

Movimento della superficie indotto dalla siccità: si possono utilizzare dati InSAR per il monitoraggio?

Francesco Pirotti^{1,2}, Felix Enyimah Toffah^{1,3}

¹ Dipartimento TESAF, Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16 35020 Legnaro (PD)- francesco.pirotti@unipd.it

² CIRGEO – Centro Interdipartimentale di Ricerca di Geomatica - Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16 35020 Legnaro (PD).

³ Dept. of Civil, Building and Environmental Engineering, Sapienza University of Rome, Via Eudossiana 18, 00184 Rome, Italy – felixenyimah.toffah@uniroma1.it

Abstract. Secondo la European Environment Agency (EEA), circa il 25% dell'acqua totale utilizzata per le attività quotidiane, come l'agricoltura, il raffreddamento dell'energia e gli scopi industriali, proviene dalle acque sotterranee. In particolare, circa il 58% dell'acqua totale prelevata da varie fonti viene utilizzata per le attività agricole. In particolare, il prelievo di acqua per le attività agricole è aumentato nella regione dal 1990, ad esempio del 70% in Turchia e dell'11% in Grecia. Tuttavia, i periodi di scarse precipitazioni aumentano la dipendenza dalle acque sotterranee e il loro eccessivo sfruttamento provoca in alcune aree la subsidenza. Questo fenomeno è noto e ampiamente riportato in letteratura, in particolare con studi in California e nelle aree densamente popolate dell'India. In questo lavoro utilizziamo i dati dell'European Ground Motion Service (EGMS) del Copernicus Land Monitoring Service ed eseguiamo test di correlazione con gli indici che possono descrivere una condizione di siccità. Vengono usati i seguenti raster giornalieri ricampionati ad 1 km di risoluzione su cinque anni, dal 2018 al 2022;

Prodotto	Risoluzione	Tempo di ritorno
EGMS Sentinel-1	100 m	6 giorni
MODIS product MODIS Terra/Acqua	1000 m	1 giorno
CHIRP Interpolation of precipitation Stations	5566 m	1 giorno
CEMS Drought Code (DC)[1] Copernicus Service catalogue	0.25° x 0.25°	1 giorno

In questo studio l'indice DC viene usato da due fonti differenti: uno dal servizio Copernicus "CEMS" con una risoluzione di 25 km e l'altro calcolato in modo indipendente su una griglia con risoluzione di 1 km usando dati di temperatura e precipitazione da prodotti MODIS e CHIRP rispettivamente. La temperatura è stata stimata utilizzando il prodotto MODIS "MOD11A1 V6.1", che fornisce la temperatura giornaliera della superficie terrestre (LST) a 1 km di risoluzione. Abbiamo interpolato con il metodo bi-lineare laddove la copertura nuvolosa non consentiva avere valori affidabili. In questo contesto abbiamo corretto la LST con una funzione lineare con

parametri presi dal lavoro [2]; riteniamo che questa LST trasformata sia sufficientemente rappresentativa della temperatura dell'aria; gli sviluppi futuri di questo lavoro aggiungeranno la correzione di questi dati più sofisticate, utilizzando misure di temperatura dell'aria da stazioni a terra. Le precipitazioni utilizzate provengono dal dataset CHIRP, disponibile dal 1981 al 2024 con una risoluzione di circa 5 km. I dati EGMS sono stati scaricati per l'intero territorio italiano. Ogni punto è costituito da un Persistent Scatterer (PS) che fornisce una serie temporale di misure di velocità di spostamento lungo la linea di vista (LOS) ottenute con una tecnica Advanced Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (A-DInSAR - vedi [3]). Sono state usate le componenti verticali con un passo di 100 m, fornite come prodotto di livello 3 dal servizio EGMS.

I risultati mostrano che circa 32'000 PS su 7 milioni hanno un coefficiente di correlazione (ρ di Spearman - ρ_s) superiore a 0,7 in senso assoluto tra lo spostamento vertical della superficie come misurata da InSAR e valori di DC. Di questi 12'000 PS circa di con correlazione positiva e 20'000 negativa, dimostrando che entrano in gioco dinamiche diverse. E' da considerare che la combinazione di fattori geologici e di assorbimento dell'acqua seguono dinamiche diverse a seconda della risposta alle condizioni di siccità. E' anche da sottolineare che l'effetto di correlazione positiva è chiaramente indotto dall'espansione termica degli elementi edificati alti (ponti autostradali, edifici...), oltre che da piloni della rete elettrica. Questo primo studio indica quali aree sono di interesse per un approfondimento riguardo le relazioni di causalità effettiva del fenomeno. In figura 1 alcuni esempi da un portale webgis impostato per il lavoro. Risultati più dettagliati sono disponibili in [4]. I dati utilizzati sono disponibili come open-data su portale zenodo [5].

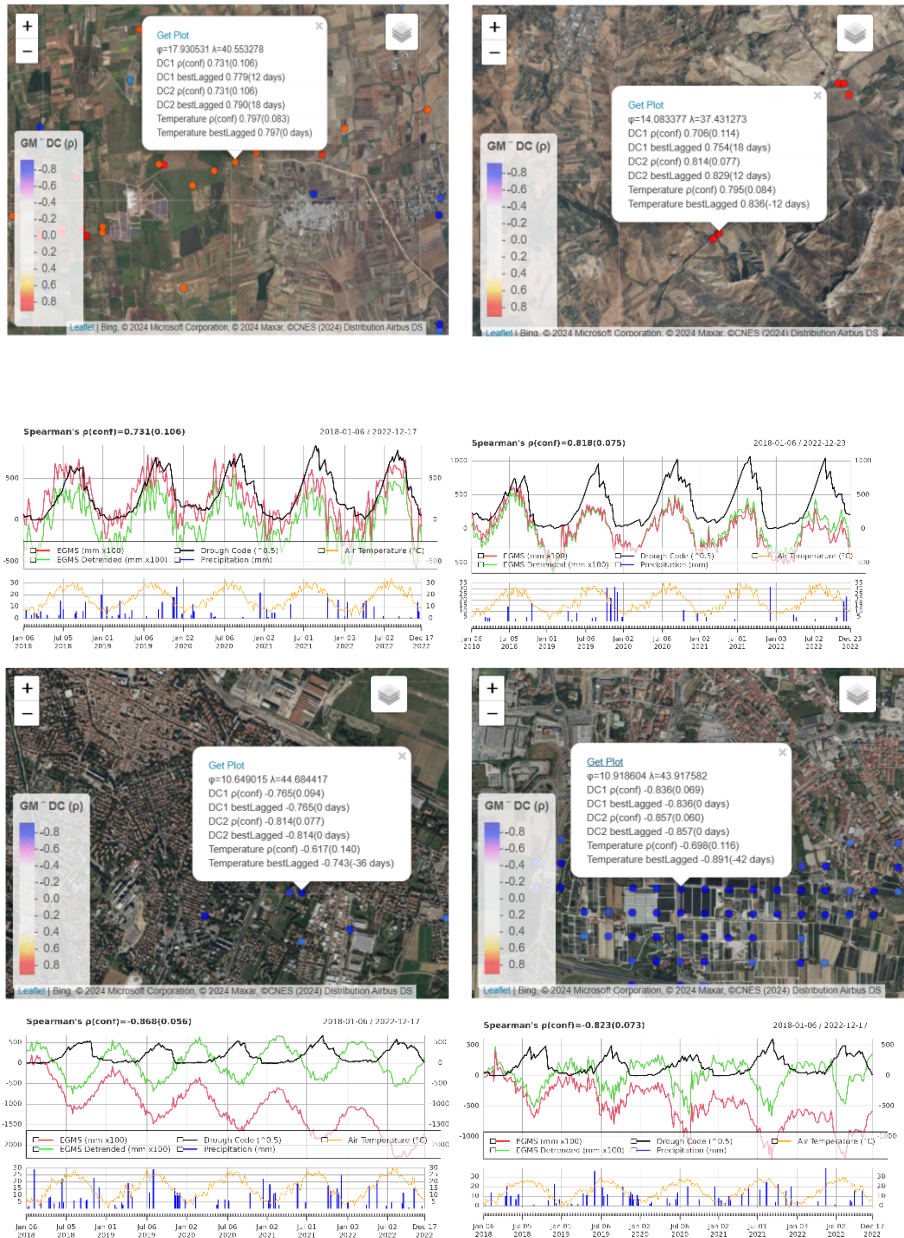


Fig. 1. Risultati con punti di misura EGMS con correlazione positiva e negativa (sopra) e corrispondenti grafici della serie temporale dei fattori climatici [4].

Riferimenti bibliografici

1. Turner, J.A. (1972). The Drought Code Component of the Canadian Forest Fire Behaviour System. Technical report, Canadian Forestry Service Headquarters, Ottawa, ON, Canada.
2. Mutiibwa, D.; Strachan, S.; Albright, T. (2015). Land Surface Temperature and Surface Air Temperature 719 in Complex Terrain. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 8, 4762–4774. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2015.2468594>
3. Crosetto, M., Monserrat, O., Cuevas-González, M. Devanthéry, N., Crippa, B., (2016). Persistent Scatterer Interferometry: a review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 115, 78-89.
4. Pirotti, F., Toffah, F. . E., & Guarnieri, A. (2024). Correlation Analysis of Vertical Ground Movement and Climate Using Sentinel-1 InSAR. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202410.1774.v1>
5. Pirotti, F., & Toffah, F. E. (2024). Temperature, precipitation and drought code at 1 km resolution over Italy from start of 2017 to end of 2022 (6 years) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12741043>