

IV CONVEGNO ITALIANO SULLA
RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

#RF2018

Bologna | 22 - 26 ottobre 2018

UTILIZZO DI DATI SATELLITARI DI TIPO SAR PER IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA

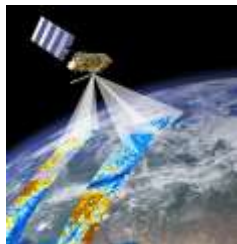
Maria Nicolina Papa & Francesco Mitidieri

Dipartimento di Ingegneria Civile
Università degli Studi di Salerno

Donato Amitrano & Giuseppe Ruello

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie
dell'Informazione, Università degli Studi di Napoli Federico II

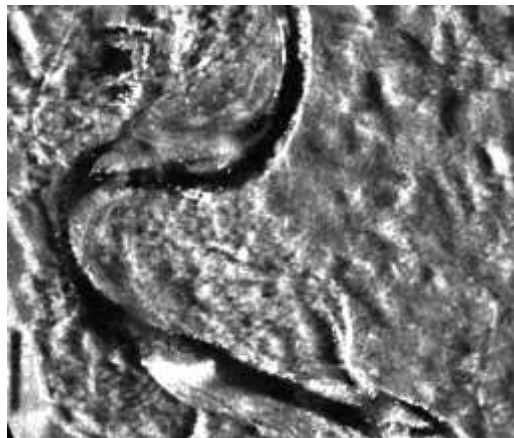
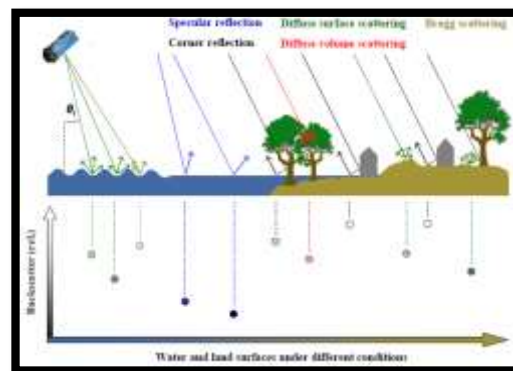
SAR: Cos'è? Come funziona?



Synthetic Aperture Radar (SAR)

E' un sensore attivo che trasmette un segnale elettromagnetico di tipo radar, (lunghezza d'onda = 0.75 cm - 1 m) e registra il segnale retro-diffuso (backscatter) dalla superficie target.

*Il backscatter dipende da
Rugosità e proprietà dielettriche
della superficie target.*



Gli specchi d'acqua (in assenza di increspature della superficie libera) riflettono il segnale incidente in modo speculare, di conseguenza appaiono nere nell'immagine SAR.

Increspature di dimensione superiore alla lunghezza d'onda del segnale (e.g., X-band SAR ~3 cm) determinano un backscatter più elevato

Vantaggi dei dati SAR



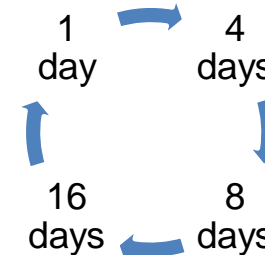
Osservazione della superficie terrestre anche in presenza di nuvole e di notte



Ampia copertura (e.g. stripmap 40×40 km) a scala globale



*Elevata risoluzione spaziale
ASI: stripmap 3 m, spotlight 1 m
ESA 5X20 m*

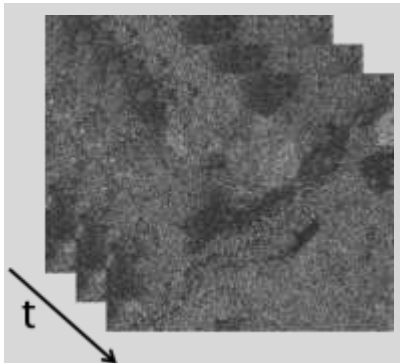


*Revisit time molto breve
Dati di archivio:
ASI dal 2007, ESA dal 2015*

SAR DATASET

*Dataset SAR fornito da Agenzia Spaziale Italiana
ASI COSMO-SkyMed OPEN CALL for SCIENCE*

“Use of high resolution SAR images for monitoring river morphodynamics”.



- 100 immagini di tipo stripmap
- Risoluzione spaziale= 3 m
- Intervallo temporale= October 2008 - July 2016.
- look angle $\approx 30^\circ$
- HH polarization



Copernicus Open Access Hub



- Accesso libero
- Risoluzione pixel 5X20m
- Revisit time pari a circa una settimana

SAR DATASET

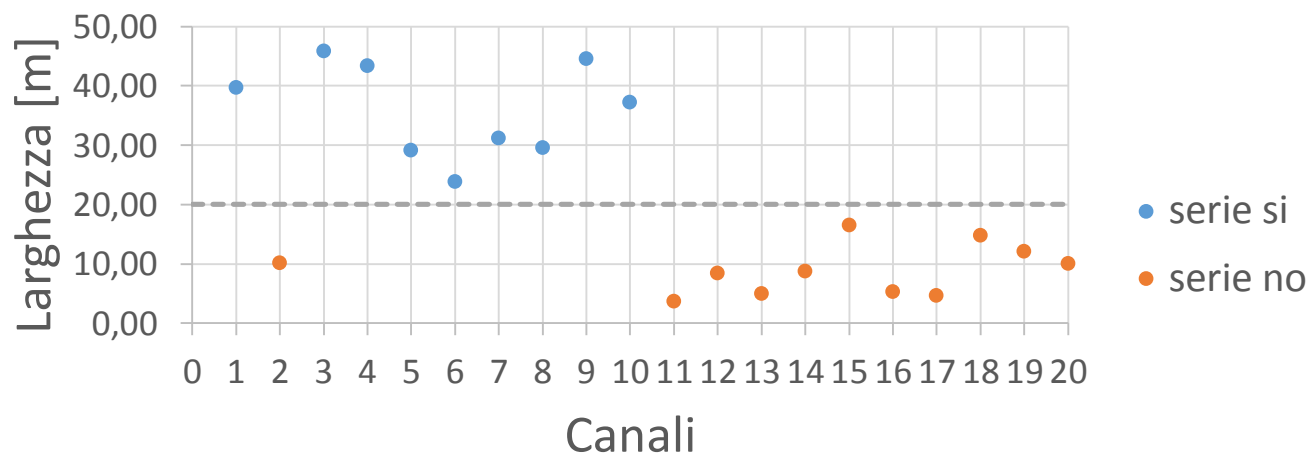


*NDWI, landsat:
risoluzione 30m×30 m*



*Sentinel-1
risoluzione 5m×20 m*

*Larghezza canale:
circa 45 m*



Obiettivi

Stimare le potenzialità offerte dall'utilizzo di dati satellitari di tipo SAR per il monitoraggio della dinamica idro-morfologica dei corsi d'acqua,

Mappatura delle unità :



Canale attivo



Canale bagnato

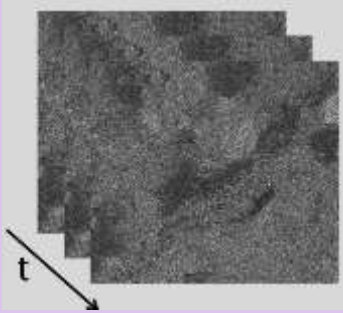


Barre non vegetate

... e loro evoluzione nel tempo

Data processing

Multi-temporal processing



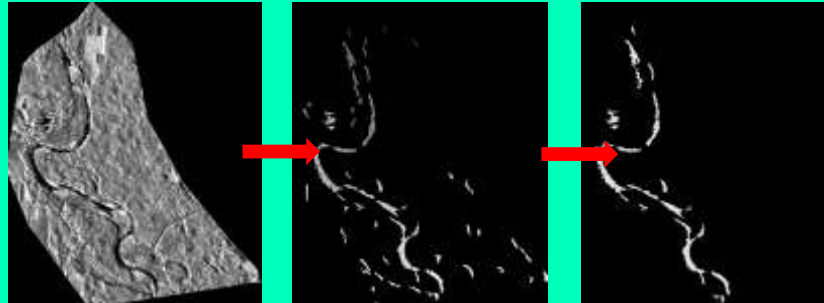
1. Coregistration
2. Calibration
3. Despeckling

Estrazione delle unità morfologiche

Manual

Support vector machine:
Misure di Co-Occurrence
Supervised classification

Semi-automatic



Filtro con
soglia

Filtro
morfologico

Active channel

Wet channel

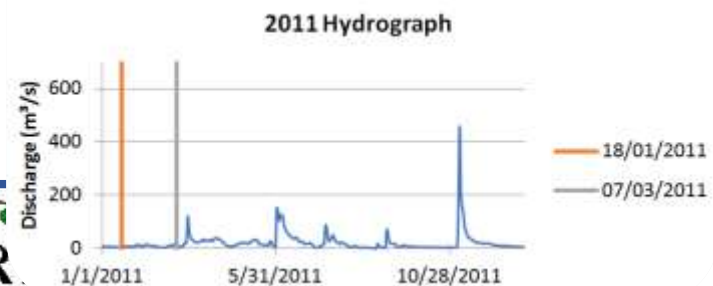
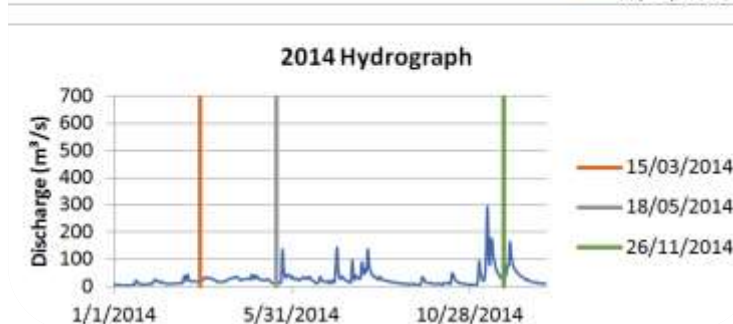
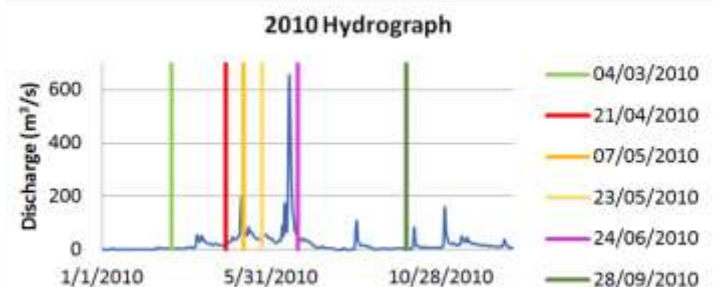
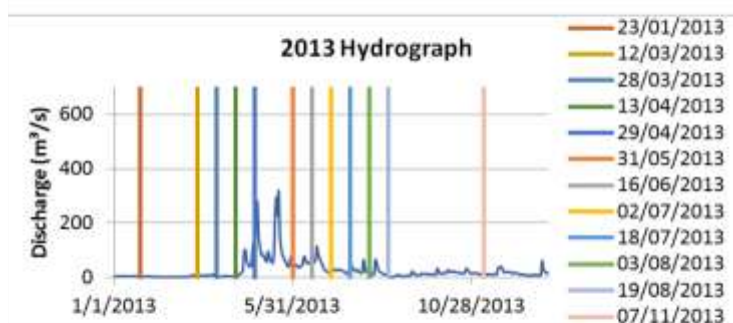
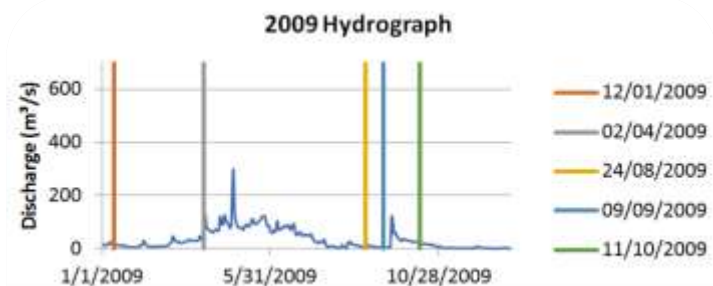
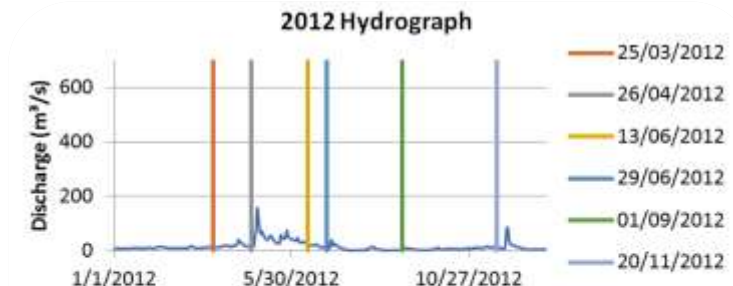
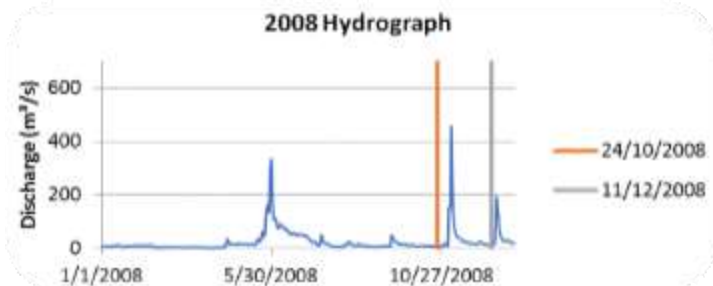
Sediment bars

Caso studio: fiume ORCO (Piemonte, Italy)



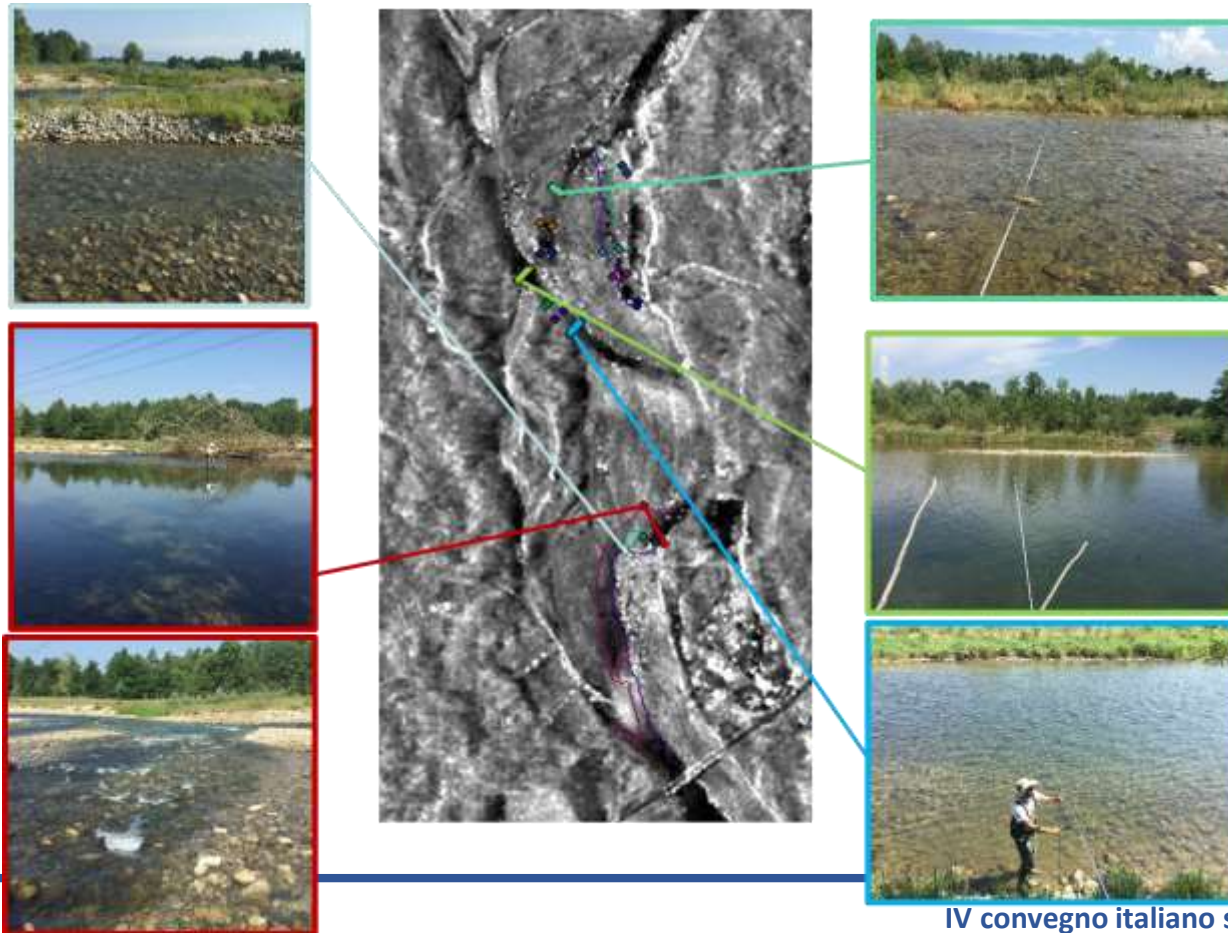
*Origine: Gran Paradiso (3865 m a.s.l),
Affluente del fiume Po,
lunghezza ~ 80 km,
Area drenata~ 900 km²,
Sfruttamento idroelettrico (5 sbarramenti),
Portata fra 13 m³/s a febbraio e 45 m³/s a Giugno,
Il tratto esaminato (35 km) è di tipo wandering.
Pendenza media= 1,03% ÷ 0,31%
Larghezza media= 85 m ÷ 200 m*

Timeline di acquisizioni e portate

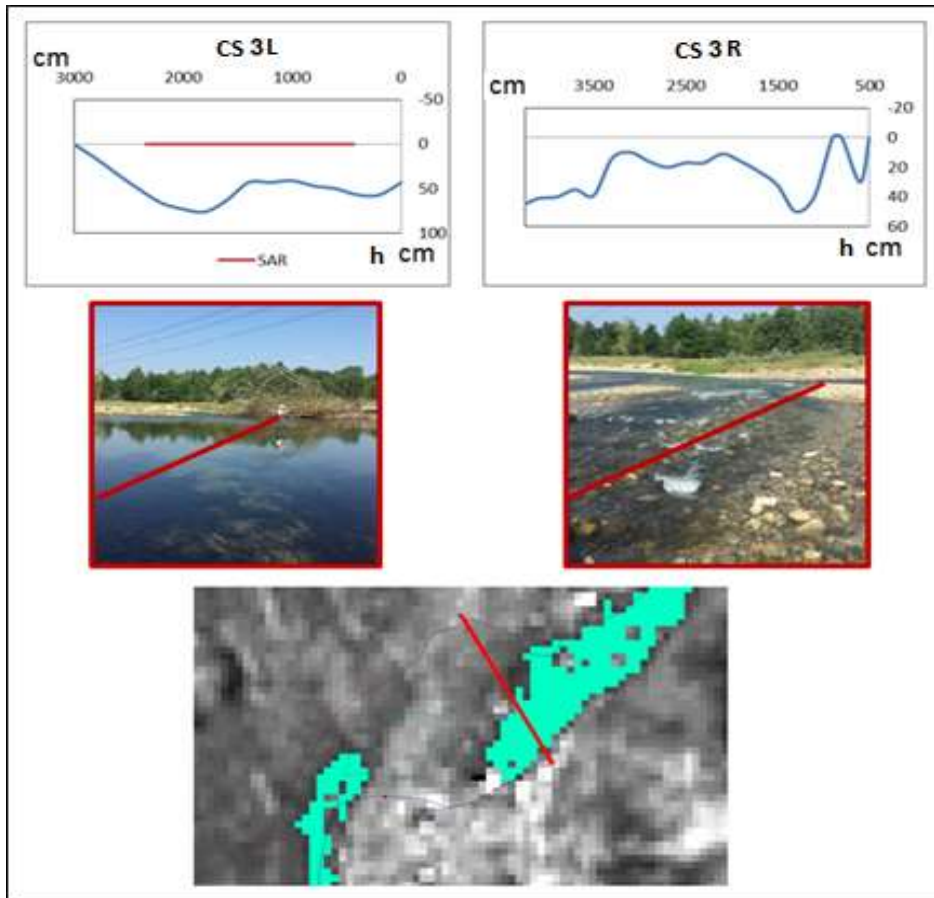


Stima delle performance e validazione: SAR vs rilievi di campo

26th July 2016: acquisizione SAR contemporanea ad un rilievo di campo.
Sono stati misurati i livelli idrici in 18 sezioni trasversali geolocalizzate attraverso GPS.



Stima delle performance e validazione: SAR vs rilievi di campo



Sottostima delle superfici idriche, dovuta a :

- *Tiranti troppo bassi (inferiori a circa 10 cm) anche per la presenza di substrato grossolano;*
- *Larghezza del canale bagnato $\approx 2 \div 3$ volte la risoluzione dell'immagine;*
- *Presenza di perturbazioni della superficie libera dovuta a turbolenza o bassa sommergenza;*

Stima delle performance e validazione: SAR vs Ortofoto

Estrazione da ortophoto (05/03/14)
 Estrazione da SAR (15/03/14)
 Confronto in ambiente GIS fra le due
 maschere in format raster

		Previsione (SAR)	
		Acqua	Non acqua
«verità a terra» (ortofoto)	Acqua	Vero positivo TP	Falso negativo FN
	Non acqua	Falso positivo FP	Vero negativo TN

$$ACCuracy = \frac{TP + TN}{Popolazione Totale}$$

$$PPV (Precision) = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$TPR (Sensitivity) = \frac{TP}{TP + FN}$$

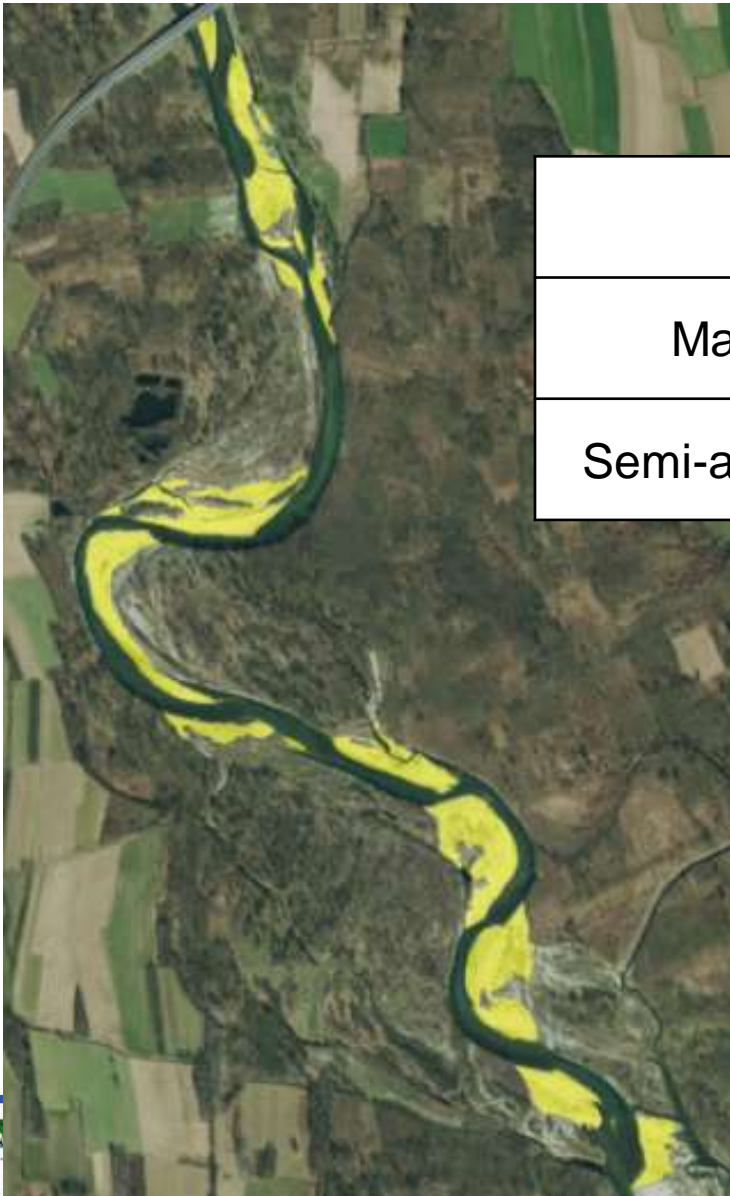
$$FPR (Fall-out) = \frac{FP}{FP + TN}$$

Canale attivo



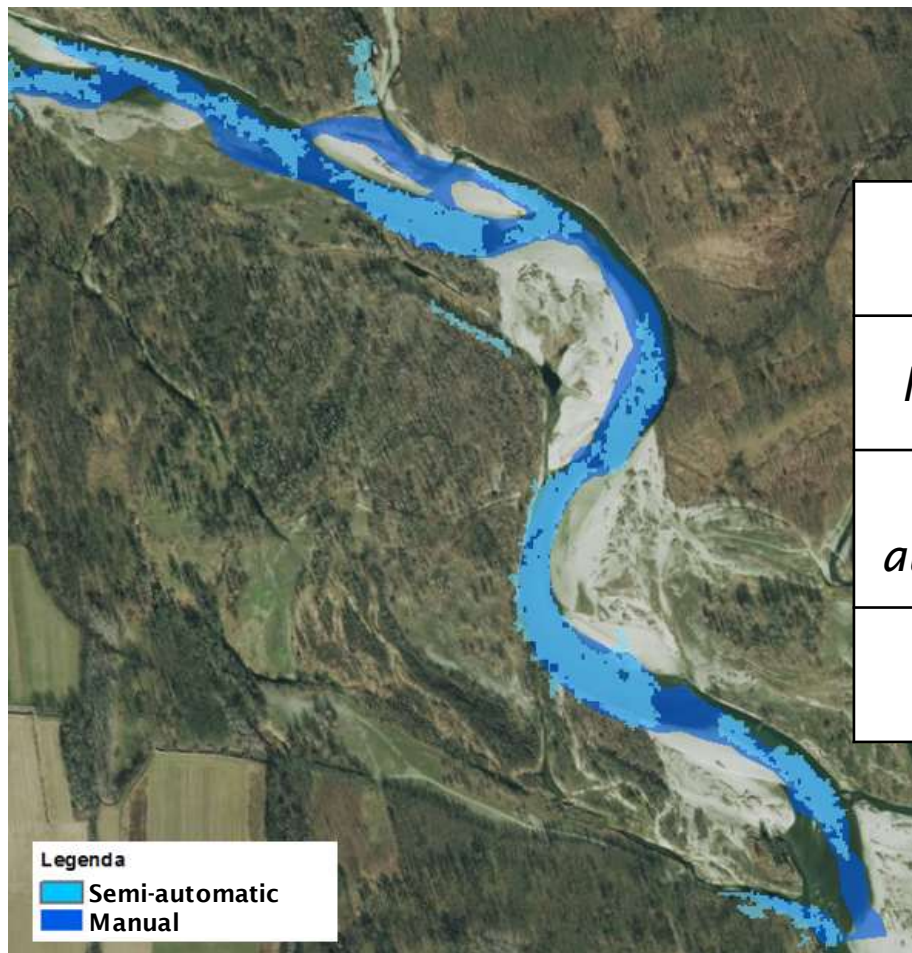
	<i>ACC</i>	<i>PPV</i>	<i>TPR</i>	<i>FPR</i>
<i>Manual extraction</i>	<i>0,988</i>	<i>0,950</i>	<i>0,970</i>	<i>0,009</i>

Barre non vegetate



	ACC	PPV	TPR	FPR
Manual	0,889	0,846	0,660	0,037
Semi-automatic	0,749	0,870	0,207	0,014

Canale bagnato



	<i>ACC</i>	<i>PPV</i>	<i>TPR</i>	<i>FPR</i>
<i>Manual</i>	<i>0,970</i>	<i>0,757</i>	<i>0,689</i>	<i>0,013</i>
<i>Semi-automatic</i>	<i>0,847</i>	<i>0,863</i>	<i>0,527</i>	<i>0,032</i>
<i>SVM</i>	<i>0,824</i>	<i>0,882</i>	<i>0,413</i>	<i>0,021</i>



Alcuni esempi di possibili applicazioni...

Evoluzione dinamica del canale bagnato



-Selezione di 11 coppie di acquisizioni
in condizioni confrontabili di portata

-Elaborazione in ambiente GIS delle
maschere in format Raster

N_1 = Pixel con acqua a T_1

N_2 = Pixel con acqua a T_2

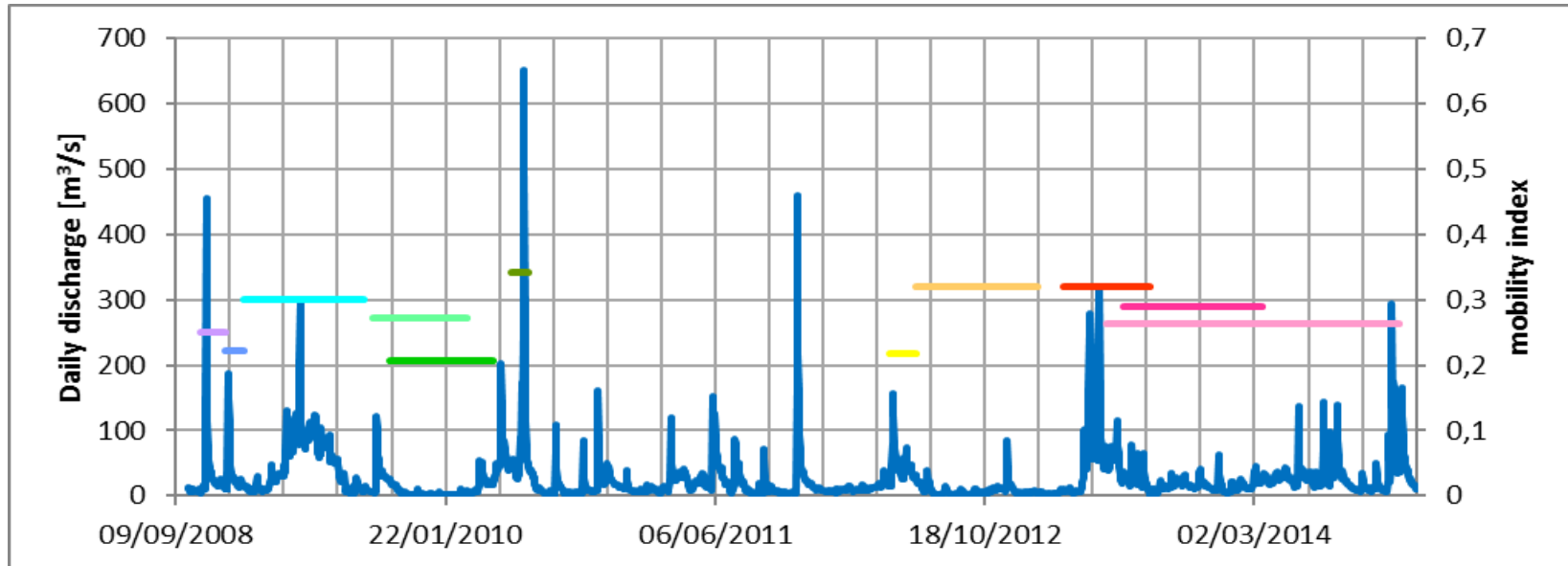
■ N_{int} = Pixel con acqua sia a T_1 che a T_2

■ $N_1 - N_{int}$ = Pixel con acqua solo a T_1

■ $N_2 - N_{int}$ = Pixel con acqua solo a T_2

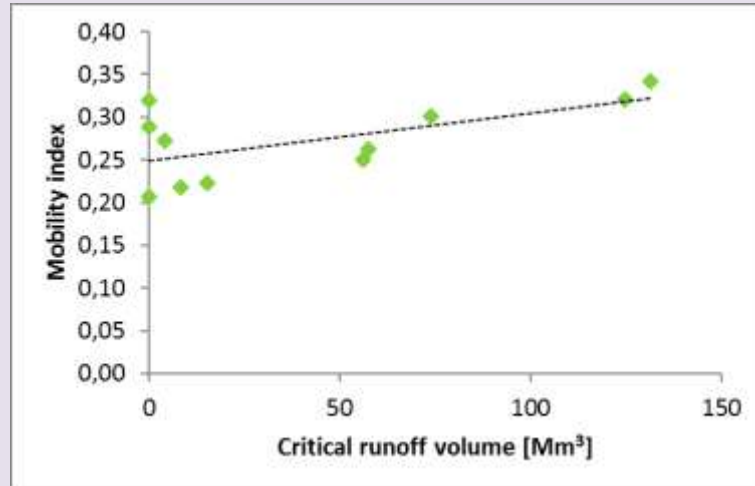
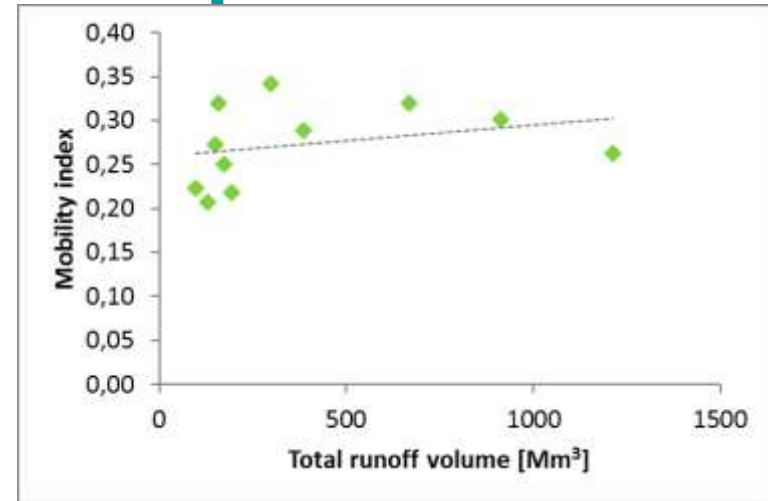
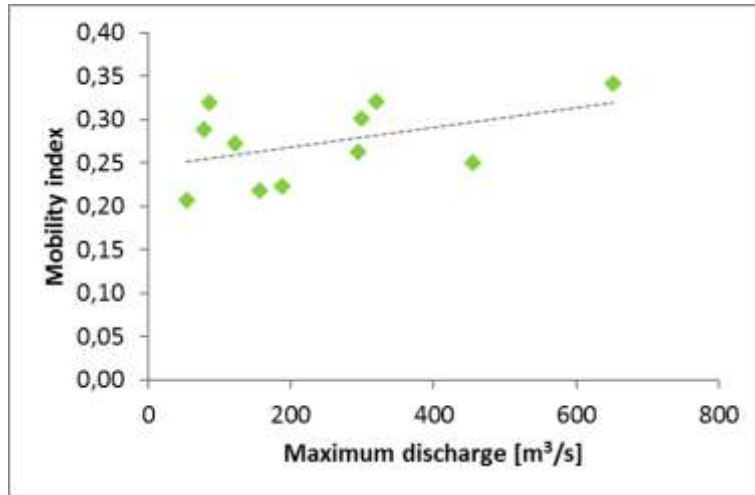
$$\text{Indice di mobilità} = \frac{\frac{N_1 - N_{int}}{N_1} + \frac{N_2 - N_{int}}{N_2}}{2}$$

Evoluzione dinamica del canale bagnato... in relazione con le portate



*Portate giornaliere e indice di mobilità
(tratto n° 3, estrazione manuale)*

Evoluzione dinamica del canale bagnato... in relazione con le portate

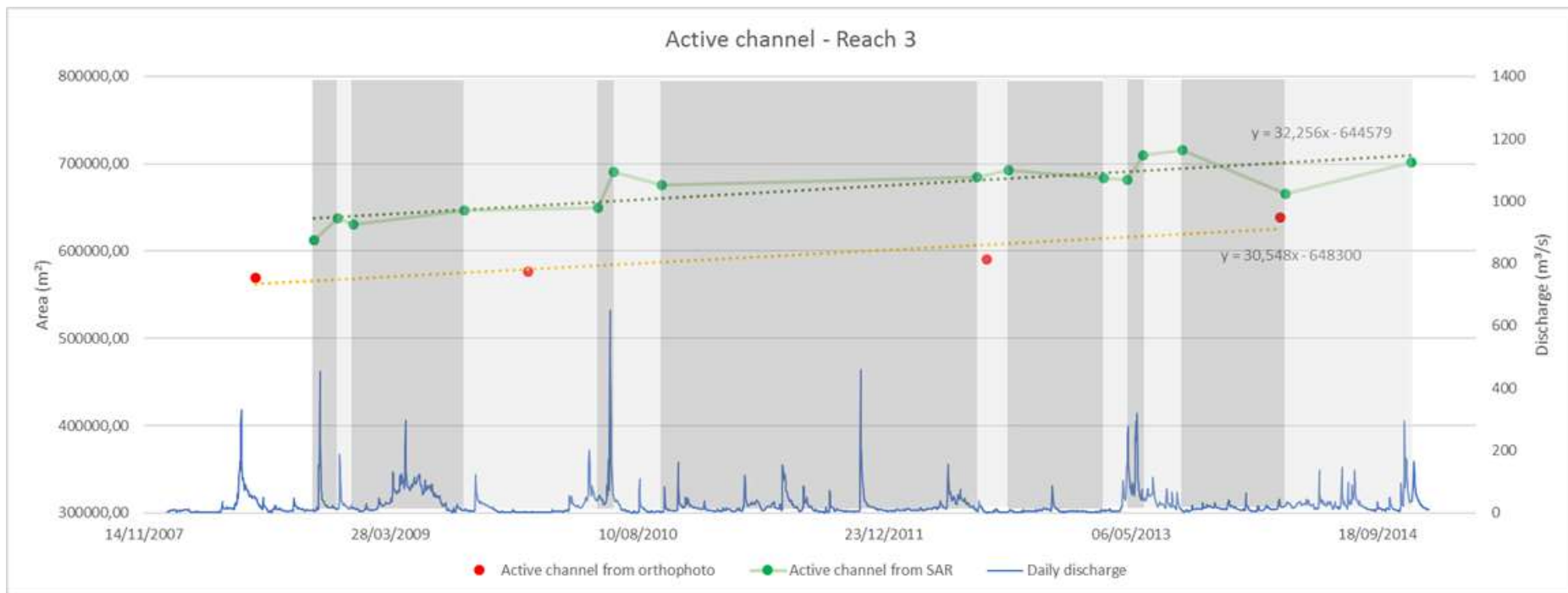


Deflusso critico:

$$CRV = \sum_i^{N_{giorni}} Q_i - Q_s,$$

$$Q_s \rightarrow \max(\text{correlazione}(MI, CRV))$$

Evoluzione dinamica dell'alveo attivo



Conclusioni

- *L'estrazione delle unità morfologiche effettuata in modalità manuale fornisce risultati molto buoni*
- *I risultati sono peggiori per le procedure automatiche. Ad esempio, le maschere dei canali bagnati sono discontinue.*
- *Il confronto con i dati di campo ha consentito di "diagnosticare" i problemi.*
- *Si deve migliorare la tecnica di estrazione automatica.*
- *Le osservazioni frequenti del fiume consentono di investigare il rapporto fra le variazioni di forma e le variabili che controllano il sistema (portate liquide e solide)*



Centro Italiano per la
Riqualificazione Fluviale



IV CONVEGNO ITALIANO SULLA
RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

#RF2018

Bologna | 22 - 26 ottobre 2018

Riferimenti autore