzialmente sovrapposte (endlap 60%, sidelap 20%).
	May 1998	RGB	1,00 m	✓	Applicazione di tecniche topografiche per la generazione di profili topografici ed ortofoto. Cartografia Tecnica Regione Campania (CTR)

Caso studio 2

Processo di generazione del DEM

«Monitoraggio di aree in frana mediante dati satellitari EROS-B»



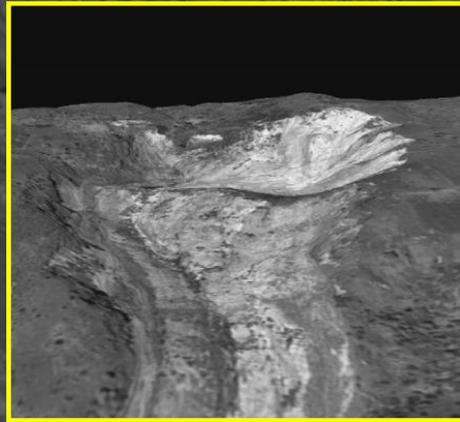
Scenario 3D generato da dati EROS-B

Zona di distacco/Area di alimentazione (Alt. \approx 820 m)

Corpo principale/Canale di trascinamento (Alt. \approx 600 m)

Length \approx 3.000 m

Zona di accumulo/deposito (Alt. \approx 420 m)



Confronto della morfologia dell'area di coronamento/alimentazione tra un'immagine acquisita mediante una camera reflex durante un sopralluogo in situ (sinistra) ed una rappresentazione 3D ottenuta mediante dati satellitari EROS-B (destra)



DEM LiDAR – Marzo 2010

Canale di trascinamento



Strada Statale – SS 90



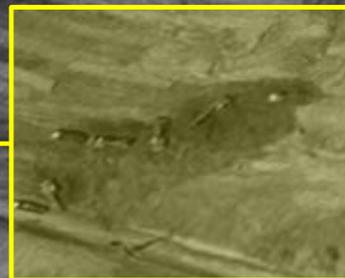
Area di deposito



Linea ferroviaria Benevento – Foggia



Dati EROS B – Maggio 2010



Strada Statale – SS90

Linea ferroviaria Benevento – Foggia

Dati EROS B – Agosto 2010

Strada Statale – SS90

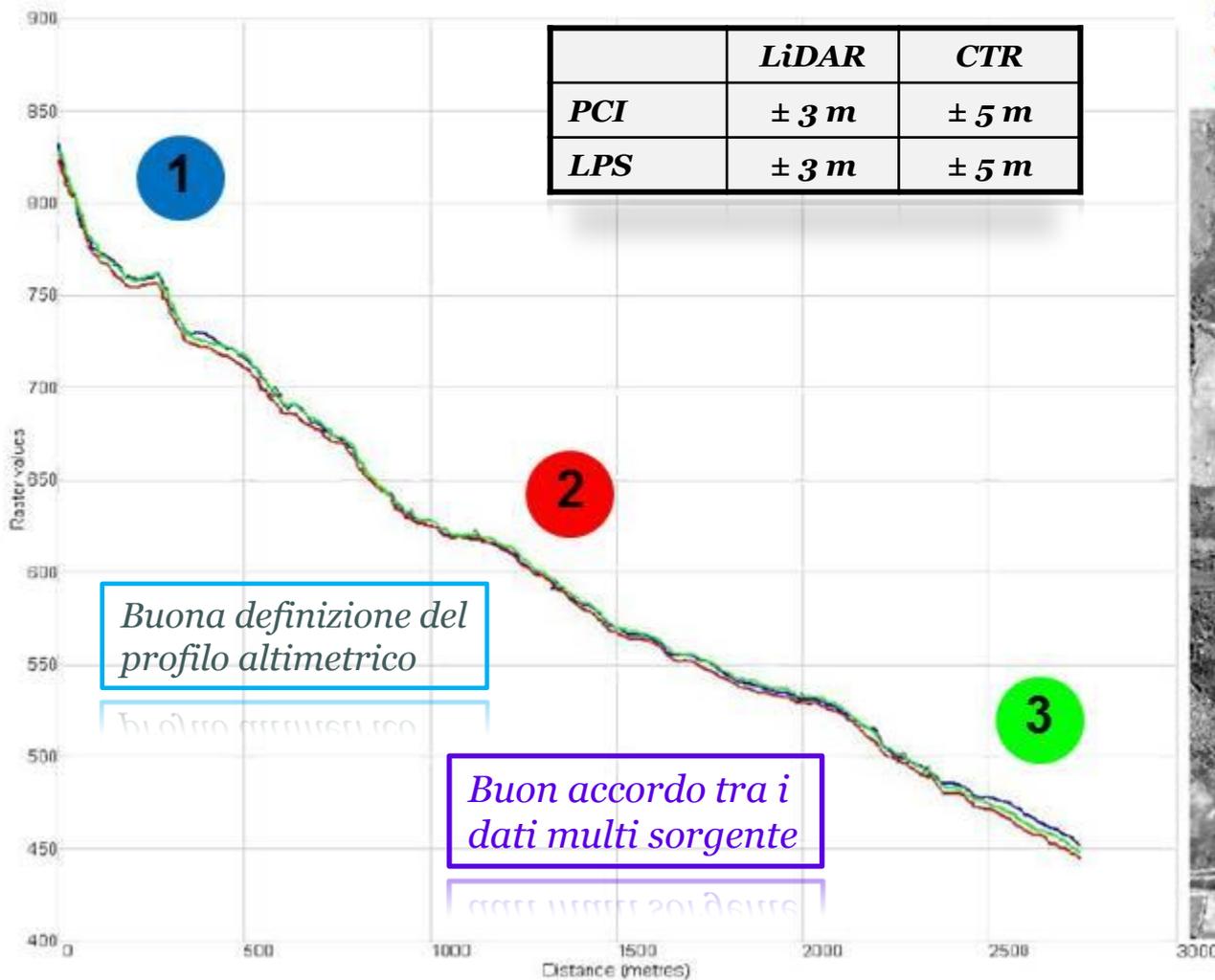


Linea ferroviaria Benevento – Foggia

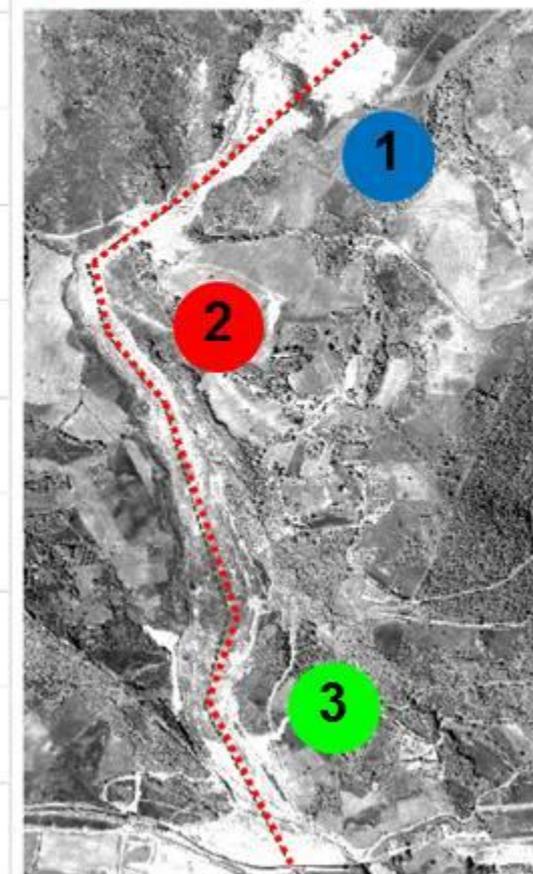


Caso studio 2

Analisi del profilo altimetrico dell'area in frana 1/2 «Monitoraggio di aree in frana mediante dati satellitari EROS-B»



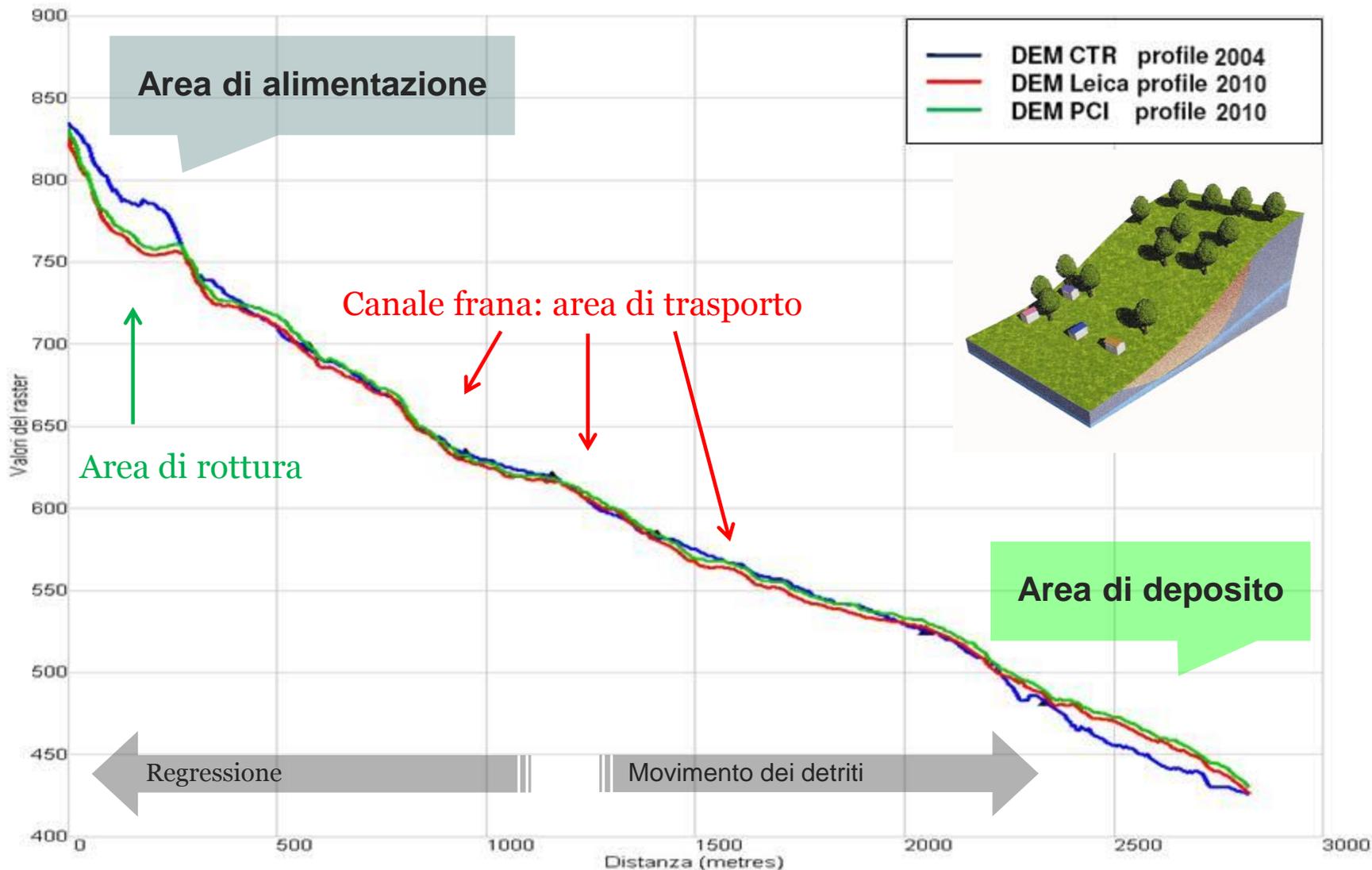
— DEM LiDAR profile
— DEM LEICA profile
— DEM PCI profile



Caso studio 2

Analisi del profilo altimetrico dell'area in frana 2/2

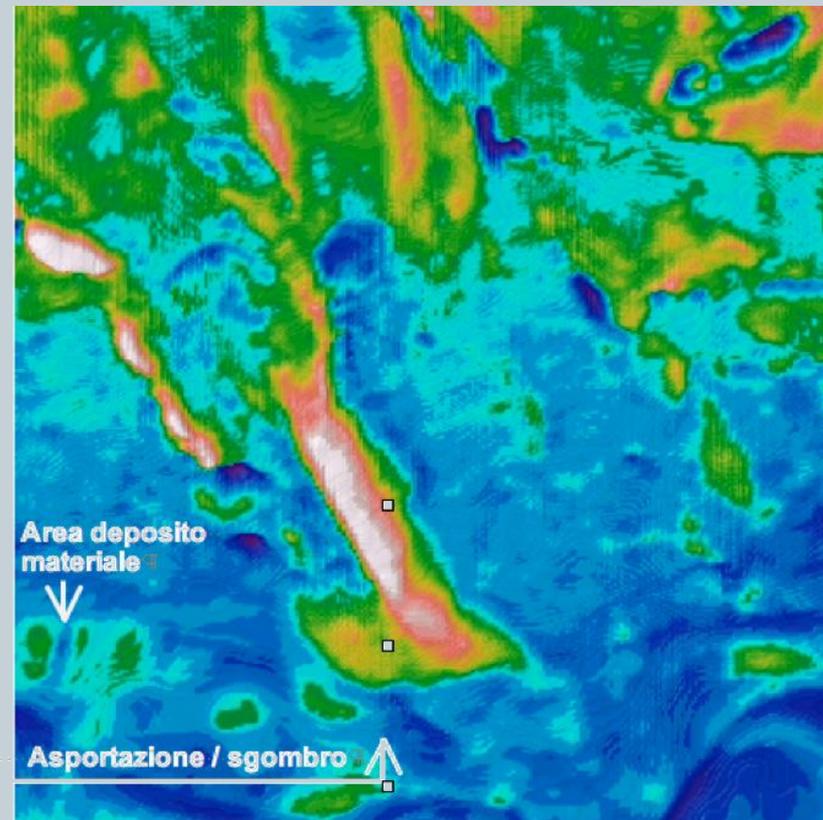
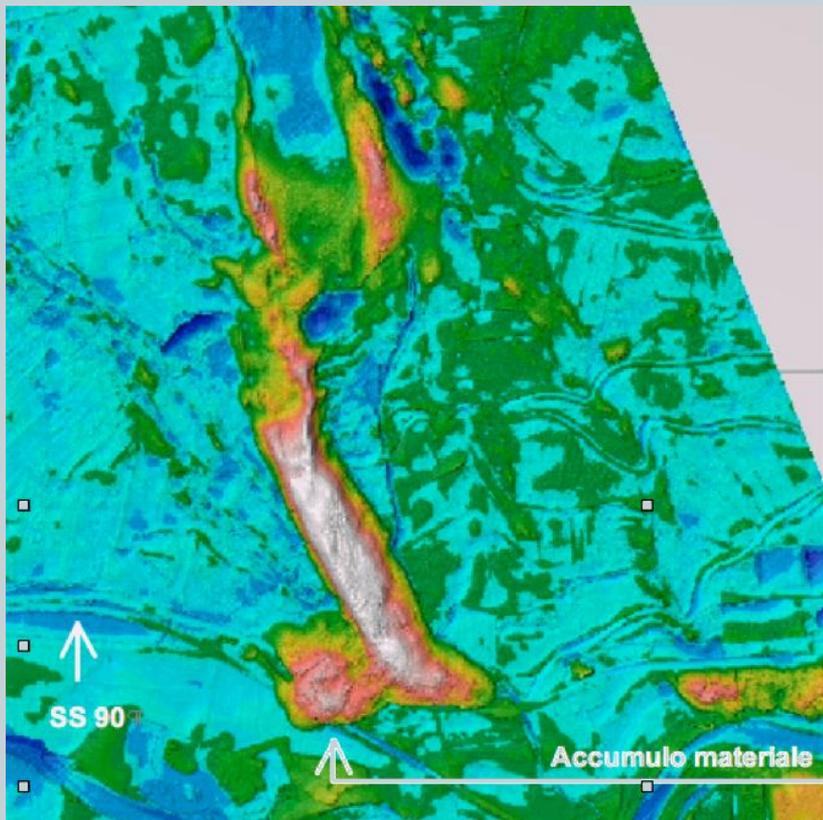
«Monitoraggio di aree in frana mediante dati satellitari EROS-B»



Caso studio 2

Analisi volumetriche 1/2

«Monitoraggio di aree in frana mediante dati satellitari EROS-B»



CTR DEM (Maggio 2004) Vs LiDAR DEM (Marzo 2010)

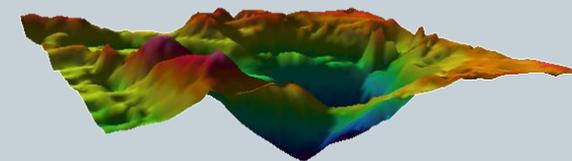
CTR DEM (Maggio 2004) Vs Eros B DEM (Agosto 2010)

Caso studio 2

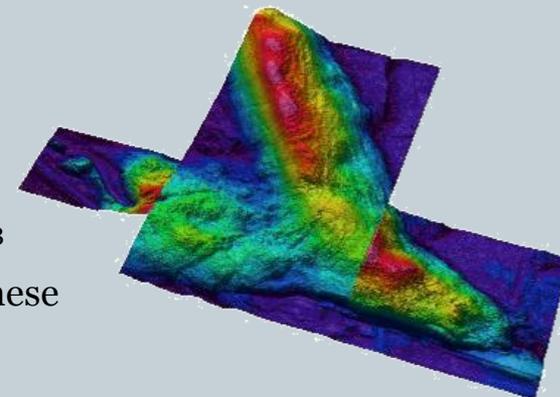
Analisi volumetriche 2/2

«Monitoraggio di aree in frana mediante dati satellitari EROS-B»

- Variazioni volumetriche nell'area di alimentazione:
 - $\text{LiDAR}_{04/2010}$ Vs $\text{CTR}_{04/2004} \approx -1.120.000 \text{ m}^3$
 - ✦ Detriti trasportati a valle
 - Variazioni trascurabili nel periodo Marzo – Agosto 2010
 - ✦ Periodo di inattività della frana
- Variazioni volumetriche nell'area di deposito:
 - $\text{LiDAR}_{04/2010}$ Vs $\text{CTR}_{04/2004} \approx +720.000 \text{ m}^3$
 - ✦ Materiale accumulatosi nell'area di deposito
 - $\text{EROS B}_{\text{Aug 2010}}$ Vs $\text{LiDAR}_{\text{May 2010}} \approx -348.000 \text{ m}^3$
 - ✦ Stima del materiale rimosso per la riapertura dei collegamenti stradali e ferroviari
- Stime condotte dal Dipartimento Protezione Civile (DPC)
 - Detriti trasportati a valle dalla frana nel Marzo 2010 $\approx +360.000 \text{ m}^3$
 - Materiale rimosso nel periodo Marzo – Agosto 2010 $\approx 120.000 \text{ m}^3/\text{mese}$



Analisi dell'area di alimentazione



Analisi dell'area di deposito

Caso studio 2

Conclusioni

«Monitoraggio di aree in frana mediante dati satellitari EROS-B»



- ✓ Monitoraggio della frana di Montaguto (AV)
- ✓ Generazione di modelli digitali del terreno (DEM) mediante dati satellitari EROS-B
 - Dati pancromatici ad altissima risoluzione spaziale (0,70 cm @ nadir)
 - Acquisizione di immagini stereoscopiche/triscopiche
- Analisi dei risultati ottenuti
 - Buon accordo tra i dati multisorgente/multiplatforma
 - Stime volumetriche in linea con quanto affermato dal DPC
- Applicazioni e vantaggi dei dati satellitari nel monitoraggio frane
 - **Supporto alle attività di messa in sicurezza**
 - **Supporto alle attività di ripristino**
 - **Generazione/aggiornamento cartografie**
 - **Incremento della risoluzione temporale**
- Applicazioni e sviluppi futuri
 - Monitoraggio e controllo discariche
 - Monitoraggio e controllo cave estrattive



Cave estrattive presso Roccarainola (NA)



MONITORAGGIO FRANE MEDIANTE TERRESTRIAL LASER SCANNER, STEREOSCOPIA SATELLITARE E TECNOLOGIA GNSS

4 Giugno 2014 - Roma

Sessione:

Workshop - Conferenza Tecnologie per il Territorio - Conferenza Tecnologie per la Città Intelligente - **Sicurezza del territorio e del costruito.**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!!!

Relatori

Ing. Gianpiero Amanzio – ISE-NET Srl

Ing. Nicomino Fiscante – Geoslab Srl

isenet.to@gmail.com

n.fiscante@geoslab.it