

Relazione attività svolta presso il Dipartimento di Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) nell'ambito del bando Short Term Mobility Christian Massari

Premessa

Il dottor Christian Massari, ricercatore presso l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (CNR-IRPI) di Perugia, è risultato vincitrice del programma Short-Term Mobility 2016 del CNR, nell'ambito del quale ha svolto un periodo di soggiorno di 27 giorni presso United States Department of Agriculture's Hydrology and Remote Sensing Laboratory (USDA HRSL) in Beltsville, Maryland, USA con il Dottor Wade Crow.

Il progetto di ricerca ha riguardato lo sviluppo di tecniche innovative per la caratterizzazione dell'errore e la successiva integrazione di dati di pioggia e umidità del suolo al fine di ottenere prodotti di precipitazione caratterizzati da una maggiore accuratezza e rappresentatività spaziale. Inoltre, si è esplorata la possibilità di un metodo innovativo per la stima degli errori dei dataset di precipitazione satellitari senza l'ausilio di dati a terra.

Attività svolta

L'attività ha dapprima riguardato, la raccolta e l'organizzazione di dati satellitari di pioggia e umidità del suolo necessari agli studi successivi. In particolare sono stati reperiti i seguenti dati:

- 1) Misure di pioggia e di umidità del suolo a terra per un sito in Oklahoma negli Stati Uniti noto come Little Washita dove sono disponibili dati al suolo abbondanti e di elevata accuratezza.
- 2) Misure di umidità del suolo da satellite dei sensori Advanced SCATterometer (ASCAT) e MIRAS della missione Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS) mission per tutti gli Stati Uniti.
- 3) Misure satellitari, da modello e a terra per tutti gli Stati Uniti. Ossia:
 - a) TMPA 3B42RT (prodotto satellitare disponibile in tempo reale)
 - b) CMORPH (prodotto satellitare)
 - c) ERA-Interim (Prodotto di Re-analysis)
 - d) CPC (Prodotto basato su pluviometri)
 - e) GPCC (Prodotto basato su pluviometri)

In seguito l'attività ha riguardato la stima della pioggia da dati umidità del suolo usando i dati di SMOS e ASCAT sia per il sito di interesse (Little Washita) sia per gli Stati Uniti attraverso l'algoritmo SM2RAIN (Brocca et al. 2014).

Per la caratterizzazione dell'errore si è fatto uso di una tecnica innovativa nota come Triple Collocation (TC, Stoffelen et al. 1998). Tale tecnica consente, a partire da tre datasets indipendenti di una qualsiasi variabile di ottenere una stima dell'errore relativo e della correlazione (McColl et al. 2014) di ciascuna di esse senza utilizzare informazioni ausiliarie. TC è stata utilizzata ampiamente per la caratterizzazione di misure di vento e umidità del suolo ma raramente per la pioggia. In tale ambito è di interesse dire che trovare tre datasets totalmente indipendenti di pioggia (senza ausilio di informazioni a terra) è una sfida assai ardua. In questo contesto emerge la notevole importanza dei metodi per la stima della pioggia ottenuta da misure di umidità del suolo (SM2RAIN) poiché forniscono un dataset completamente indipendente per la stima dell'errore della precipitazione attraverso la TC.

La TC applicata ai diversi datasets ha mostrato che l'inclusione di un prodotto di pioggia ottenuto da misure di contenuto d'acqua migliora sensibilmente l'affidabilità nella stima dell'errore e della correlazione. In Figura 1 si riporta l'errore relativo e la correlazione ottenuti mediante la TC utilizzando come datasets indipendenti TMPA3B42RT, SM2RAIN e ERA-Interim negli Stati Uniti. Tali risultati sono stati confrontati con quelli ottenibili mediante un confronto diretto con un dataset di precipitazione particolarmente accurato (CPC) ed hanno mostrato un buon accordo rendendo così merito alla robustezza del metodo sviluppato. Questo risultato è particolarmente importante perché consente l'applicazione della metodologia a scala globale e consentirà la validazione dei dati di precipitazione da satellite, per la prima volta, senza l'ausilio dei pluviometri.

Una volta ottenuto l'errore relativo di ciascun prodotto si è proceduto alla loro integrazione utilizzando un semplice schema a media pesata pesando sia la correlazione che l'errore quadratico medio (RMSE) e ottenendo in entrambi i casi un miglioramento delle stime di precipitazione. In entrambi i casi si ottenuto un migliore accordo tra il dato integrato e i dati in situ. Figura 2 mostra i risultati dell'integrazione nel sito di Little Washita per una pioggia cumulata di 5 giorni utilizzando l'RMSE. L'integrazione, in questo caso tra SM2RAIN e TRMM, mostra il notevole beneficio nell'unire misure di pioggia da satellite classiche con quelle derivate mediante misure di contenuto d'acqua. Infatti sia la correlazione che l'errore migliorano dopo l'integrazione.

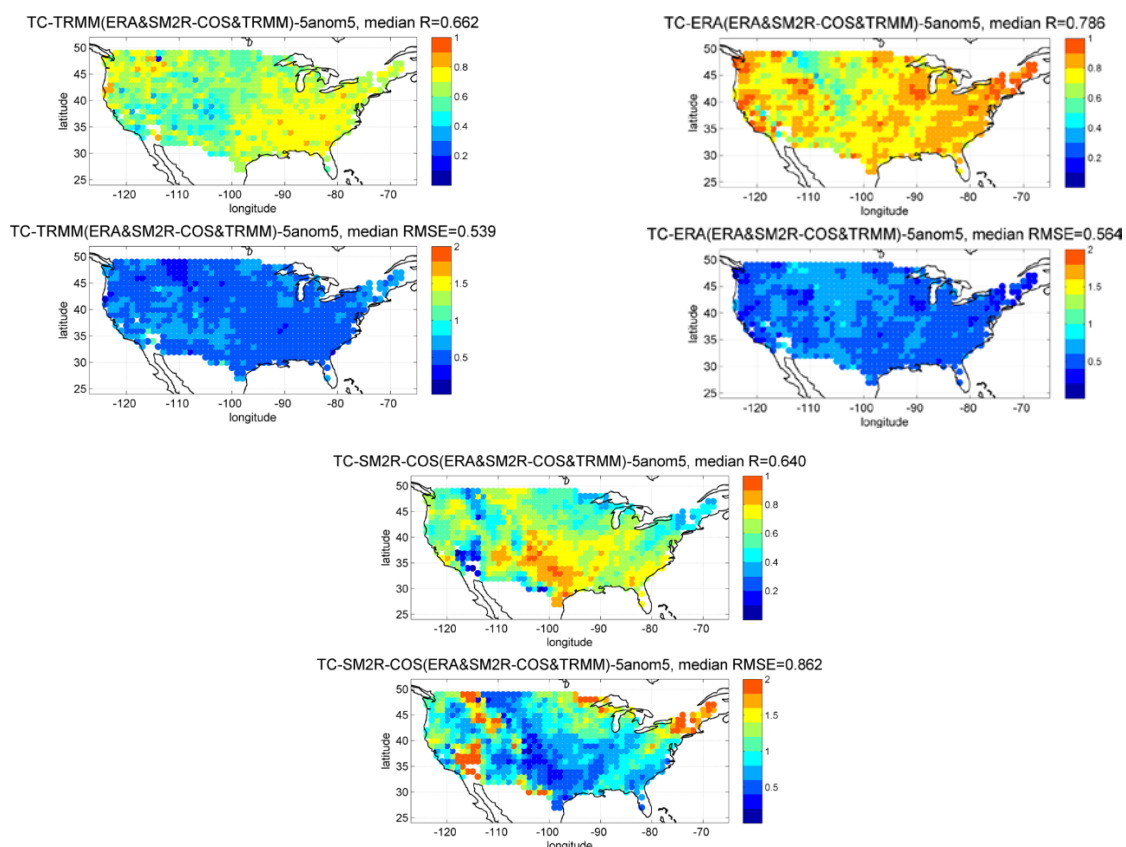


Figura 1: stima dell'errore relativo e della correlazione di TRMM, ERA-Interim e SM2RAIN mediante la Triple Collocation analysis.

Conclusioni

L'integrazione tra misure di pioggia da satellite e quelle ottenute mediante dati di umidità del suolo ha una notevole importanza poiché consente di ottenere prodotti di pioggia molto più accurati rispetto ai prodotti di partenza. Ciò è di notevole importanza in aree poco strumentate data l'assenza di reti di monitoraggio della pioggia. Tuttavia, l'integrazione ottimale è spesso legata all'utilizzo di qualche informazione a terra circa il valore vero della pioggia che è spesso non disponibile. L'attività ha permesso di ottenere un'integrazione tra

prodotti classici e prodotti ottenuti da misure satellitari di contenuto d'acqua in maniera indipendente ed pertanto è particolarmente innovativa e importante per molte applicazioni specialmente nei paesi in via di sviluppo. Inoltre, l'applicazione della TC è di particolare interesse perché consente di ottenere una stima dell'accuratezza dei prodotti satellitari senza l'ausilio di radar e pluviometri che sono molto radi nelle aree più remote del globo. I risultati dell'attività saranno presto oggetto di un paper in una rivista internazionale.

L'attività futura prevede di esplorare più a fondo la tecnica di integrazione optando per soluzioni più ottimali e calibrate secondo la stagione, la località e il clima fornendo così migliori stime di pioggia che saranno cruciali per molte applicazioni per la mitigazione dei rischi.

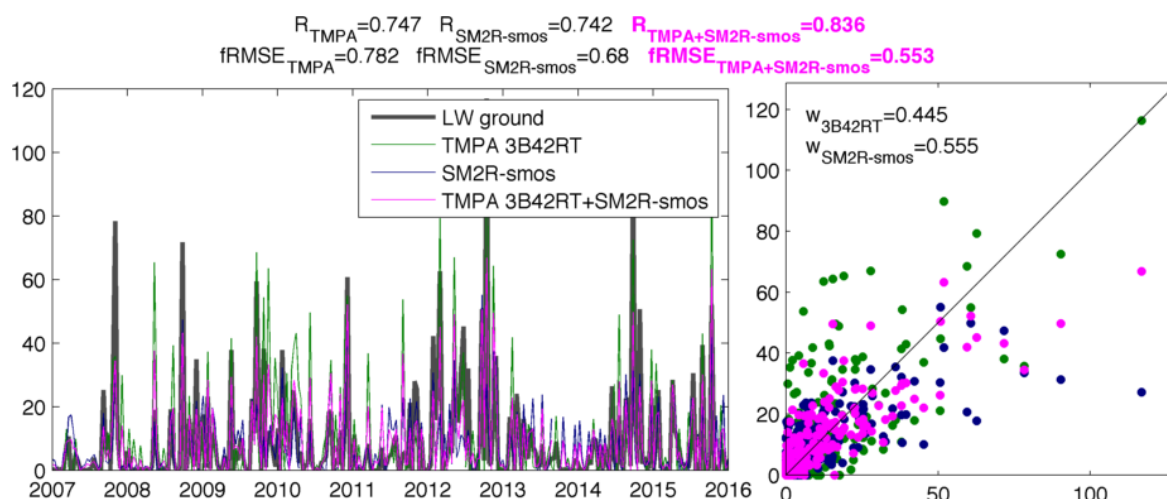


Figura 2: integrazione di SM2RAIN con TRMM per Little Washita pesando l'errore quadratico medio ottenuto mediante la Triple Collocation.

1. Brocca, L.; Ciabatta, L.; Massari, C.; Moramarco, T.; Hahn, S.; Hasenauer, S.; Kidd, R.; Dorigo, W.; Wagner, W.; Levizzani, V. Soil as a natural rain gauge: Estimating global rainfall from satellite soil moisture data. *J. Geophys. Res. Atmos.* **2014**, *119*, 5128–5141.
2. Stoffelen, A. Toward the true near-surface wind speed: Error modeling and calibration using triple collocation. *J. Geophys. Res.* **1998**, *103*, 7755.
3. McColl, K. A.; Vogelzang, J.; Konings, A. G.; Entekhabi, D.; Piles, M.; Stoffelen, A. Extended triple collocation: Estimating errors and correlation coefficients with respect to an unknown target. *Geophys. Res. Lett.* **2014**, *41*, 6229–6236.

Data

20/06/2016

Firma

Christian Massari