Eventi meteo intensi e frane superficiali in Toscana

@ Massimo Perna - lamma.rete.toscana.it

GRUPPO DI LAVORO:

Consorzio LaMMA: Massimo Perna - Francesco Manetti - Giulio Betti - Giorgio Bartolini - Valerio Capecchi

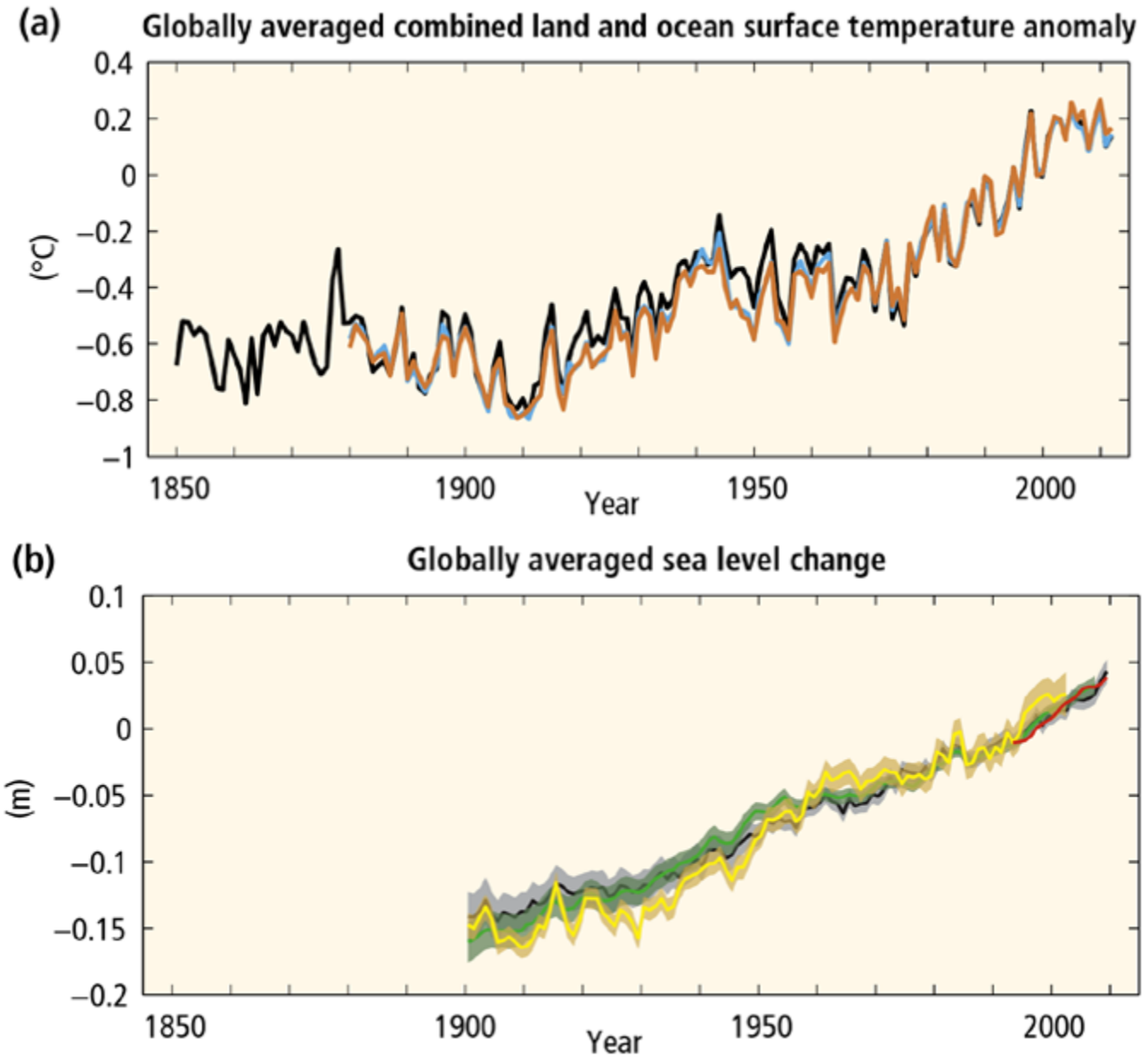
Regione Toscana: Carlo Villoresi - Guido Lavorini

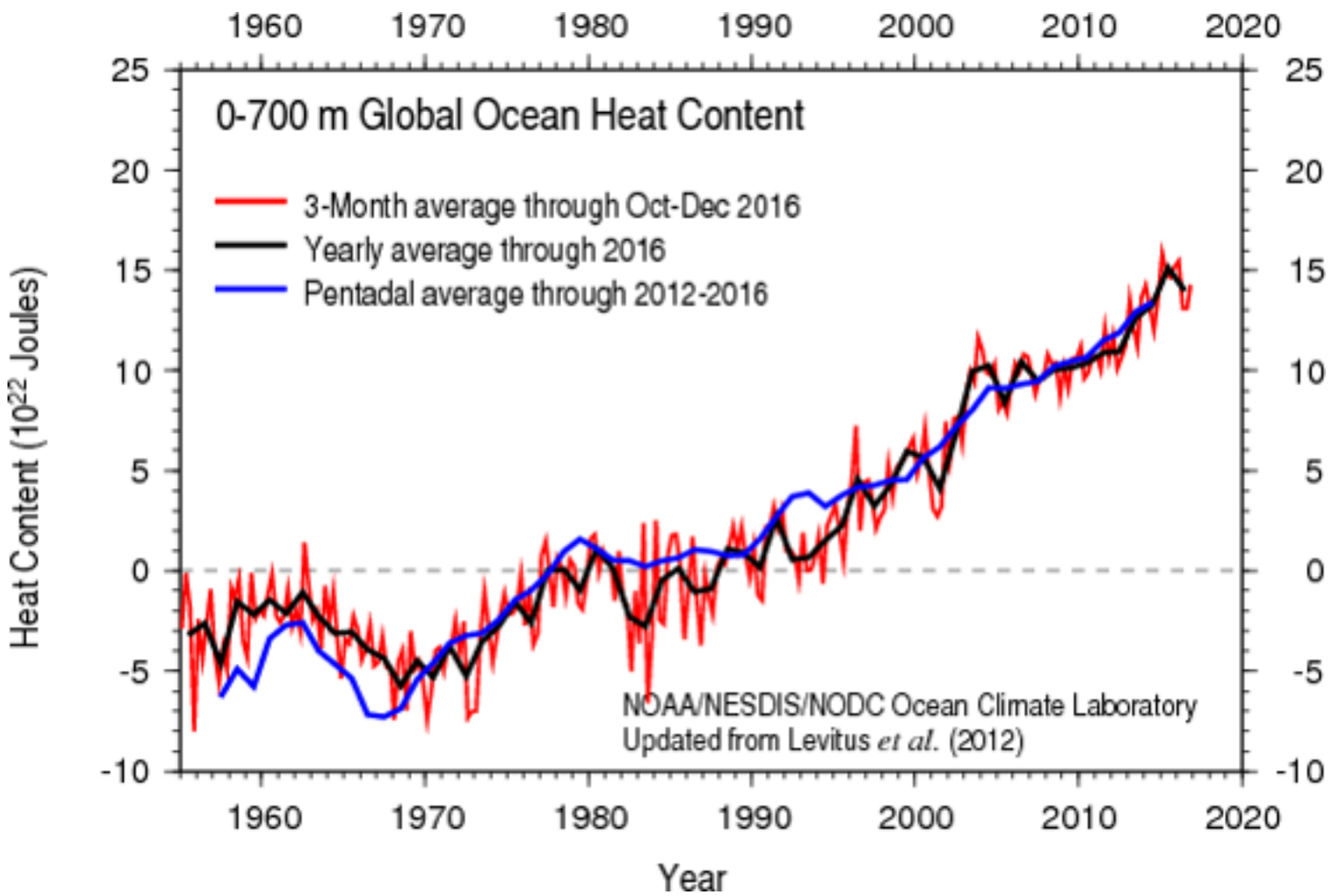
Licenza CC BY-SA 3.0 IT

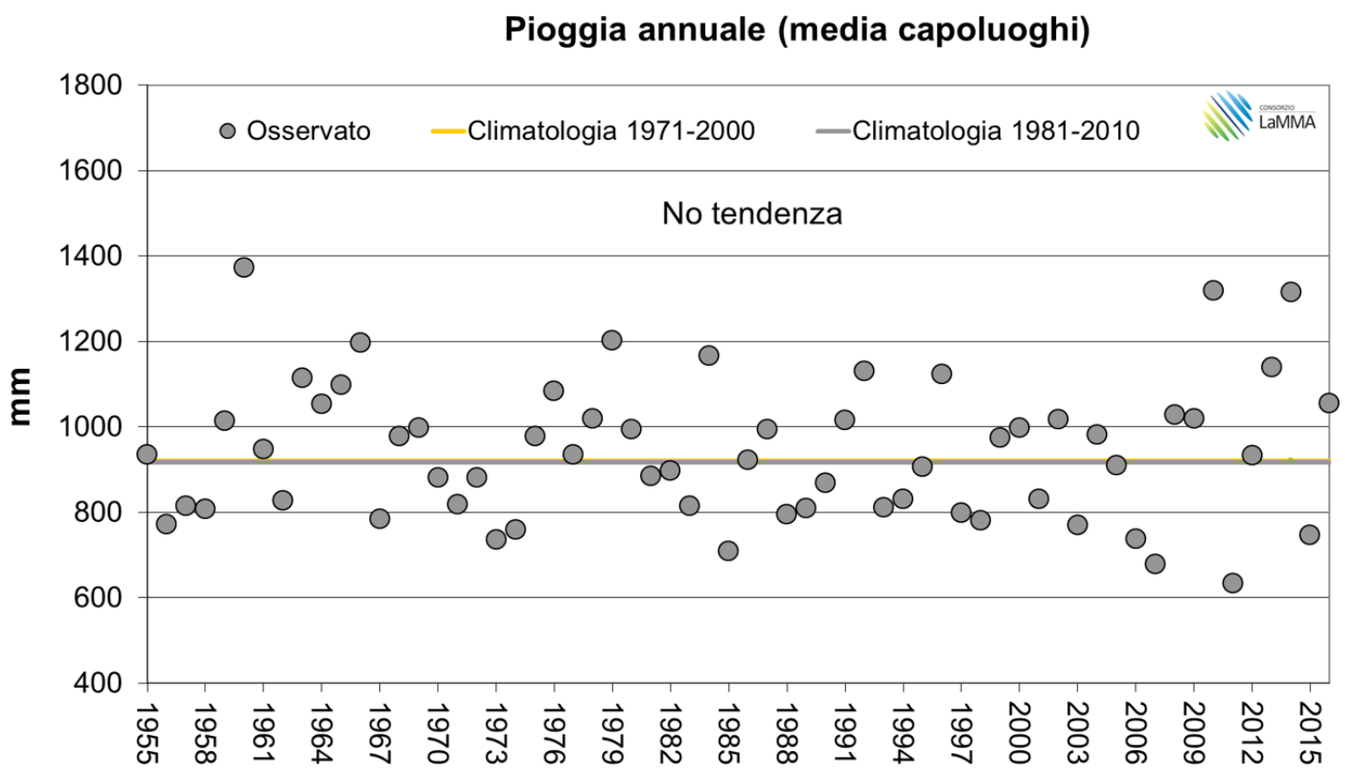
Sommario

- Cambiamento climatico ed eventi di precipitazione intensa in Toscana
- Individuazione e caratterizzazione nel tempo e nello spazio degli eventi meteo intensi
- Individuazione di fenomeni franosi innescati da eventi meteo intensi attraverso l'analisi di immagini satellitari
- Casi studio: Aulla 2011 - Gennaio/Febbraio 2014

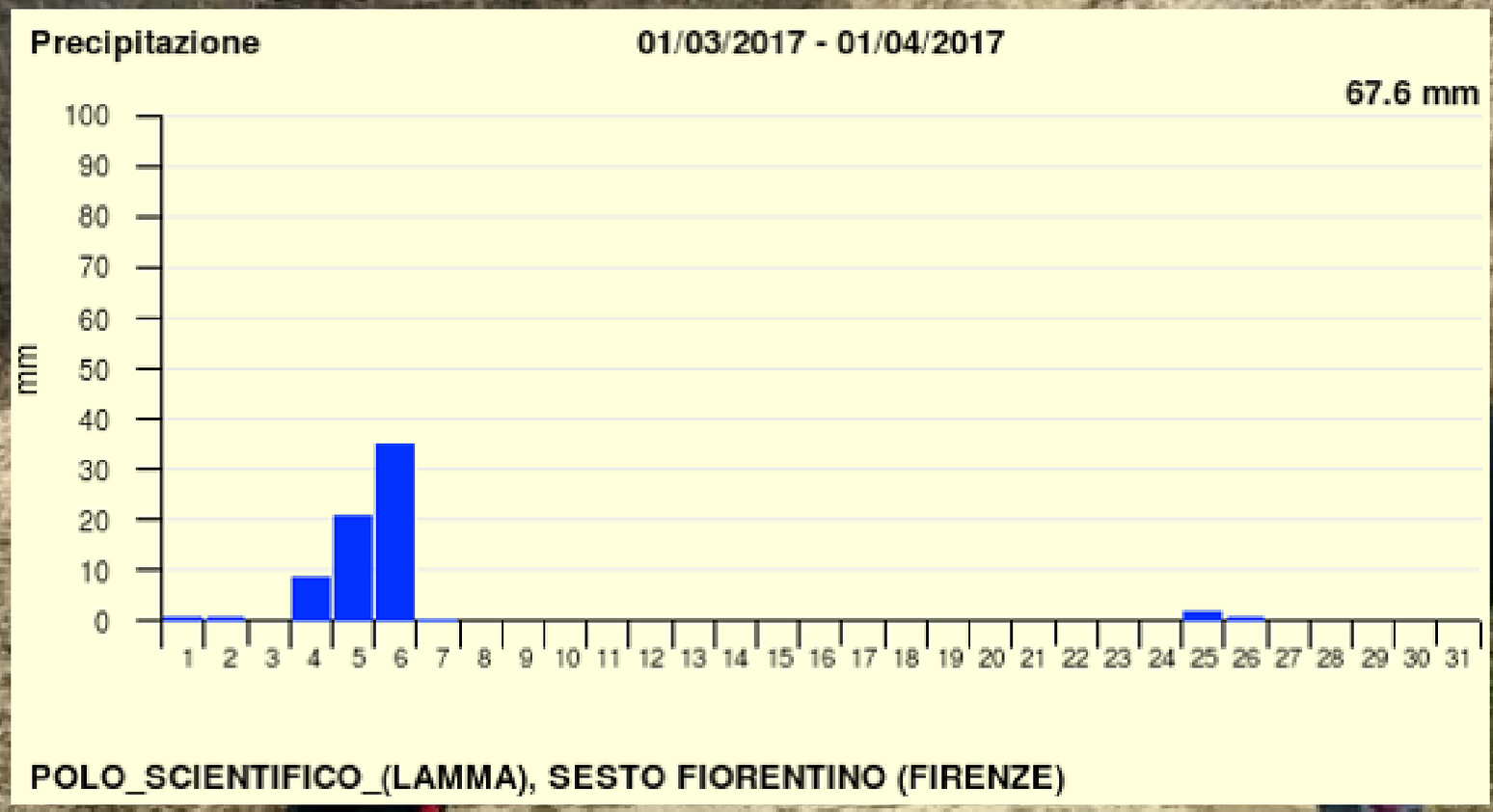
- Cambiamento climatico ed eventi di precipitazione intensa in Toscana -


(a)
Globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly
0.4
0.2
0
−0.2
−0.4
−0.6
−0.8
−1
(°C)
1850
1900
1950
2000
Year
(b)
Globally averaged sea level change
0.1
0.05
0
−0.05
−0.1
−0.15
−0.2
(m)
1850
1900
1950
2000
Year


0-700 m Global Ocean Heat Content
3-Month average through Oct-Dec 2016
Yearly average through 2016
Pentadal average through 2012-2016
NOAA/NESDIS/NODC Ocean Climate Laboratory
Updated from Levitus et al. (2012)
Heat Content (10^22 Joules)
Year
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
25
20
15
10
5
0
-5
-10



Forte variabilità di anno in anno



Media climatologia: **59 mm**

Confronto climatologia (1971/2000) - Gennaio 2014

Capoluogo	Media 1971-2000 (mm)	Gennaio 2014 (mm)	SURPLUS %
Livorno	57	285	**400%**
Pisa	65	255	**290%**
Massa C.	117	435	270%
Prato	80	260	230%
Firenze	61	200	225%
Lucca	116	360	210%
Pistoia	123	340	175%

FERROVIA PORRETTANA 05/01/2014

reno 2014

PIAGGIAGRANDE (BARGA - LU) - 20/01/2014
4 © giornaledibarga.it
6.3

PANICAGLIA (BORGO SAN LORENZO - FI) - 31/01/2014
la nazione - 2014

ROCCALBEGNA (GR) - 14/02/2014

meteoweb.eu - 2014

- Cambiamento climatico ed eventi di precipitazione intensa in Toscana -

11-12 Novembre - ALBINIA

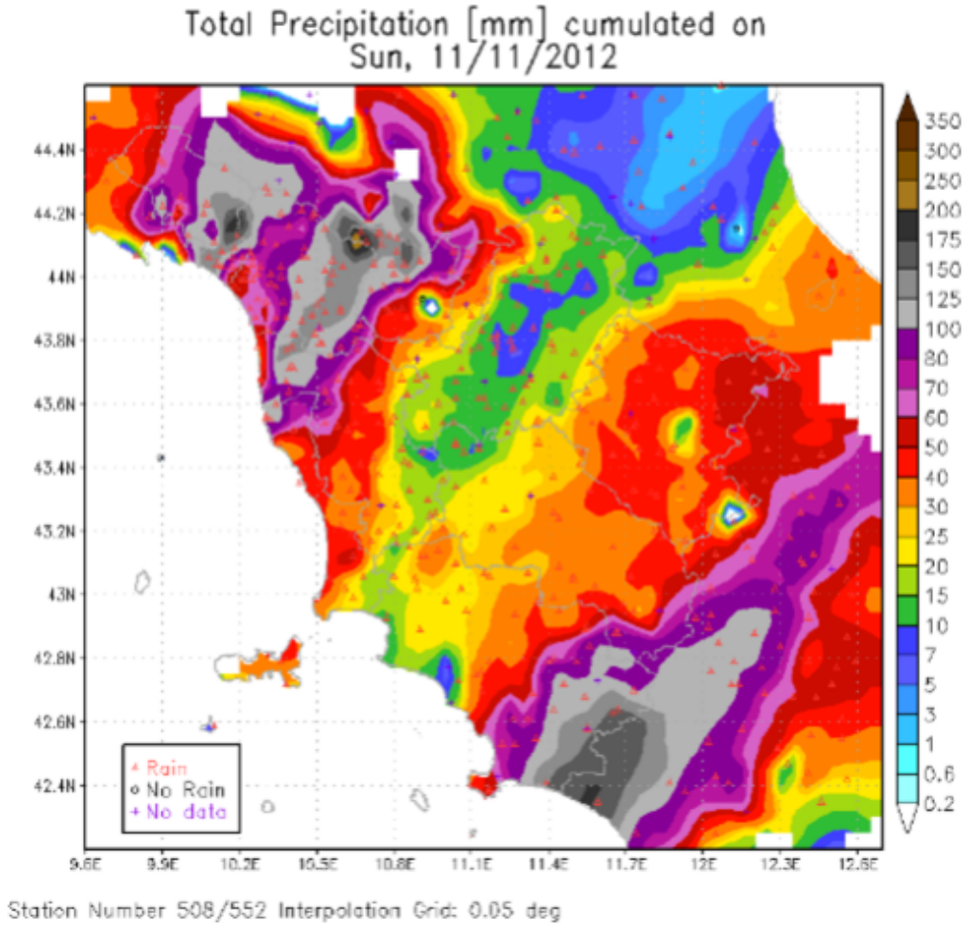
STAZ. METEO ALBINIA
360 mm/12h

TR: 50 anni

UMVT

Protezione Civile Toscana - UMVT

13/11/2012 13.10.27 (+1,0 hrs) Dir=ESE Lat=42,50879 Lon=11,20738 Alt=266ft MSL WGS 84



ALBINIA

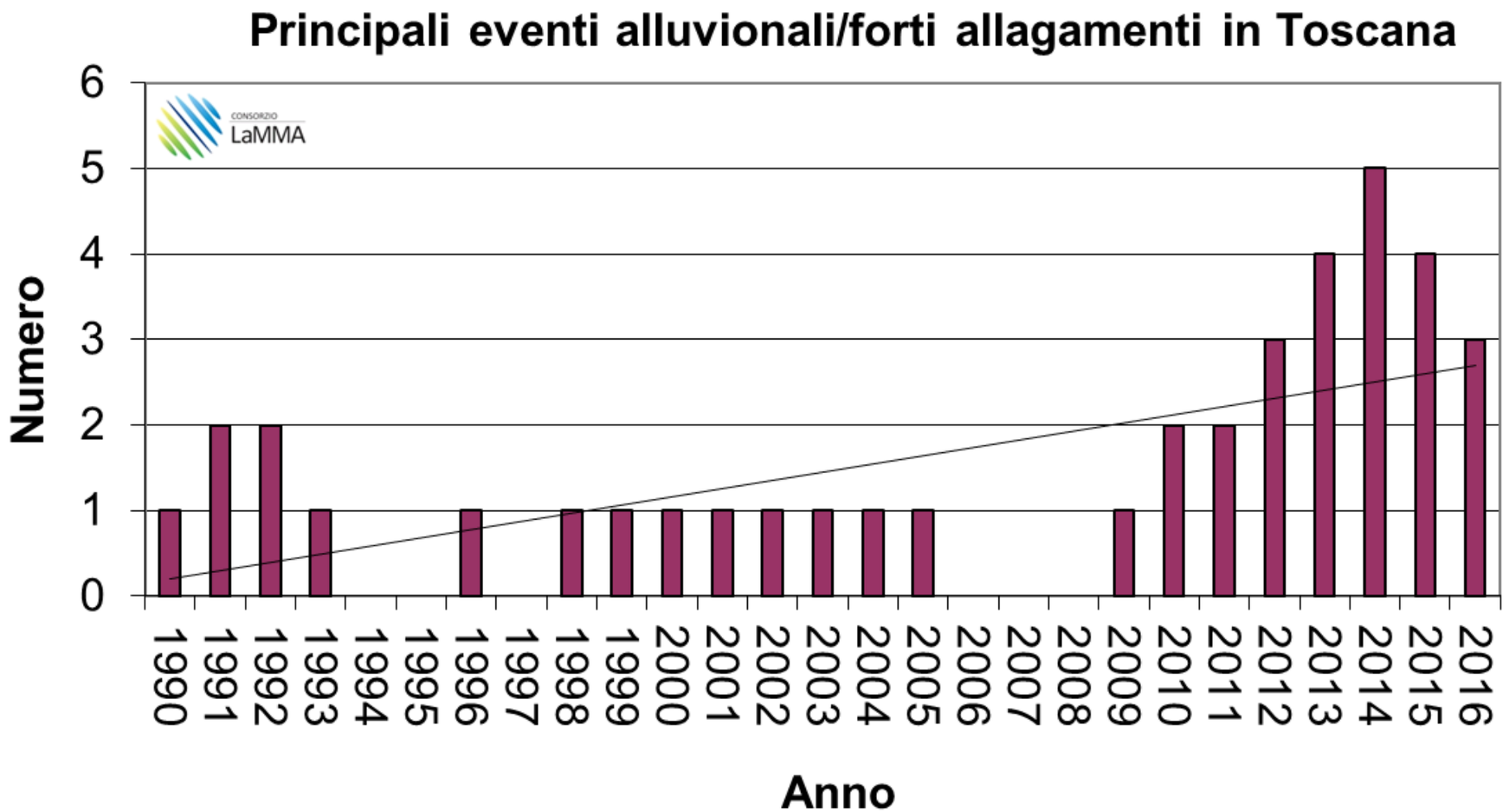
360 mm/12h

TR > 50 anni

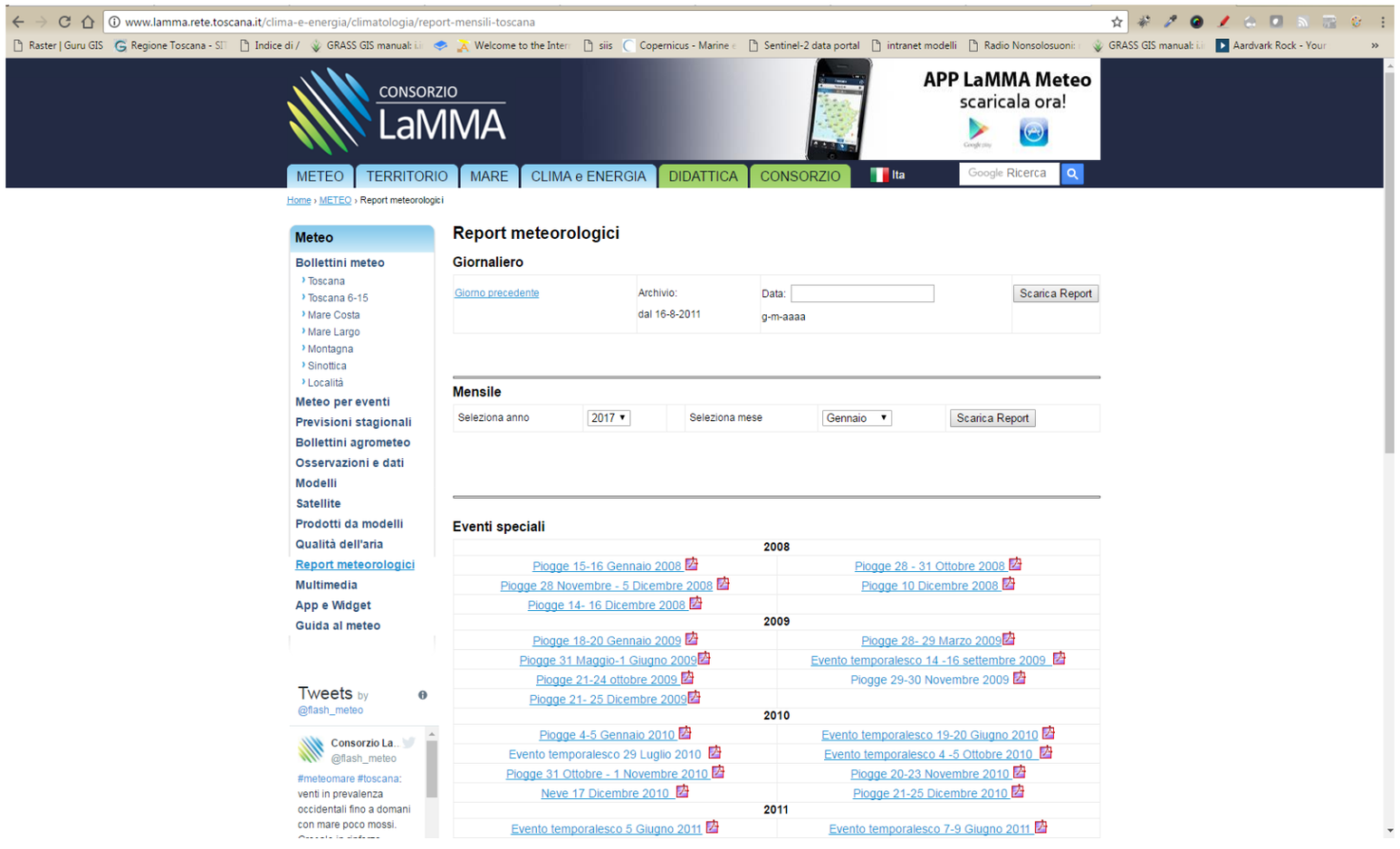
CARRARA

360 mm/12h

TR > 50 anni


Principali eventi alluvionali/forti allagamenti in Toscana
CONSORZIO LaMMA
Numero
0
1
2
3
4
5
6
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
Anno

Riconoscimento temporale degli eventi meteo intensi



htttp://lamma.rete.toscana.it/clima-e-energia/climatologia/report-mensili-toscana

- Base temporale: precipitazioni cumulate giornaliere
- Individuazione su base euristica/statistica
- Si tiene conto delle notizie sui dissesti occorsi attraverso i mass media
- Si acquisiscono informazioni su dissesti occorsi attraverso varie fonti regionali (Uff. Genio Civile - Prot. civile ecc.)
- Altre segnalazioni (Scheda di segnalazione dei dissesti...)

Al momento sono stati individuati e caratterizzati **71** eventi dal 2004 al 2016 su tutto il territorio regionale

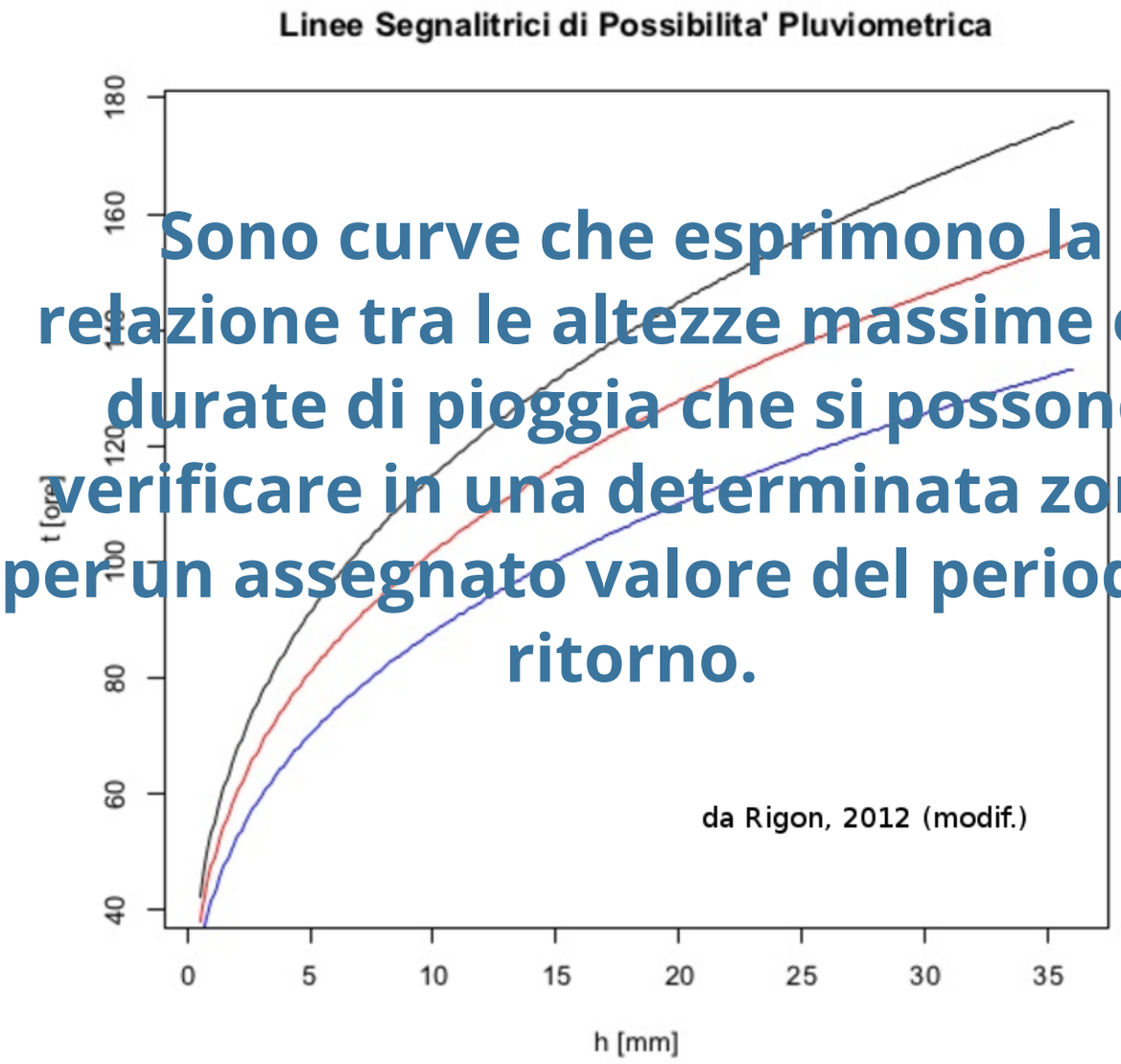
N°EVENTO	ANNO	EVENTO
1	2008	15-16 gen.
2		28-31 ott.
3		28 nov-1 dic.
4		4-5 dic.
5		10 dic.
6		15-16 dic.
7	2009	18-20 gen.
8		28-29 mar.
9		31 mag-1 giu.
10		14-16 sett.
11		21-24 ott.
12		29-30 nov.
13		22-25 dic.

Riconoscimento spaziale degli eventi meteo intensi

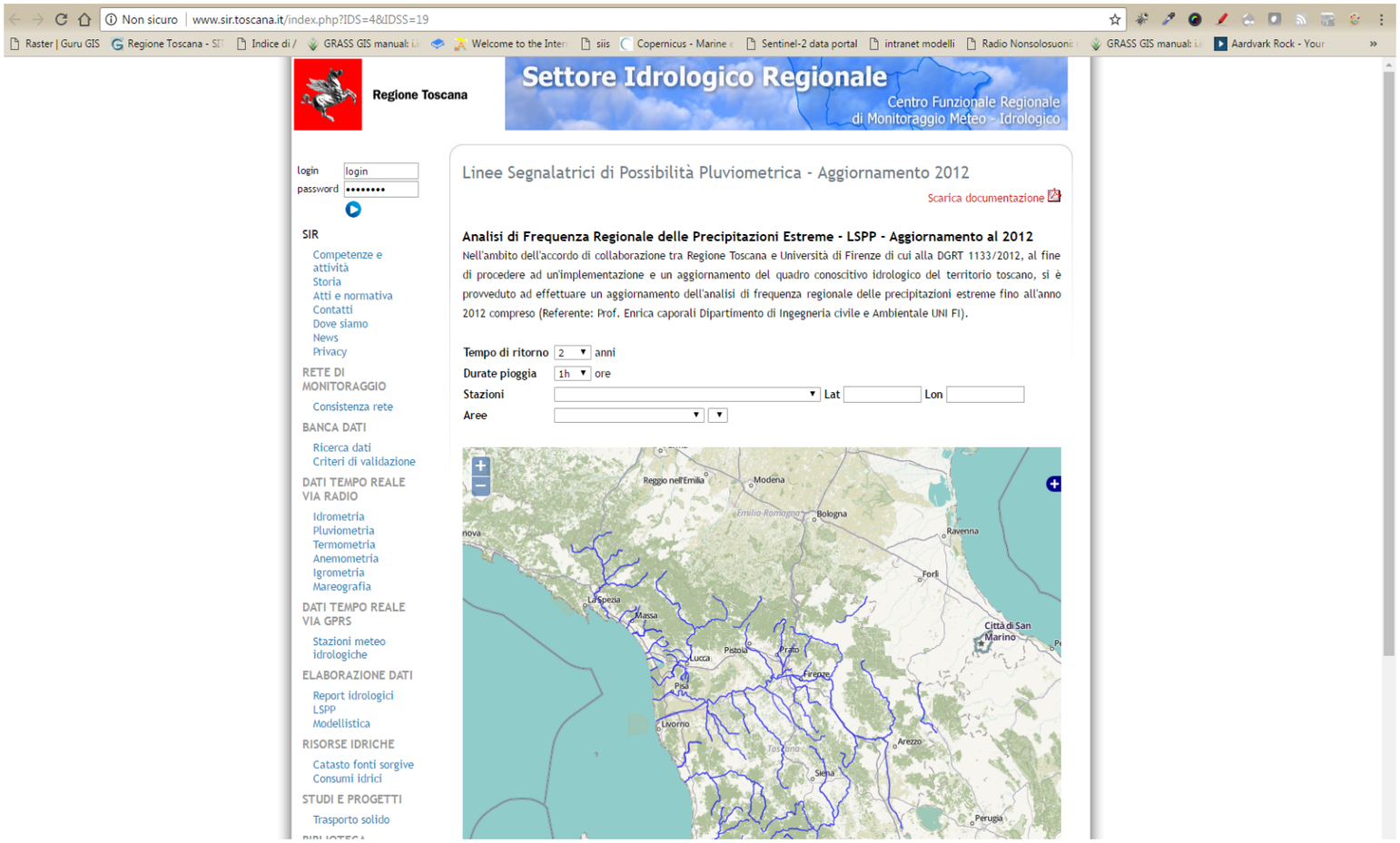
Utilizzo del lavoro di UNIFI (Dip. Ingegn. Civ. e Amb.) realizzato per il CFR:

Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme - LSPP - Aggiornamento al 2012

Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica



Sono curve che esprimono la relazione tra le altezze massime e le durate di pioggia che si possono verificare in una determinata zona, per un assegnato valore del periodo di ritorno.



http://www.sir.toscana.it/index.php?IDS=4&IDSS=19

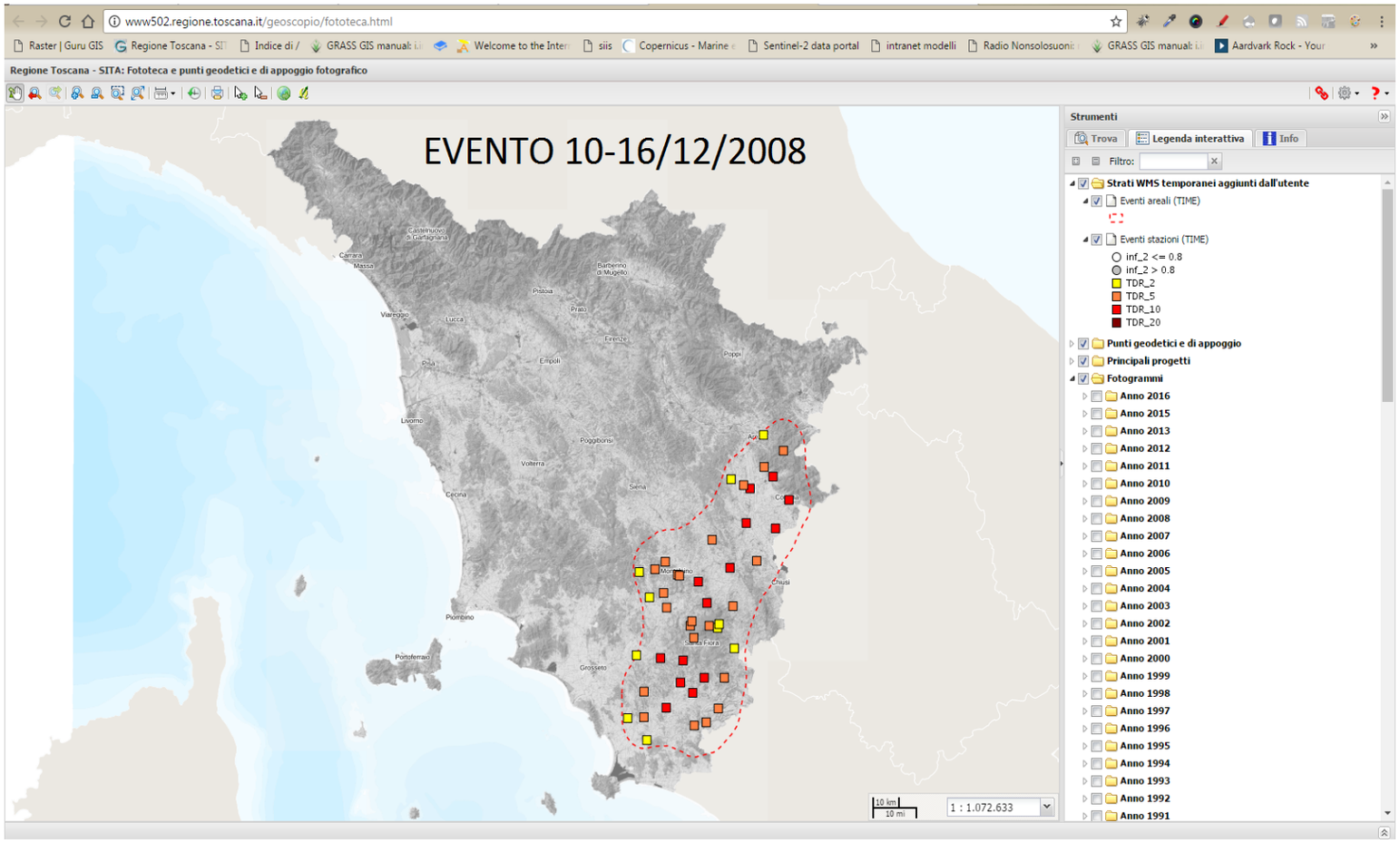
Legge di potenza che lega l'altezza di pioggia cumulata alla sua durata, in relazione ad uno specifico tempo di ritorno:

$$h(t) = a * t^n$$

In questo modo si sono calcolate, per ciascun evento (avente una durata determinata - 24h, 48h, 72h ecc.) e per ciascuna stazione, le altezze di pioggia relative a diversi tempi di ritorno (2 anni, 5 anni, 10 anni, ecc.)

Per ciascun evento si sono individuate le stazioni che hanno registrato un'altezza di pioggia pari o superiore a qualla relativa ad un determinato tempo di ritorno dell'evento

Questo ha permesso di individure le aree che sono state interessate da eventi di particolare intensità rispetto ai massimi di pioggia registrati in ciascuna stazione


www502.regione.toscana.it/geoscopio/fototeca.html
Regione Toscana - SITA: Fototeca e punti geodetici e di appoggio fotografico
EVENTO 10-16/12/2008
Strumenti
Trova
Legenda interattiva
Info
Filtro:
Strati WMS temporanei aggiunti dall'utente
Eventi areali (TIME)
Eventi stazioni (TIME)
inf_2 <= 0.8
inf_2 > 0.8
TDR_2
TDR_5
TDR_10
TDR_20
Punti geodetici e di appoggio
Principali progetti
Fotogrammi
Anno 2016
Anno 2015
Anno 2013
Anno 2012
Anno 2011
Anno 2010
Anno 2009
Anno 2008
Anno 2007
Anno 2006
Anno 2005
Anno 2004
Anno 2003
Anno 2002
Anno 2001
Anno 2000
Anno 1999
Anno 1998
Anno 1997
Anno 1996
Anno 1995
Anno 1994
Anno 1993
Anno 1992
Anno 1991
1 : 1.072.633

Individuazione dei fenomeni franosi innsescati da eventi di pioggia intensa

- Acquisizione di due immagini satellitari ad alta risoluzione (pre e post evento)
- Analisi dei cambiamenti nello *stack bi-temporale* attraverso tecniche semi-automatiche
- Individuazione e digitalizzazione delle aree di possibili disseti
- Verifica attraverso immagini a più alta risoluzione (ortofoto) e/o rilievi diretti

Eventi analizzati

Evento	Sensore	Risoluzione	Data pre	Data post
Aulla, 24-25/Ottobre/2011	Rapid eye	5 m	13/10/2011	29/10/2011
Serchio, 25/Dicembre/2009	Rapid eye	5 m	09/12/2009	09/04/2010
Vari eventi, gennaio-febbraio/2014	Spot 6	1.5 m	17/12/2013	24/02/2014
Prov. Pistoia, 10 febbraio/2016	Spot 6	1.5 m	04/02/2016	11/02/2016

Casi studio

- Aulla ottobre 2011

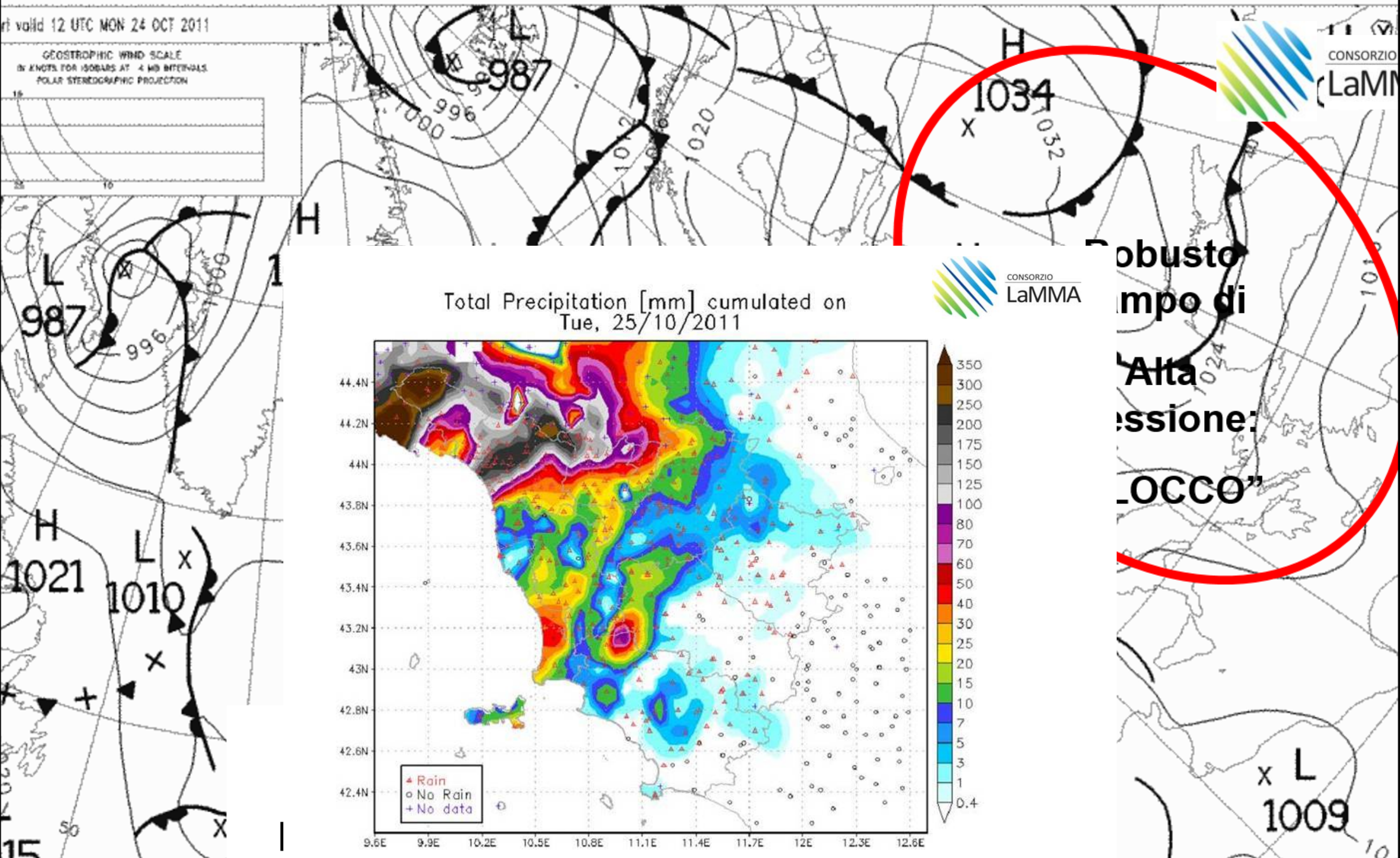
- Eventi gennaio-febbraio 2014

Individuazione dei fenomeni franosi innescati da eventi di pioggia intensa - evento Aulla 2011

25 ottobre 2011: Aulla 360mm/12h

PERCHÉ UN EVENTO “TANTO” ESTREMO?

- **Lungo periodo di alta pressione senza precipitazioni significative: accumulo di un surplus di energia nel sistema (>sst, >umidità, >temperature dell’aria)**
- **Presenza di un “blocco” anticiclonico sui Balcani e sulla Russia**
- **Caratteristiche orografiche (Mulazzo acclività media = 23.18°)**



CONSORZIO LaMMA

Total Precipitation [mm] cumulated on Tue, 25/10/2011

obusto

mpo di

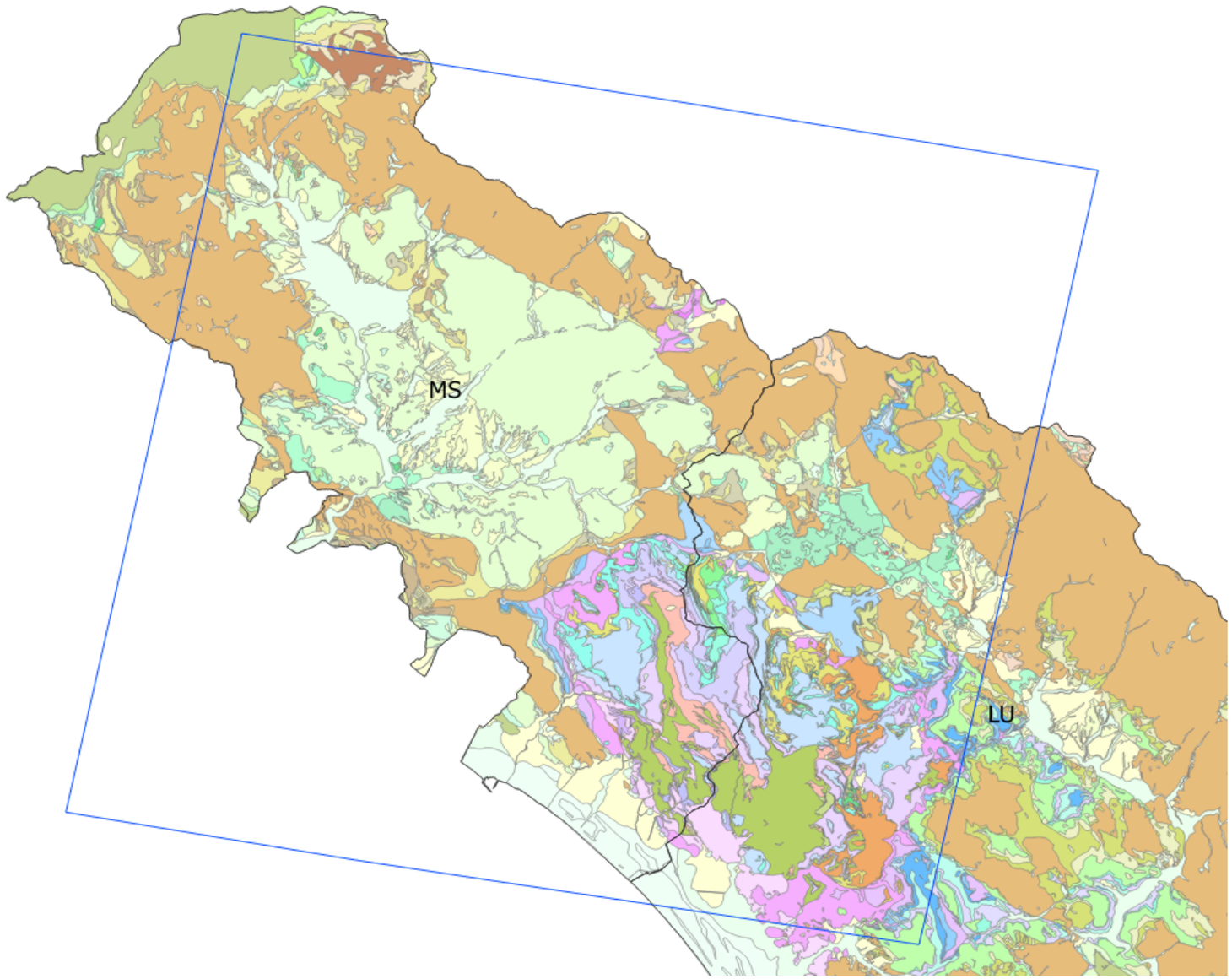
Alta

essione:

_OCCO”

Immagini satellitari acquisite

Immagini satellitari acquisite

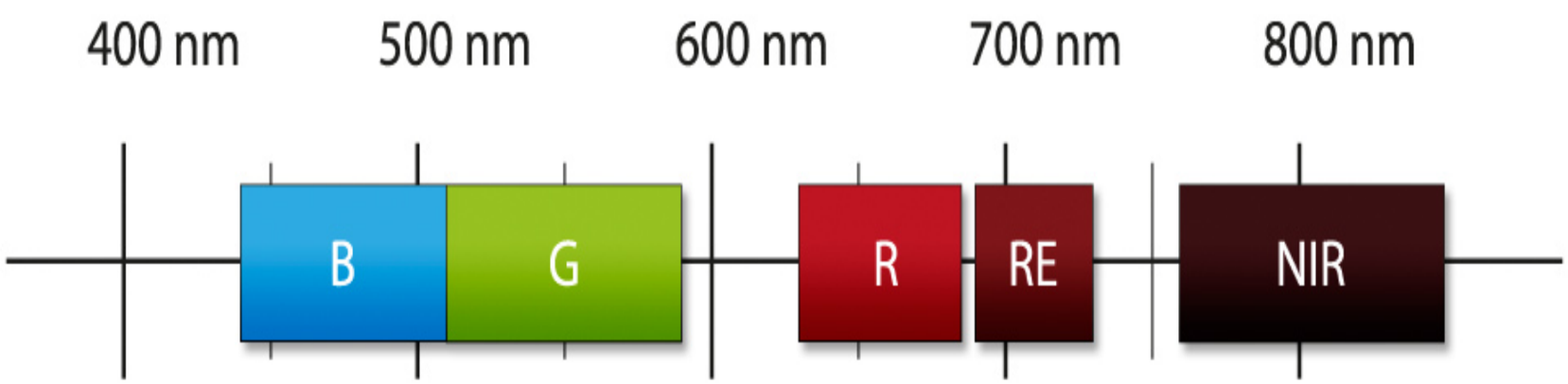


il sistema satellitare RapidEye

- 5 satelliti sulla stessa orbita polare (alta risoluzione temporale);
- immagini con una risoluzione finale di 5 metri per pixel;

il sistema satellitare RapidEye

cinque bande spettrali: blu, verde, rosso, rosso-profondo e vicino-infrarosso.



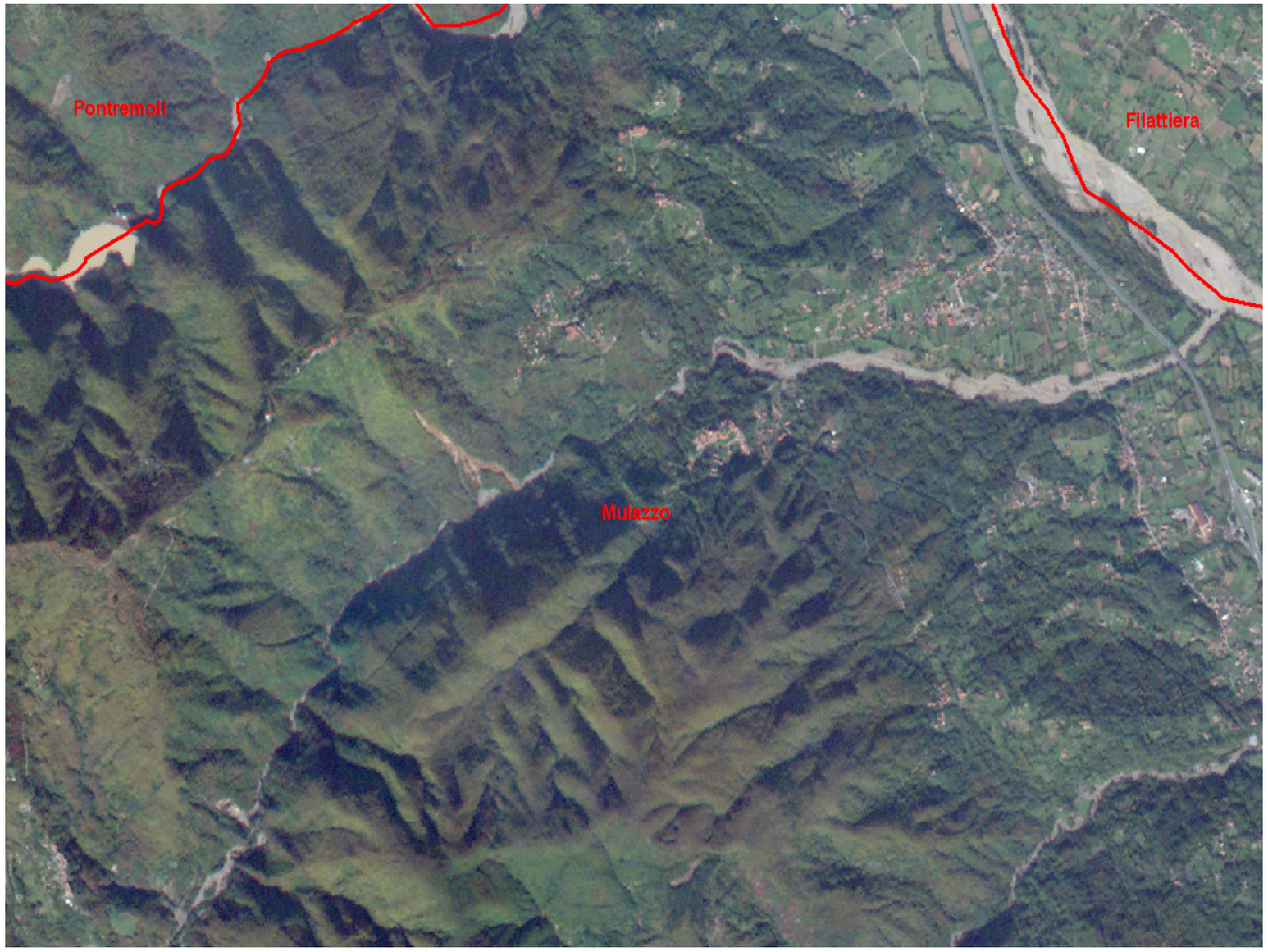
Pre-processing

- **Ortorettifica**
- **Co-registrazione spaziale**
- **Co-registrazione radiometrica**

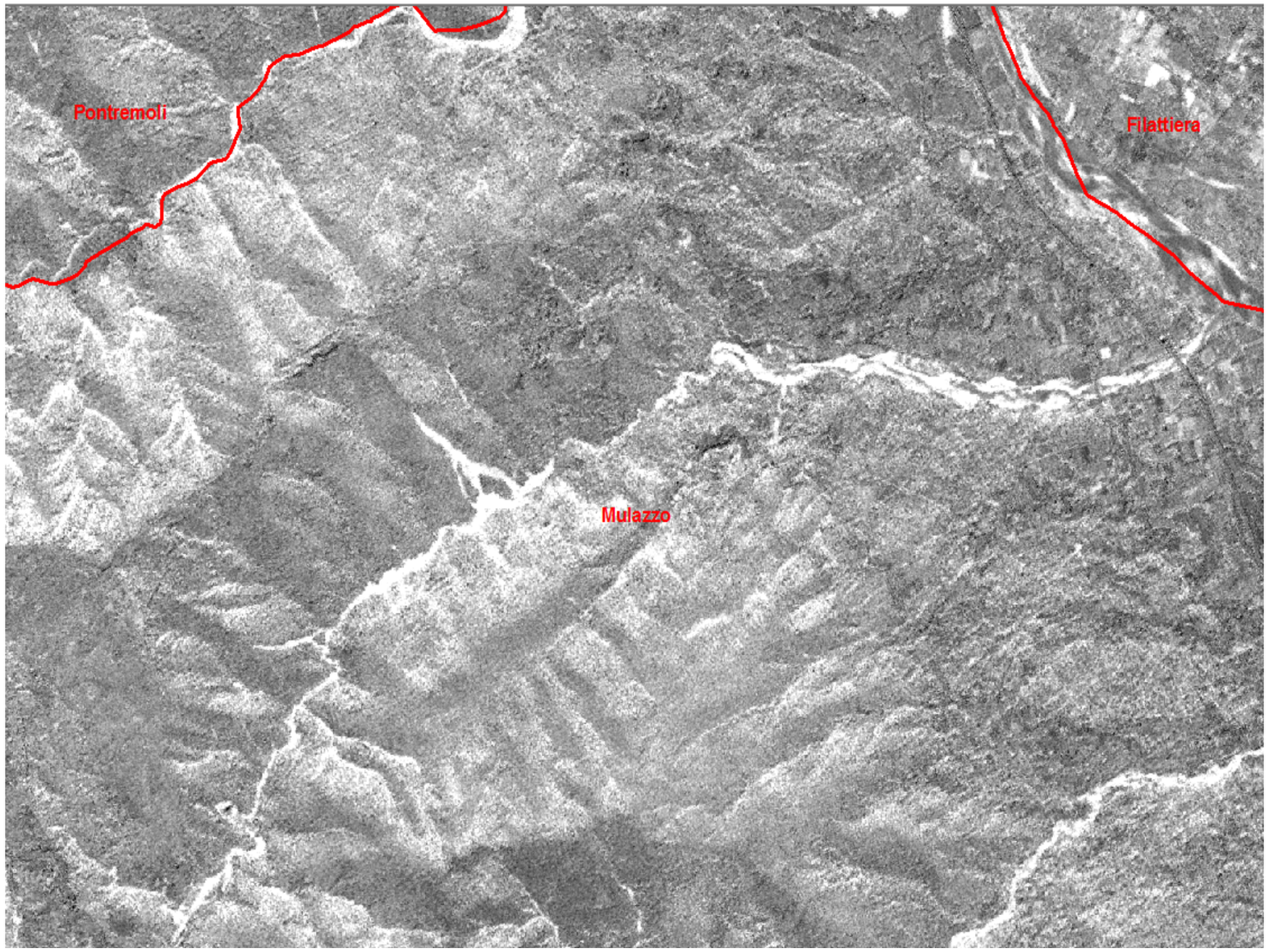
Calcolo degli indici

- **Δ Normalized Difference Vegetation Index (Δ NDVI)**
- **Spectral Angle (SA)**
- **Principal Component Analysis (PCA) utilizza il momento I e II di una distribuzione (media e varianza)**
- **Idipendent Component Analysis (ICA) utilizza i momenti superiori (ad es. il momento III ovvero l'indice di asimmetria - skewness)**

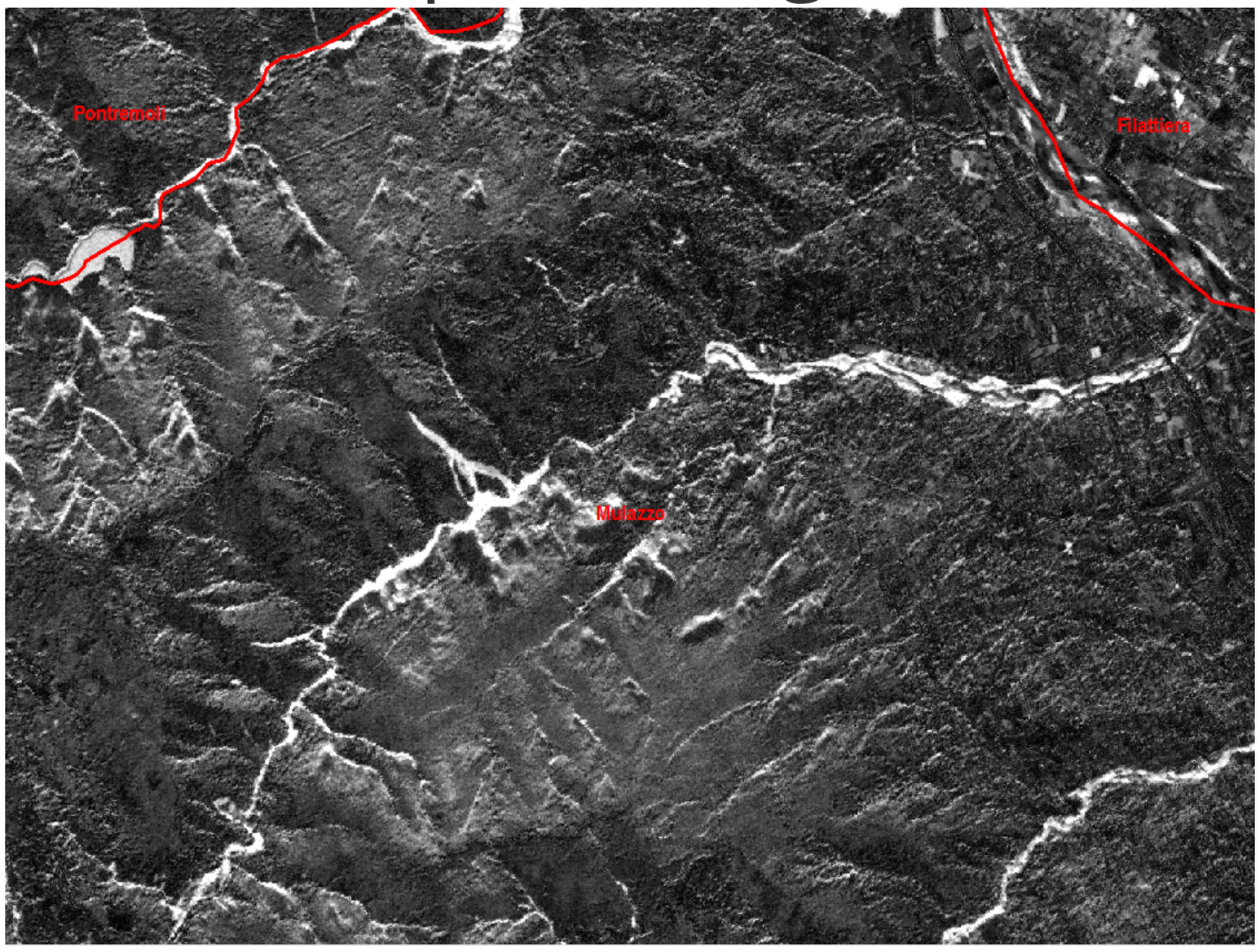
RGB



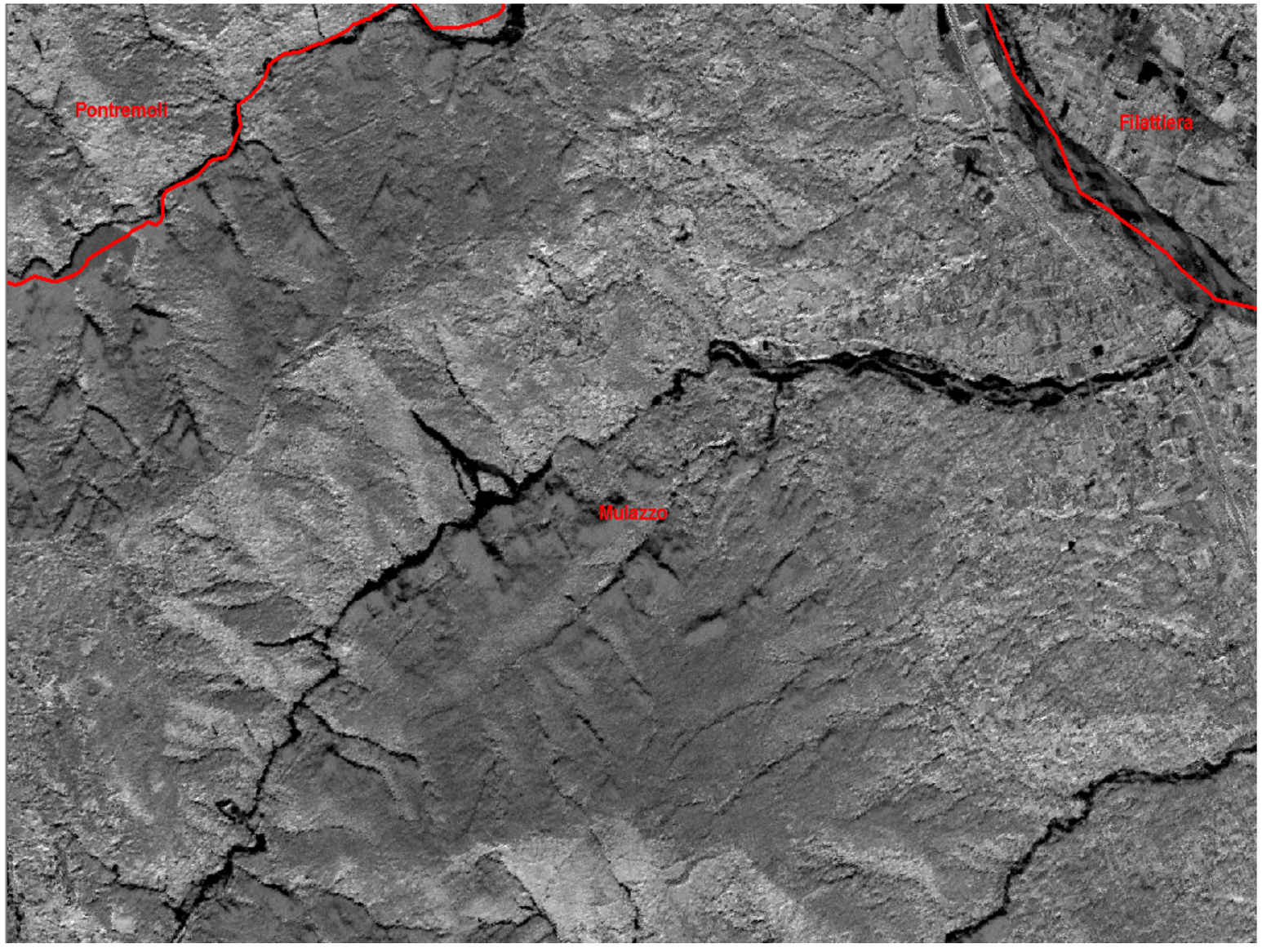
Δ NDVI



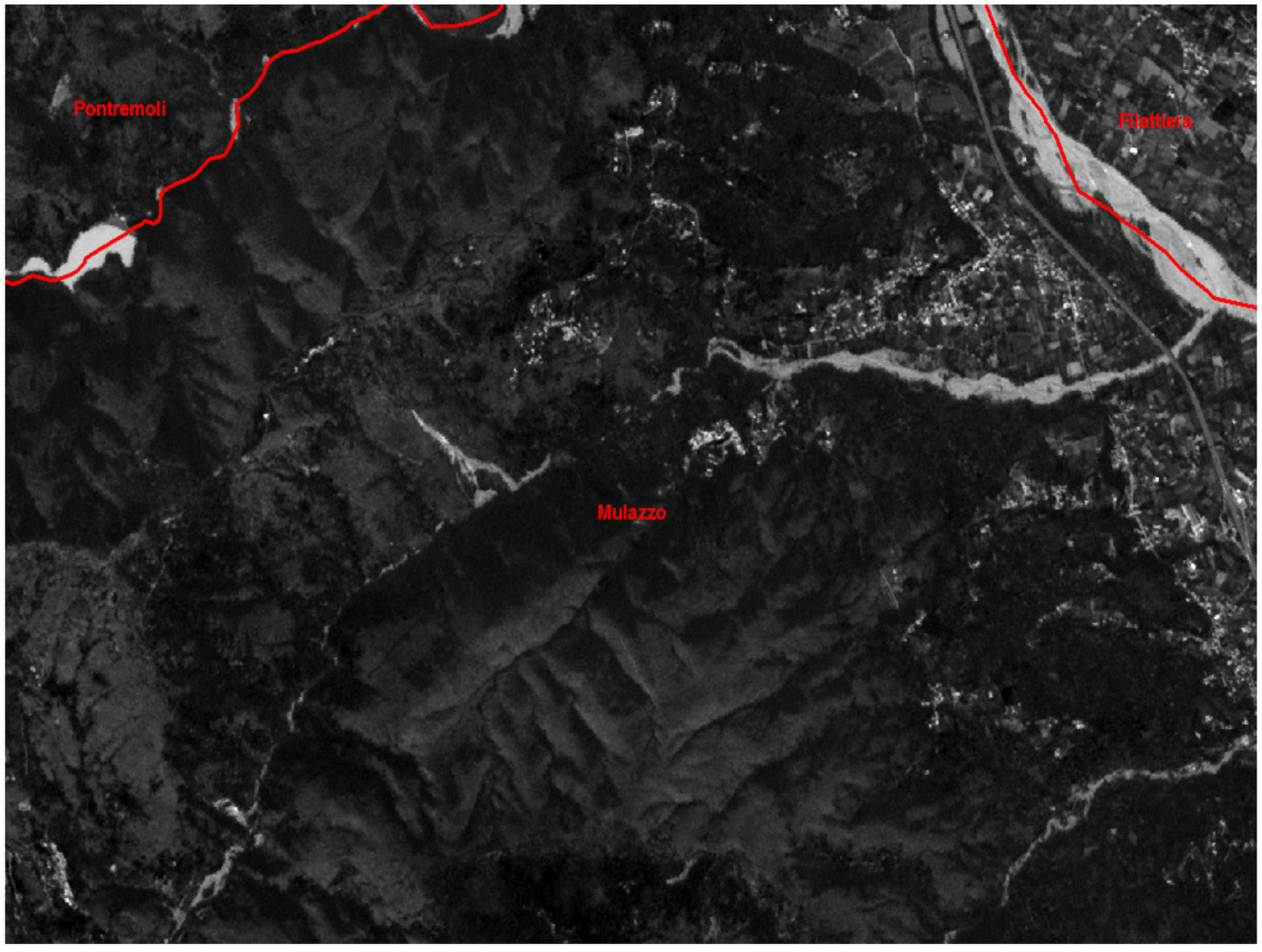
Spectral Angle



PCA



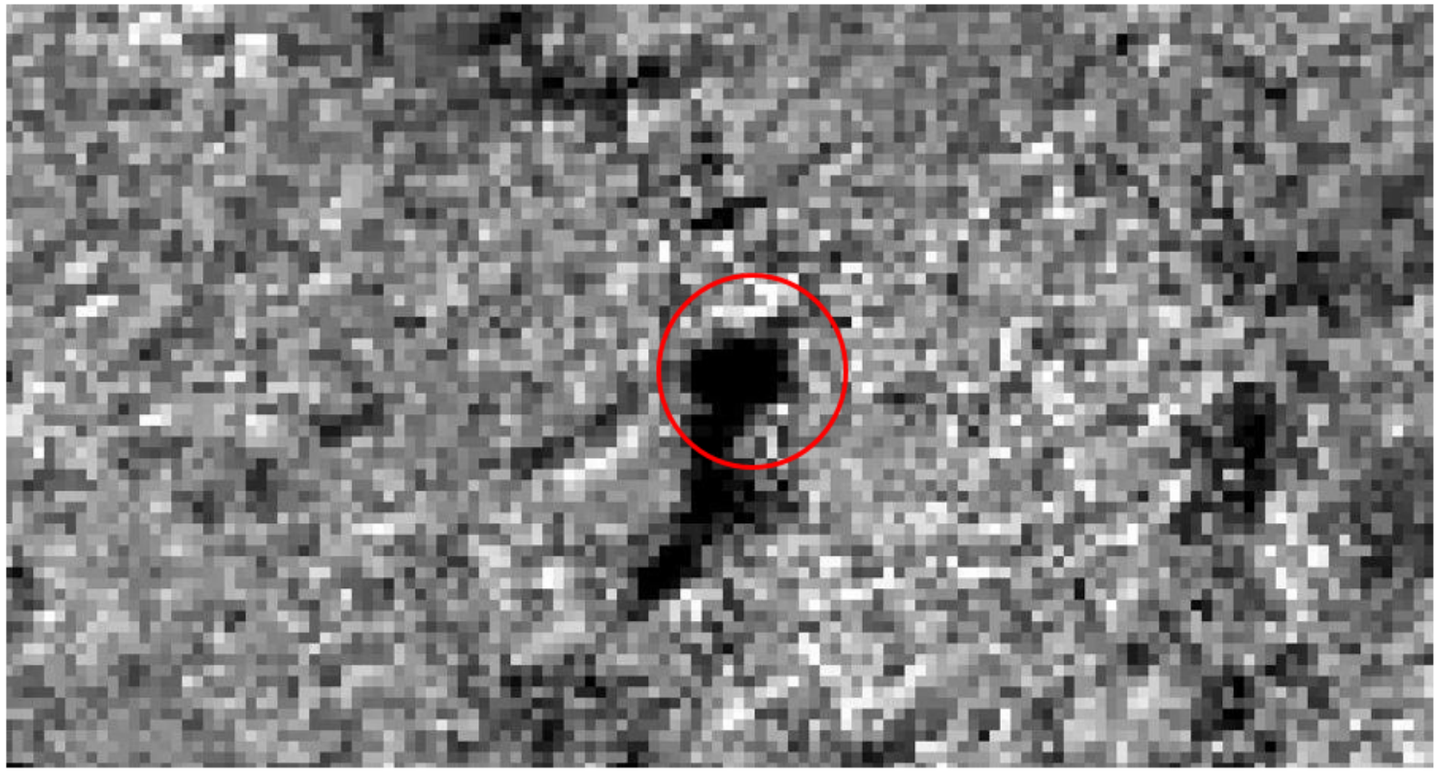
ICA



Individuazione dei fenomeni franosi innescati da eventi di pioggia intensa - Aulla 2011

L’attività di analisi delle immagini ha consentito di individuare 52 dissesti verificati grazie al supporto di ortofoto e a sopralluoghi.

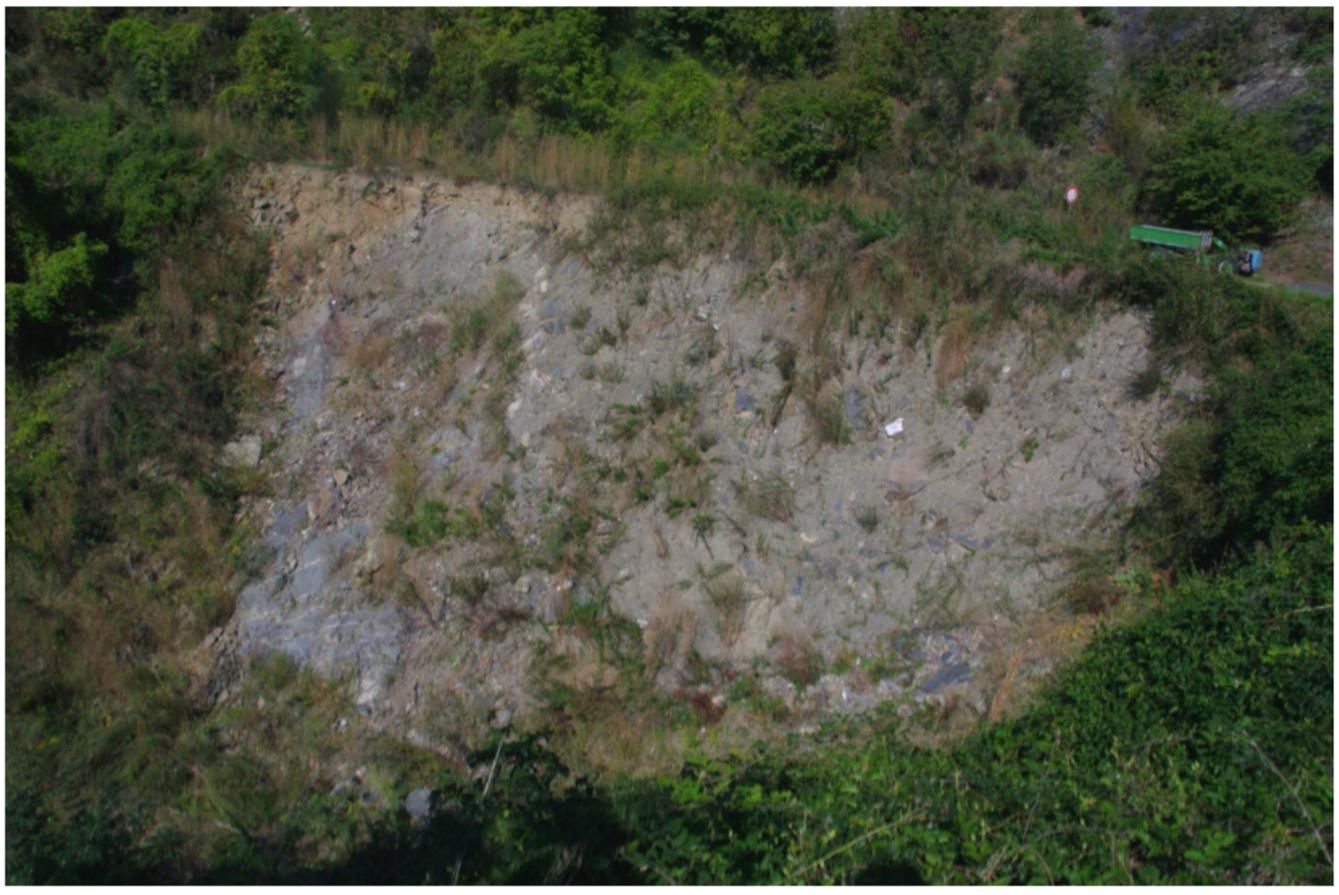
Villecchia di Tresana - Δ NDVI



Villecchia di Tresana – pre-evento

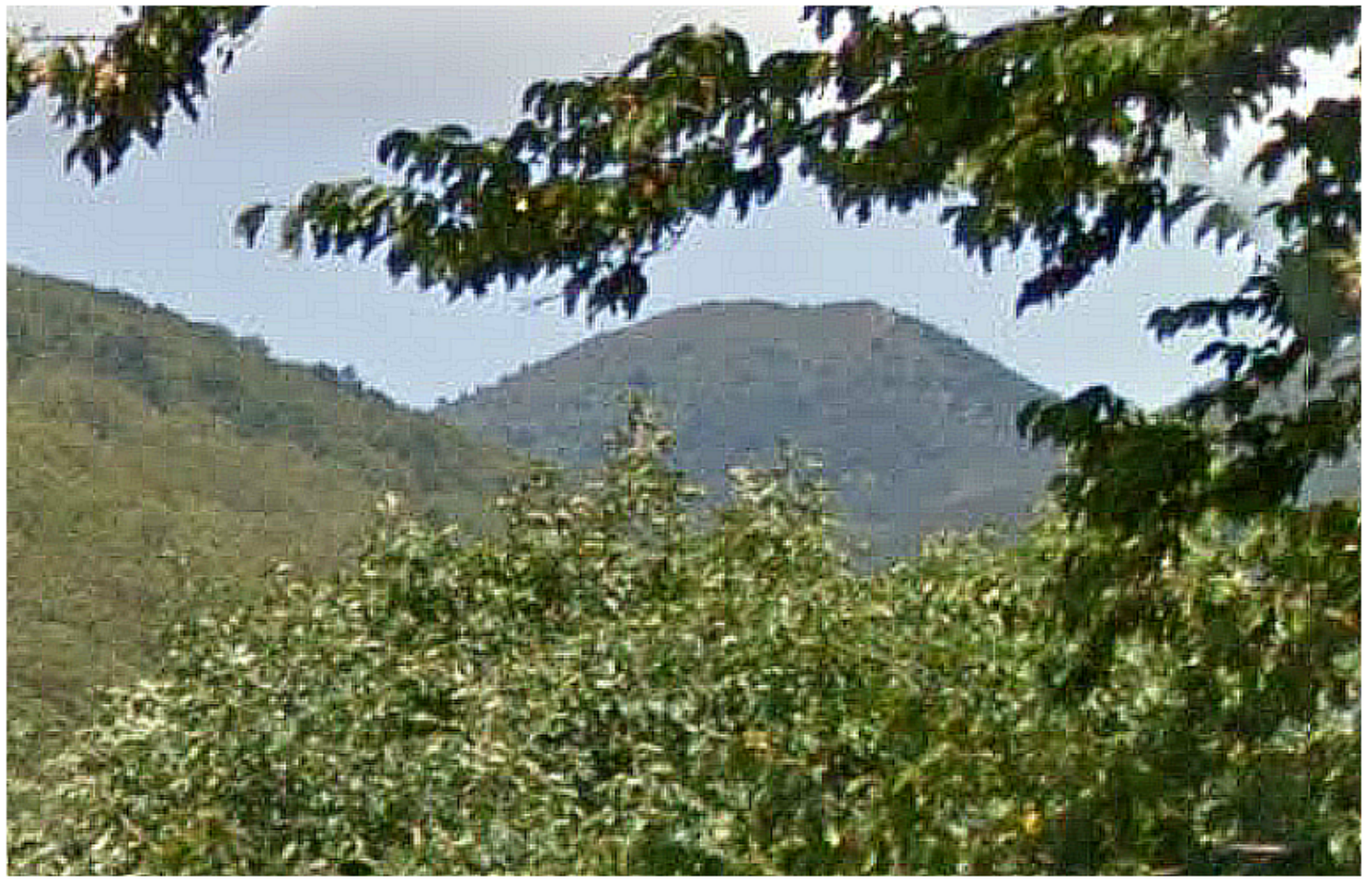
Da Streetview (luglio 2011)

Villecchia di Tresana - post-evento



sopralluogo (settembre 2013)

Canale di Borra Grande pre-evento

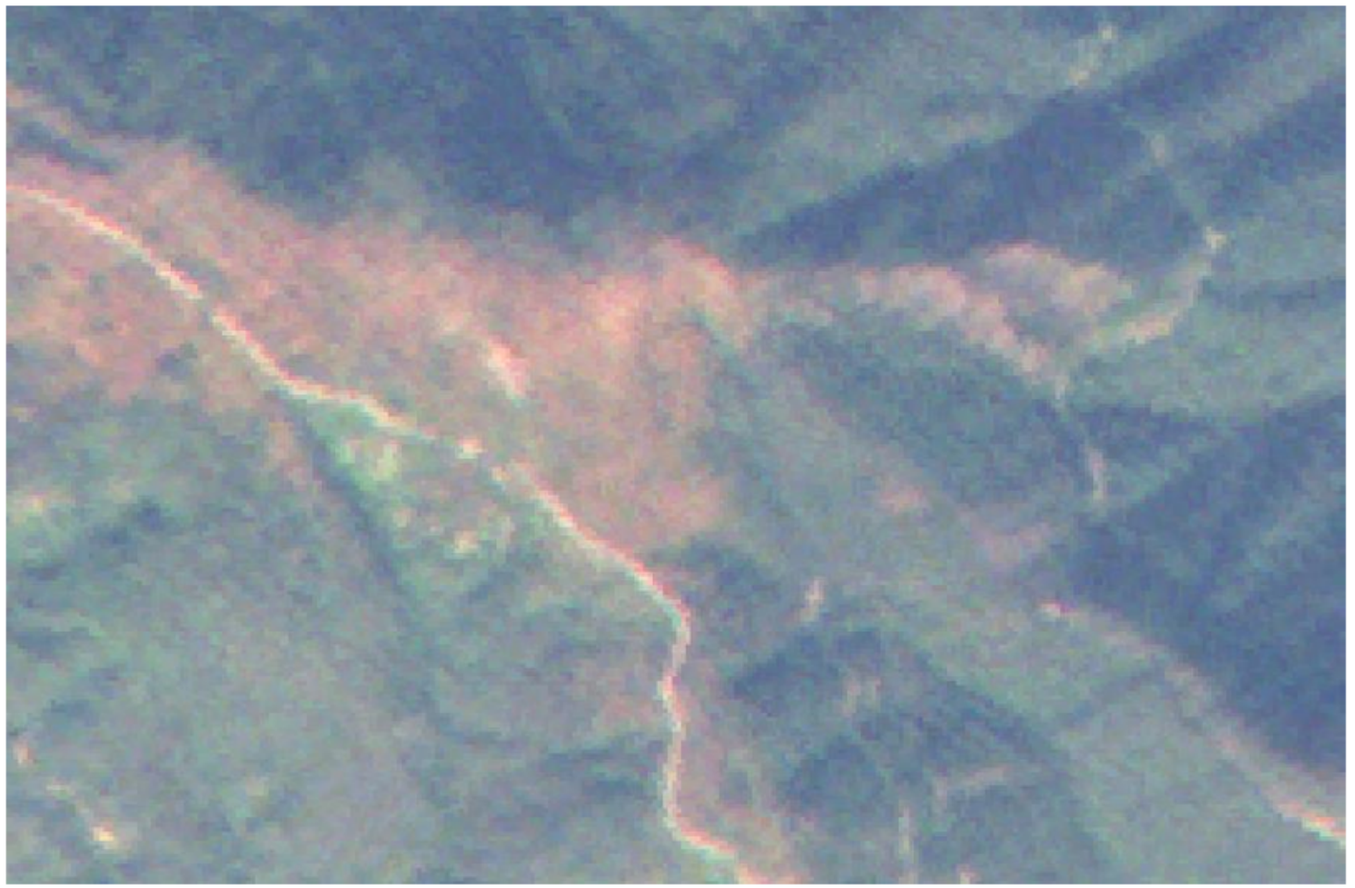


Da Streetview (luglio 2011)

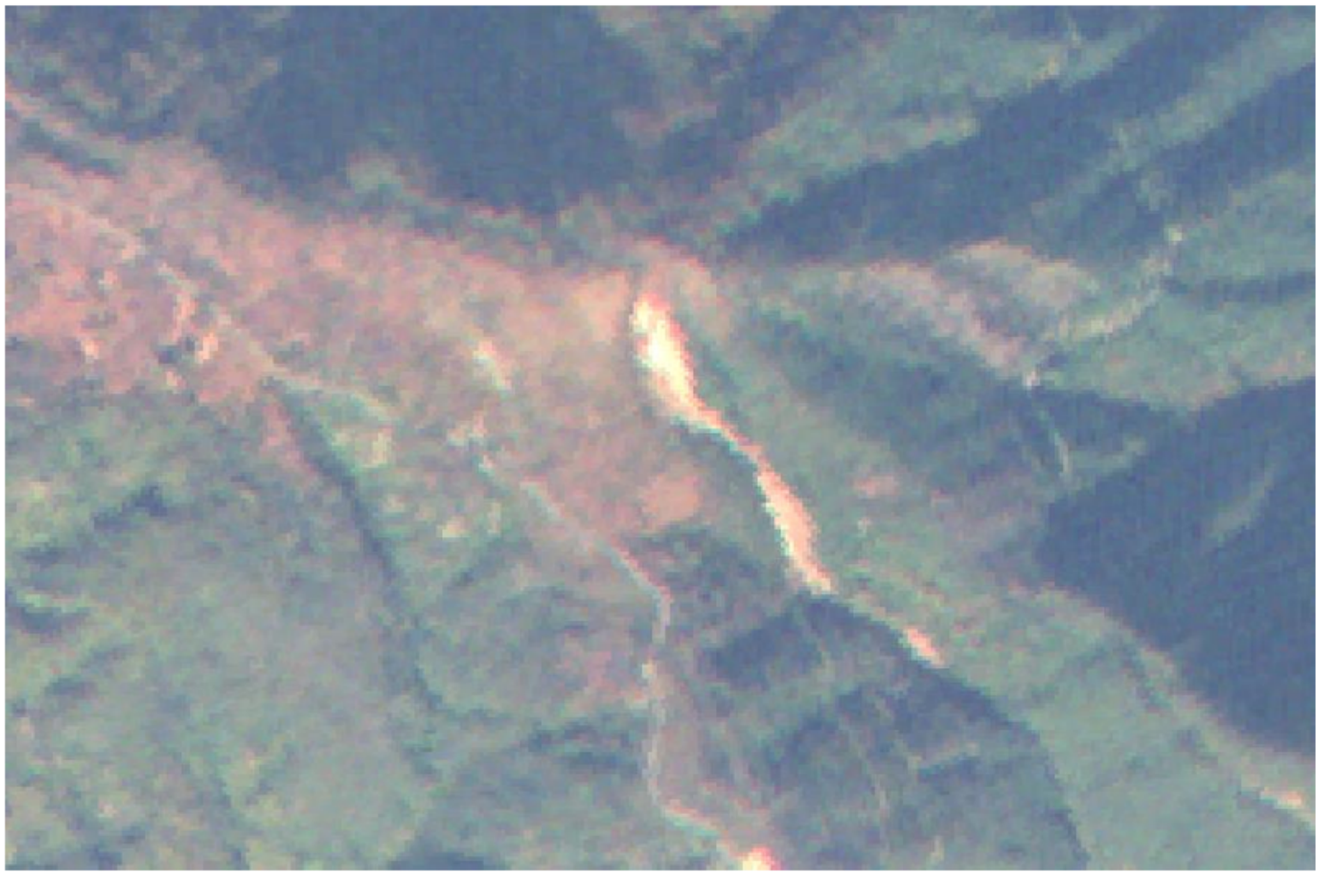
Canale di Borra Grande

sopralluogo (settembre 2013)

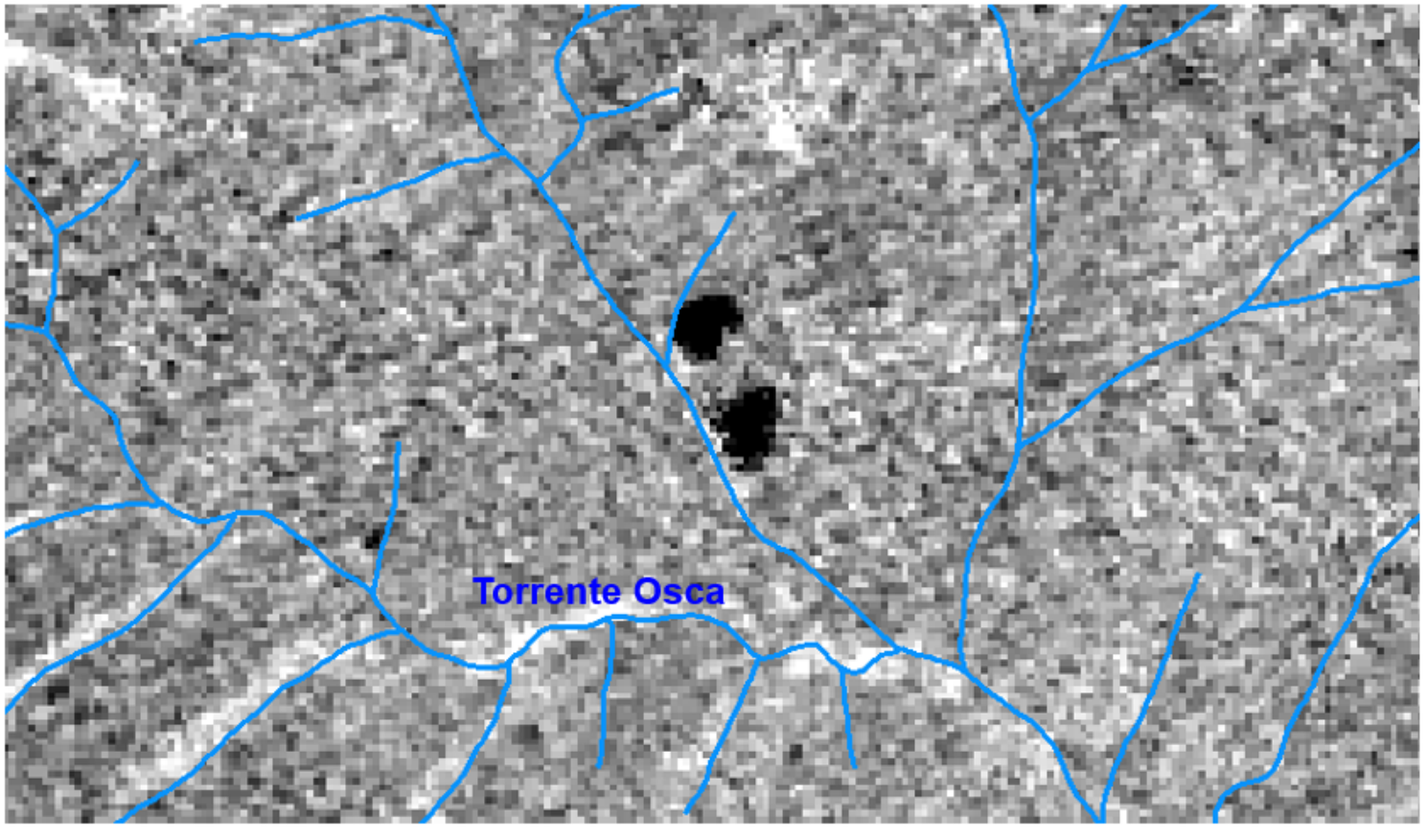
Canale di Borra Grande RapidEye pre-evento



Canale di Borra Grande - RapidEye - post-evento



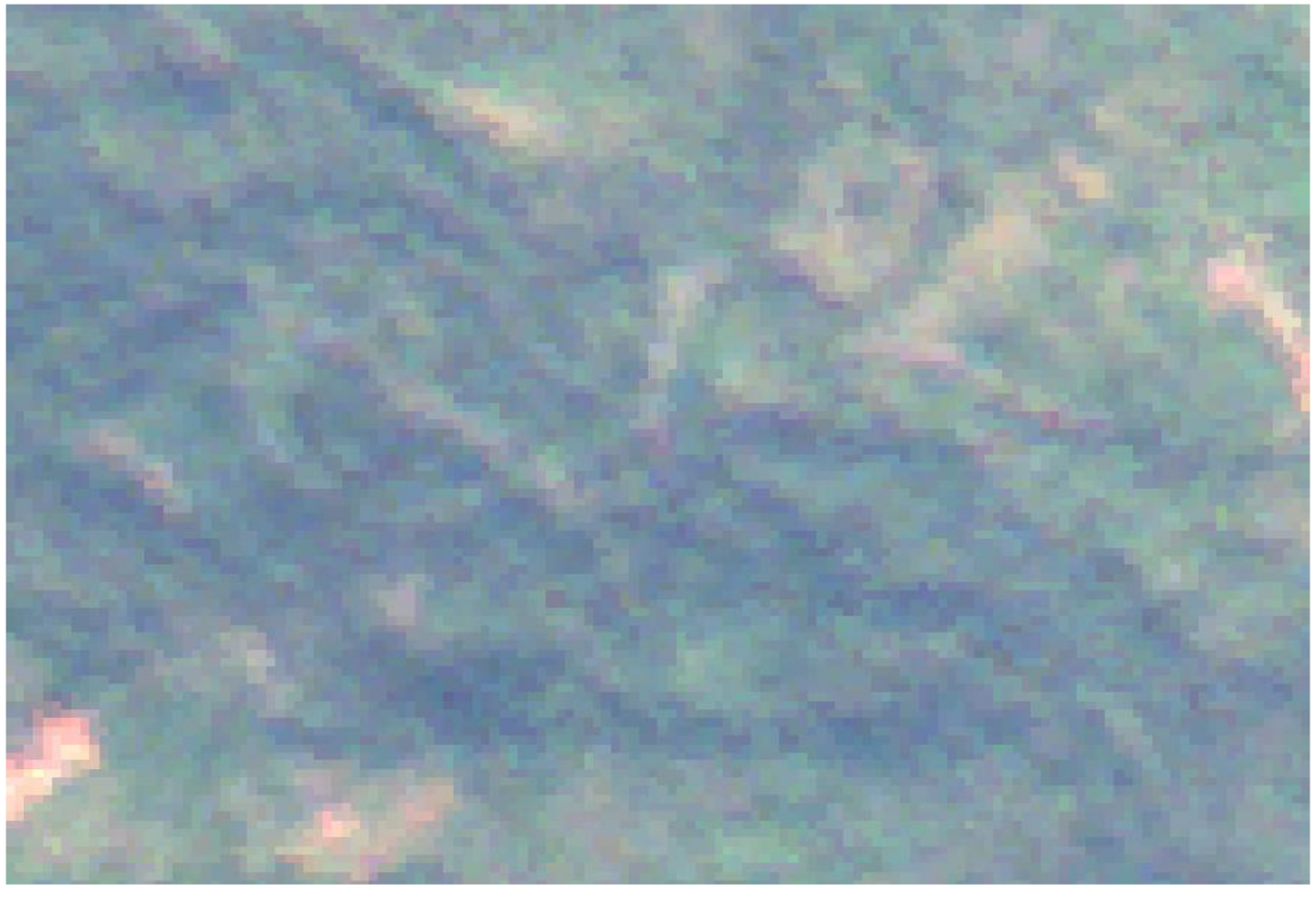
Affluente sin. Torrente Osca
3° componente ICA



Affluente sin. Torrente Osca

sopralluogo (settembre 2013)

torrente Osca – RapidEye - pre-evento



torrente Osca – RapidEye - post-evento

torrente Osca - pre-evento

Da Streetview (luglio 2011)

torrente Osca - post-evento

sopralluogo (settembre 2013)

torrente Osca - pre-evento

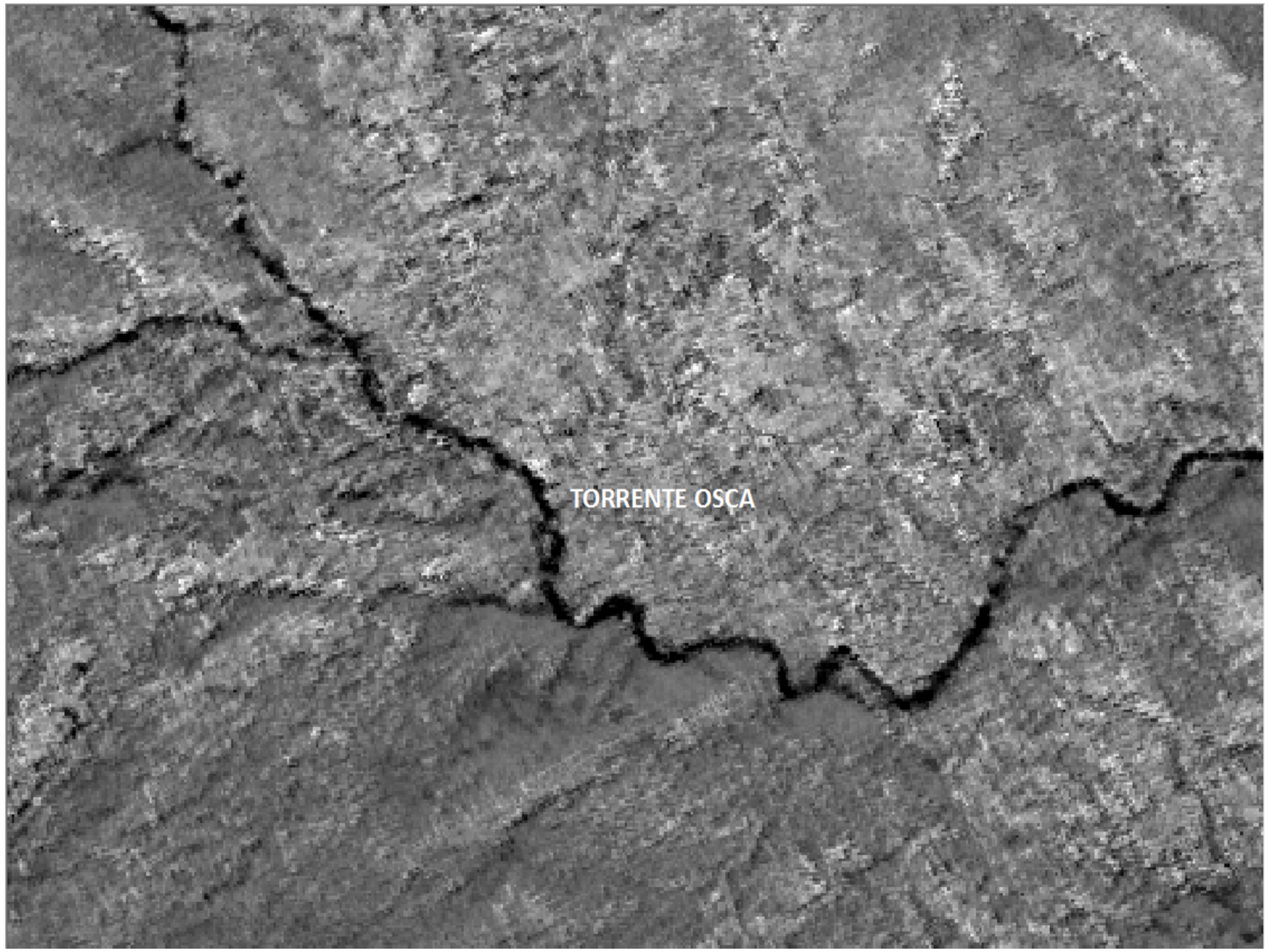
Da Streetview (luglio 2011)

torrente Osca - post-evento

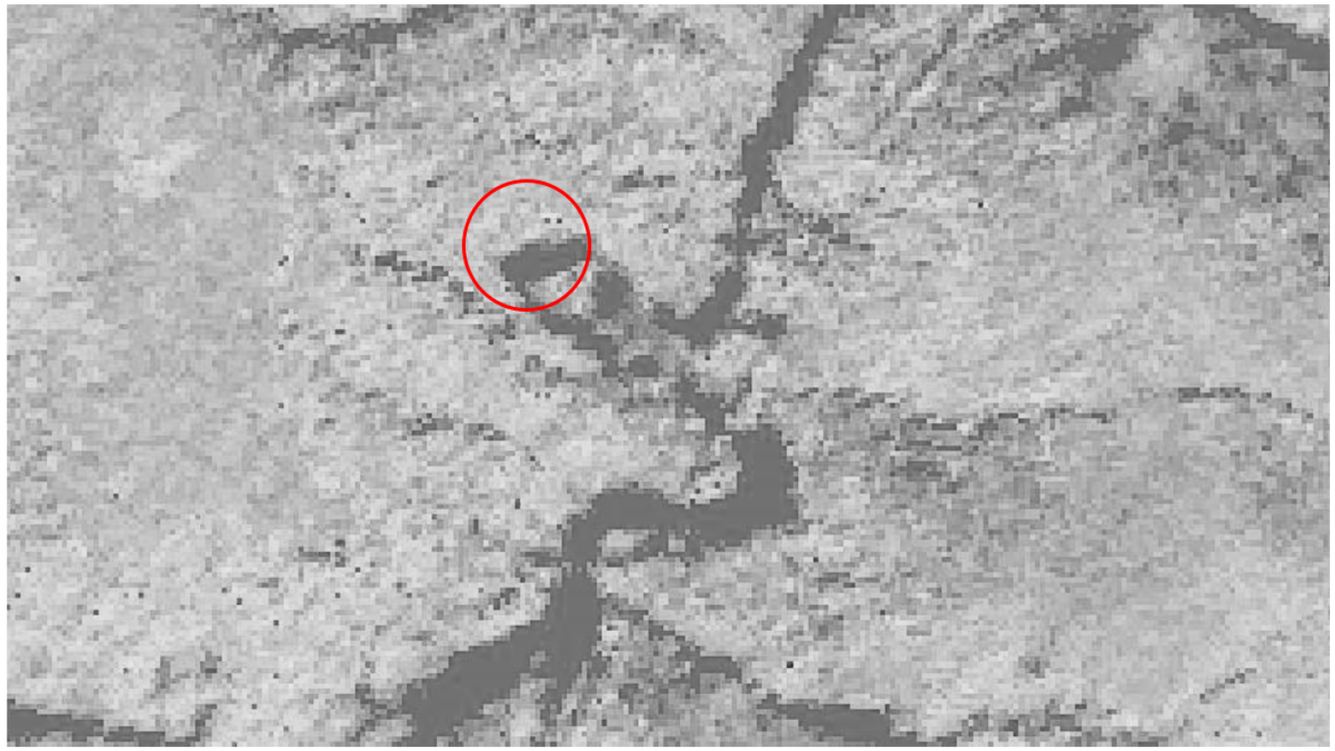
sopralluogo (settembre 2013)

torrente Osca post-evento

sopralluogo (settembre 2013)


TORRENTE OSCA

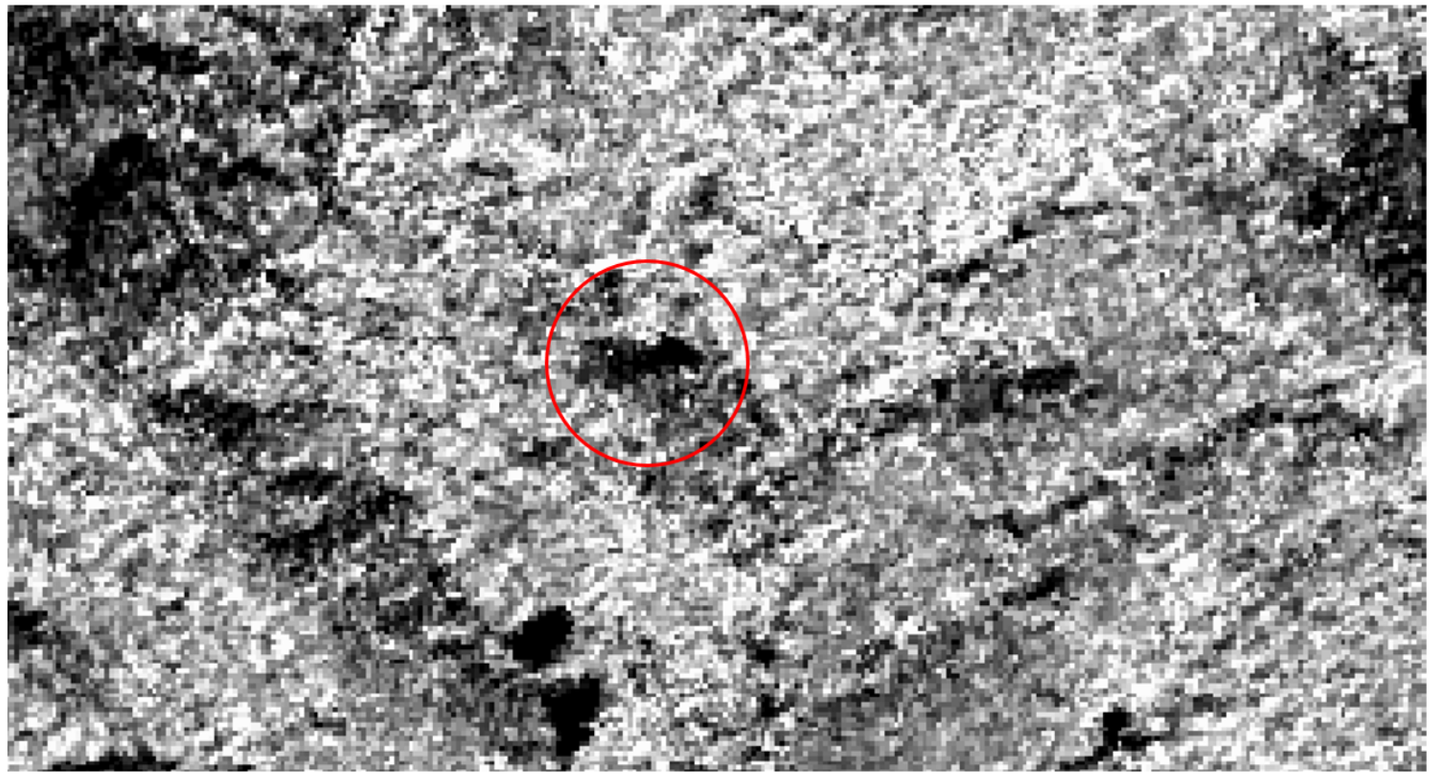
Mulazzo – Montereggio – riattivazione
Spectral angle



Mulazzo – Montereggio - riattivazione

sopralluogo (settembre 2013)

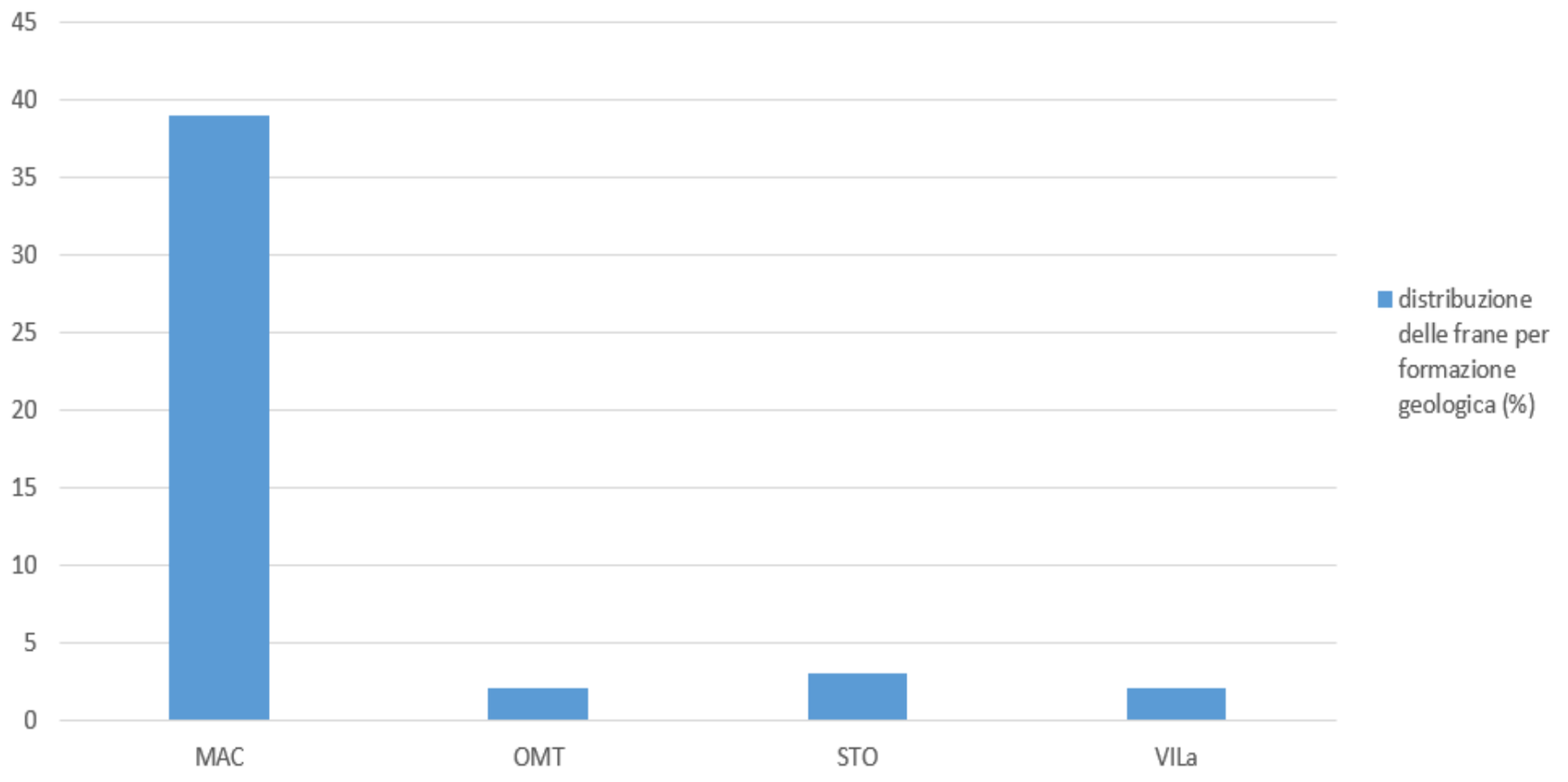
Parana
Δ NDVI

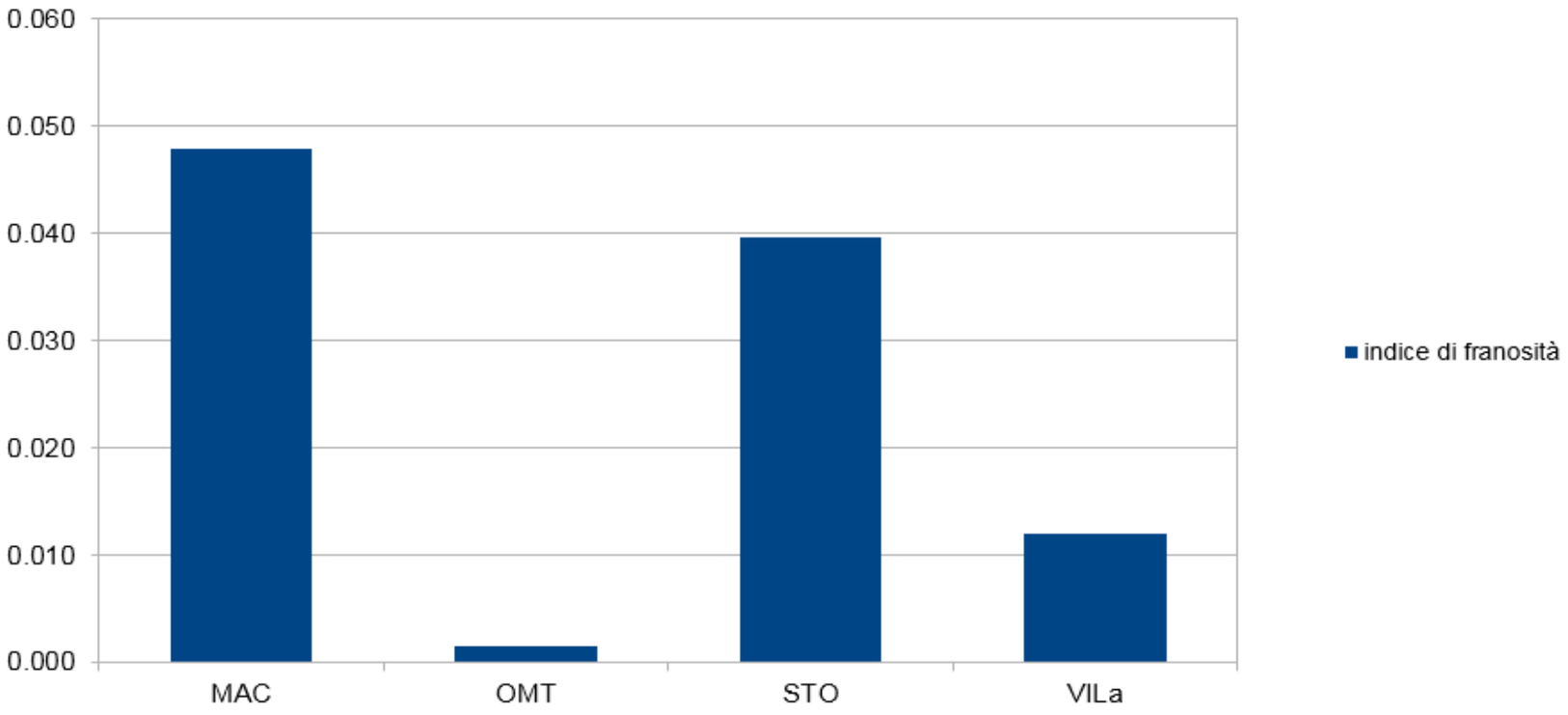


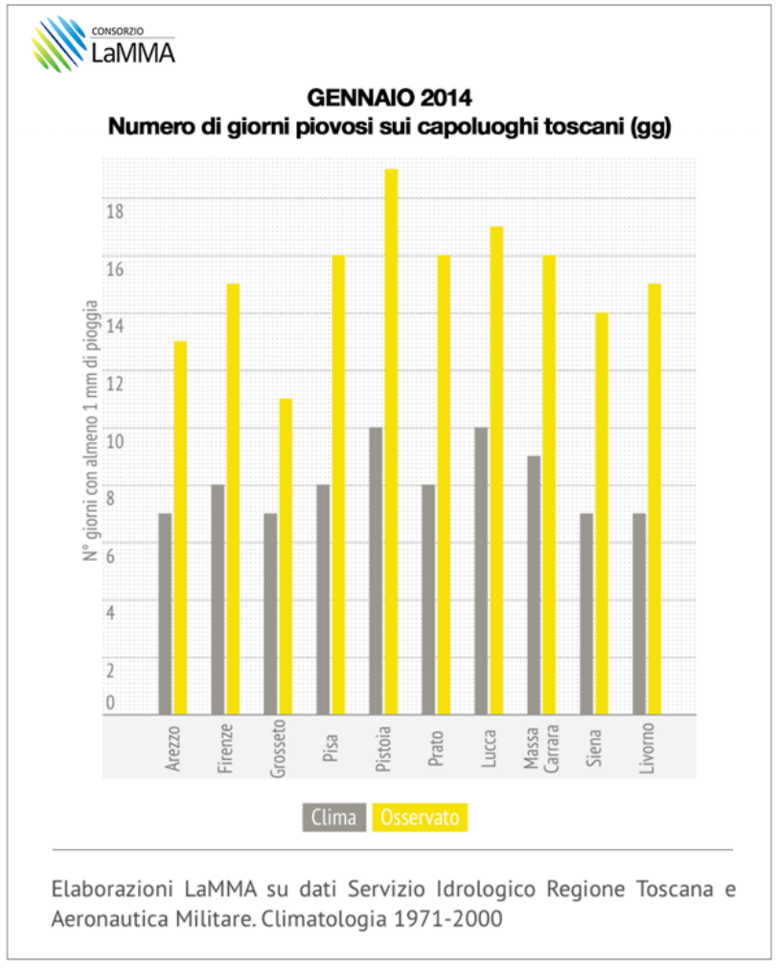
Parana

sopralluogo (settembre 2013)

Individuazione dei fenomeni franosi innescati da eventi di pioggia intensa - Aulla 2011



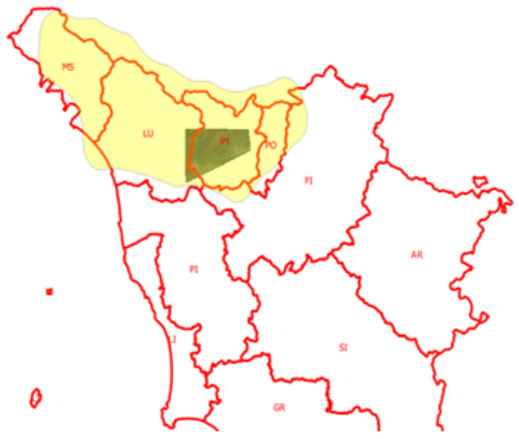

0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
MAC
OMT
STO
VILa
indice di franosità



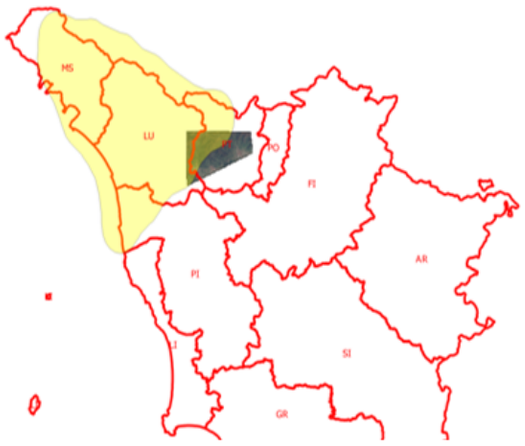
Sulla Toscana settentrionale Gennaio 2014 è risultato il più piovoso dal 1920

Individuazione dei fenomeni franosi innescati da eventi di pioggia intensa - Gen./Feb. 2014

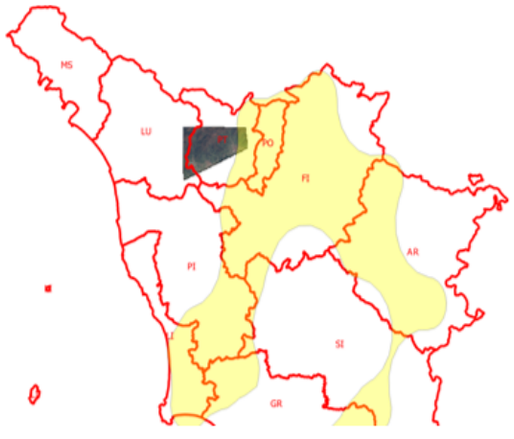
02-05/1/2014



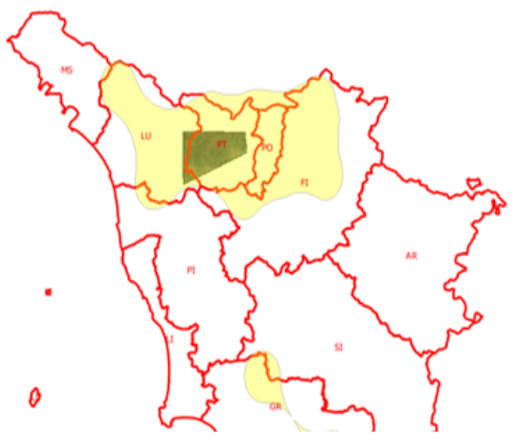
17-18/1/2014

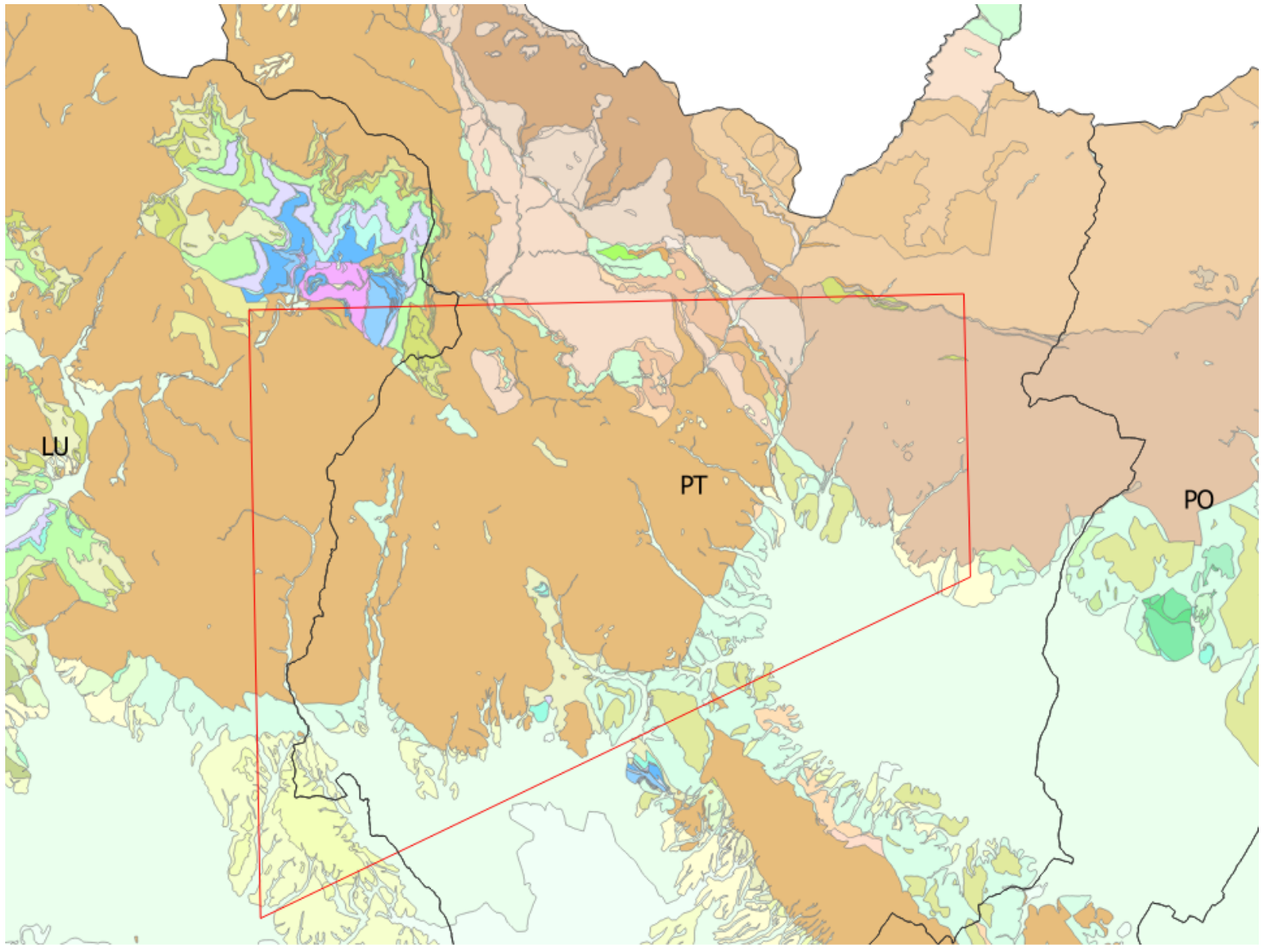


30-31/01/2014



10-11/02/2014




LU
PT
PO

Immagini acquisite: Eventi Gen. - Feb. 2014

- Il satellite SPOT 6 è equipaggiato con un sensore pancromatico con risoluzione di 1,5m e un sensore multispettrale con risoluzione 6.0m
- Immagine pre-evento => 17/12/2013
- Immagine post-evento => 24/02/2014

Immagini acquisite: Eventi Gen. - Feb. 2014

L’attività di analisi delle immagini ha consentito di individuare 48 dissesti verificati grazie al supporto di ortofoto e a sopralluoghi.

Individuazione dei fenomeni franosi innescati da eventi di pioggia intensa - Gen./Feb. 2014

Individuazione dei fenomeni franosi innsescati da eventi di pioggia intensa - Caso studio Gen./Feb. 2014

Risultati e prospettive

- L’attività di analisi degli eventi ha individuato una metodologia per la loro definizione spaziale e temporale;
- Ad oggi sono stati analizzati 71 eventi dal 2004 al 2016;
- I reports sono disponibili sul sito del Consorzio LaMMA.
  http://www.lamma.rete.toscana.it/clima-e-energia/climatologia/report-mensili-toscana

- L’attività di analisi degli eventi ha individuato una metodologia semi-automatica per il *pre-processing* e l'analisi di immagini satellitari ad alta risoluzione finalizzata all'individuazione dei dissesti, basata sulle comuni tecniche di *change-detection*
- Ad oggi sono stati individuati 250 dissesti totali innescati da eventi di precipitazione intensa
- I *datasets* delle frane di evento saranno prossimamente resi disponibili su Geoscopio

- Attualmente si stanno eseguendo dei test per definire gli eventi su base oraria
- Ciò implica una ridefinizione non solo temporale ma anche spaziale degli eventi
- Inoltre si vorrebbe condurre una analisi dei giorni di evento sulla base della classificazione dei *tipi di circolazione*
- Dal punto di vista dell'individuazione dei fenomeni franosi si sta valutando la possibilità di utilizzare immagini a risoluzione più elevata (oggi disponibili a minor costo)

Grazie per l'attenzione.....!!