

Test dimostrativo di una rete Italiana di Cosmic Ray Neutron Sensing per monitorare le dinamiche di umidità del suolo

E. Gazzola¹, S. Gianessi¹, L. Stevanato¹, C. Alessandrini², A. Pirola², S. Ferraris³, F. Ragazzi⁴, S. Obber⁴, S. Fogarin⁴, D. Andreis⁵, F. Zottele⁵, C. Ronchi⁶, R. Cremonini⁶, S. Barbero⁶, B. Biasuzzi¹, L. Morselli¹, F. Lorenzi¹, M. Lunardon^{1,7}

¹Finapp srl, via del Commercio 27, Montegrotto Terme; ²ARPAE Emilia-Romagna, Bologna; ³Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio (DIST), Politecnico e Università di Torino; ⁴ARPA Veneto, Unità Organizzativa Qualità del Suolo, Padova; ⁵Centro di Trasferimento Tecnologico, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige; ⁶ARPA Piemonte, Torino; ⁷Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Padova

INTRODUZIONE

La capacità di misurare il contenuto d'acqua nel suolo (Soil Moisture) in tempo reale e su un'ampia area ha un'importanza strategica per la quantificazione e la gestione della risorsa idrica in campo potabile, agrario e idroelettrico, oltre che di prevenzione di alluvioni e frane. Il Cosmic Rays Neutron Sensing (CRNS) offre la capacità di ottenere una misura continua del valore di Soil Moisture rappresentativo di un'area di dozzine di ettari tramite un singolo sensore non invasivo^{1,2}. Esperienze di altri Paesi sottolineano i pregi di una rete coordinata di tali sonde, che permetta l'emissione di bollettini a scala nazionale o sovranazionale con cui valutare i trend climatici e la distribuzione dell'impatto di eventi estremi³. In Italia un crescente numero di sonde CRNS Finapp è installato dalle ARPA o da enti di ricerca e si presta ad essere integrato in una rete di questo tipo.

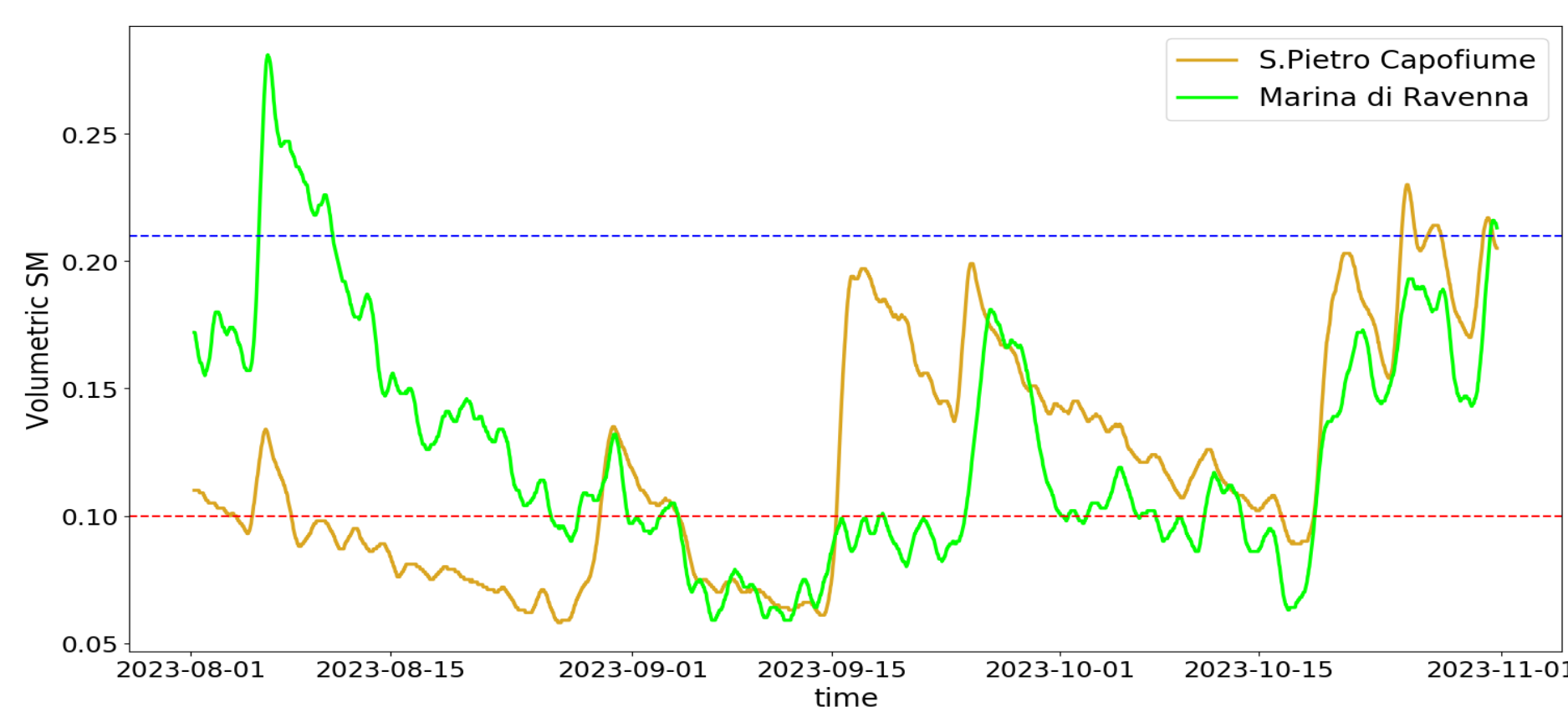
La tecnologia CRNS di Finapp

Il sensore Finapp si basa sull'approccio CRNS: neutroni provenienti dallo spazio penetrano nel suolo e, grazie alla loro forte interazione con gli atomi di idrogeno, estraggono informazione essenzialmente sul contenuto d'acqua. Il sensore montato su un palo raccoglie i neutroni provenienti da una distanza fino a 200 m e una profondità fino a oltre 50 cm. Opportunamente calibrata, la sonda trasforma direttamente il conteggio di neutroni in un valore di Soil Moisture rappresentativo di una vasta area. 9 sonde Finapp distribuite nel Nord Italia sono state incluse in questa rete dimostrativa: 4 attive presso siti di ARPAE-Emilia Romagna, una di ARPA-Piemonte, una di ARPA-Veneto, una del Politecnico di Torino e due presso i consorzi CMF Tres e CAVIT.

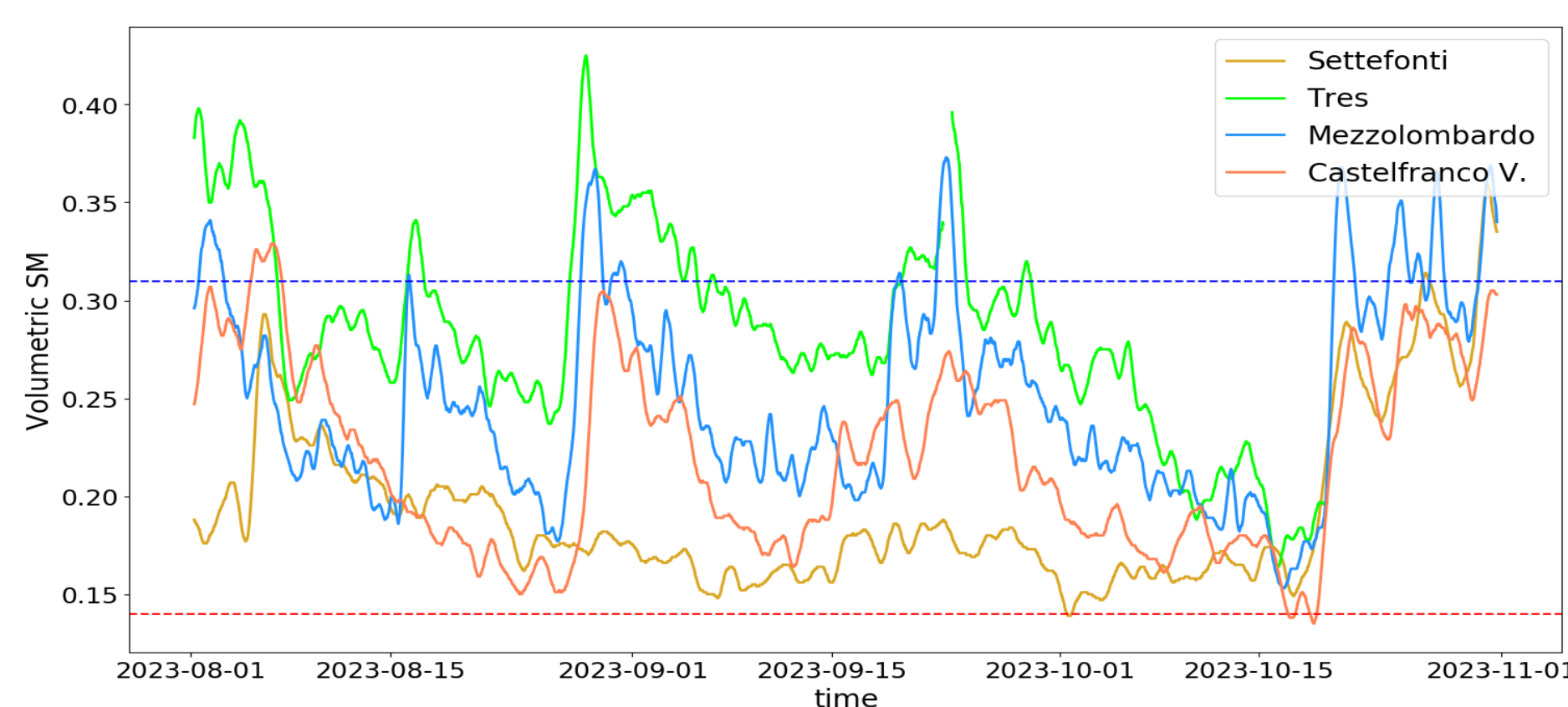
Dinamica della Soil Moisture

I siti sono stati classificati in tre gruppi sulla base della tessitura superficiale del suolo, poiché questa influenza direttamente il loro comportamento idrologico: Franco Sabbioso (FS), Franco (F), e Franco Argilloso/Limoso (FA). Ai tre gruppi sono stati assegnati diversi valori di Punto di Avvizzimento (PdA) e Capacità di Campo (CdC) utilizzando alcune delle più diffuse pedofunzioni che stimano questi parametri sulla base del contenuto di argilla e sabbia. I valori sono espressi come Soil Moisture Volumetrica (kg/kg) e rappresentati rispettivamente dalla riga orizzontale rossa e quella blu nei grafici.

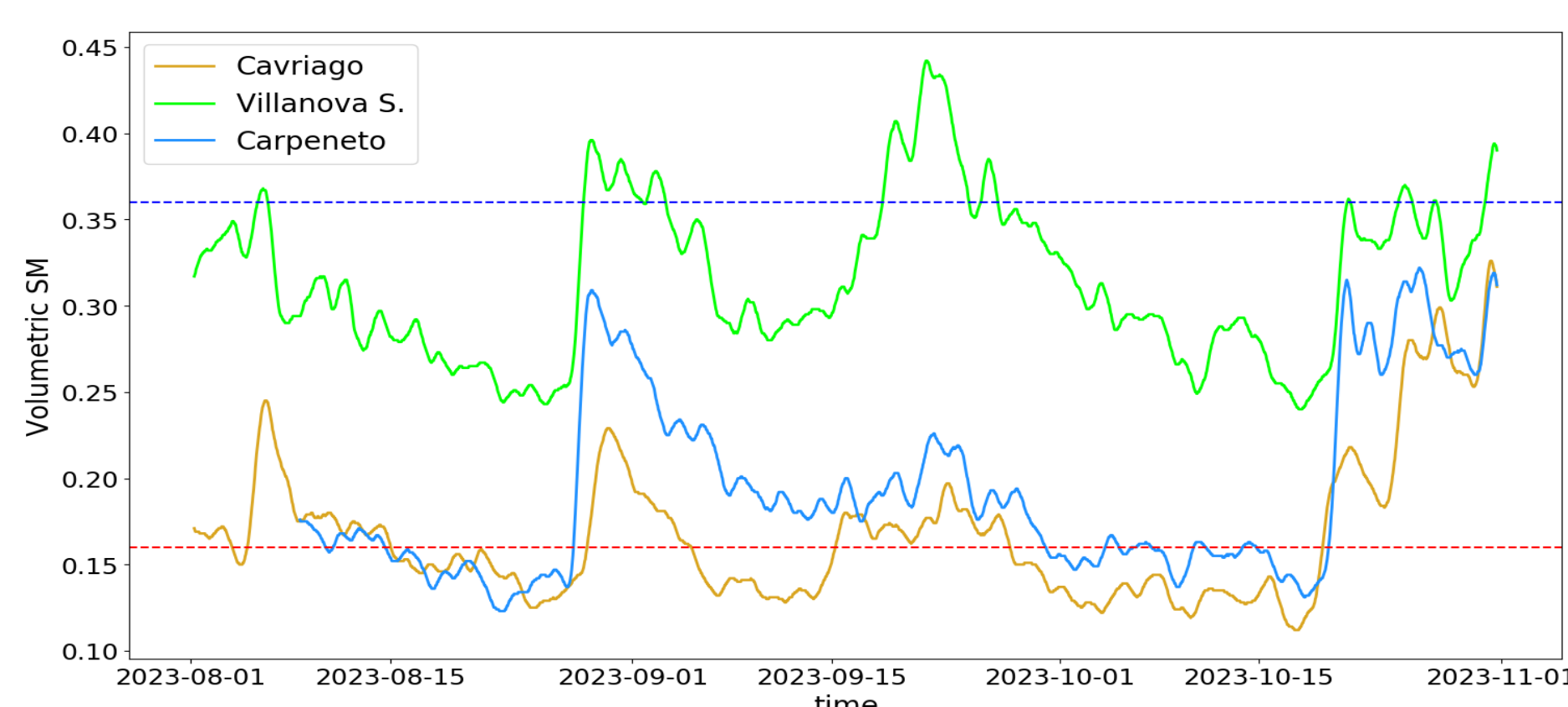
1) Siti con terreno FS:
PdA = 0.10 kg/kg
CdC = 0.21 kg/kg



2) Siti con terreno F:
PdA = 0.14 kg/kg
CdC = 0.31 kg/kg



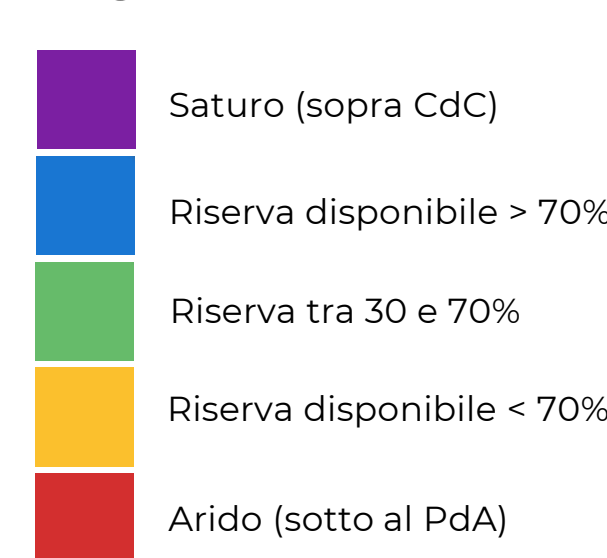
2) Siti con terreno FA:
PdA = 0.16 kg/kg
CdC = 0.36 kg/kg



Legenda suoli:

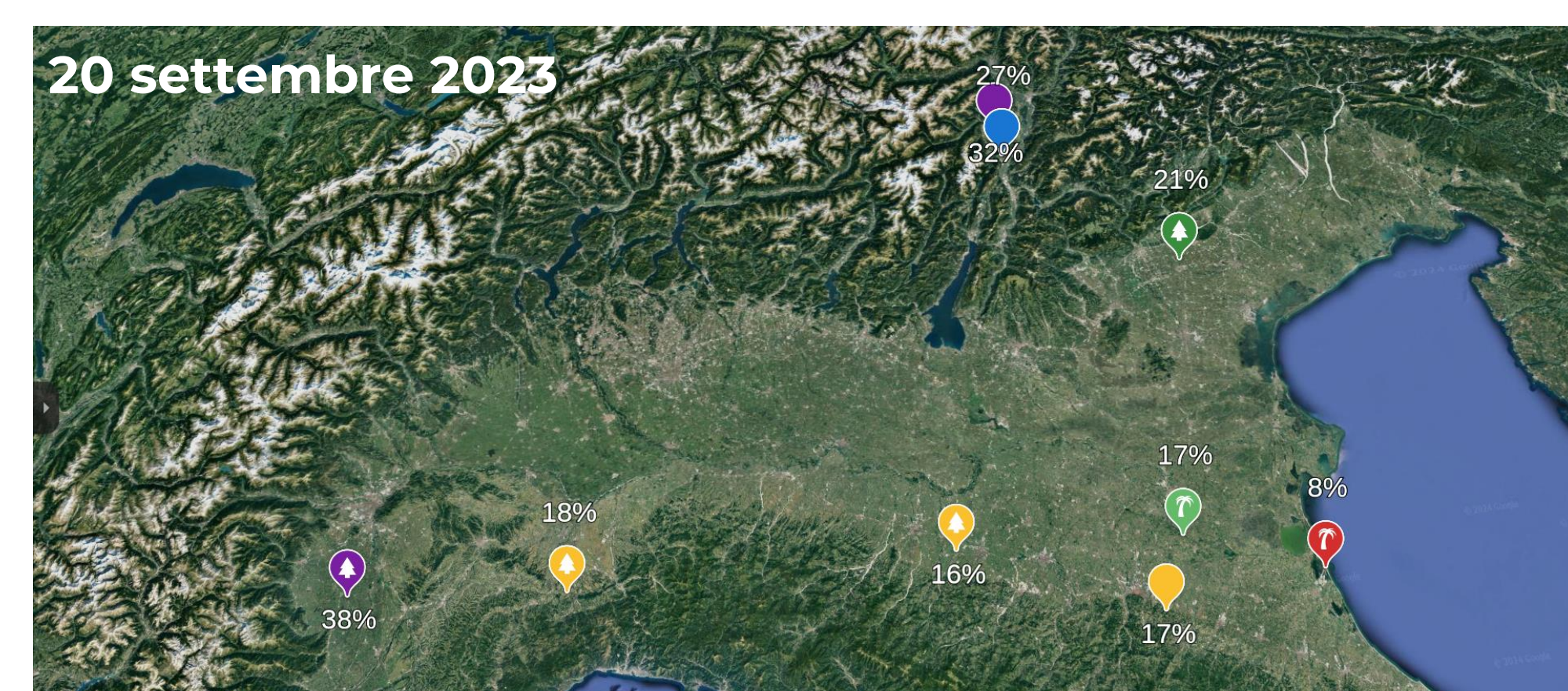
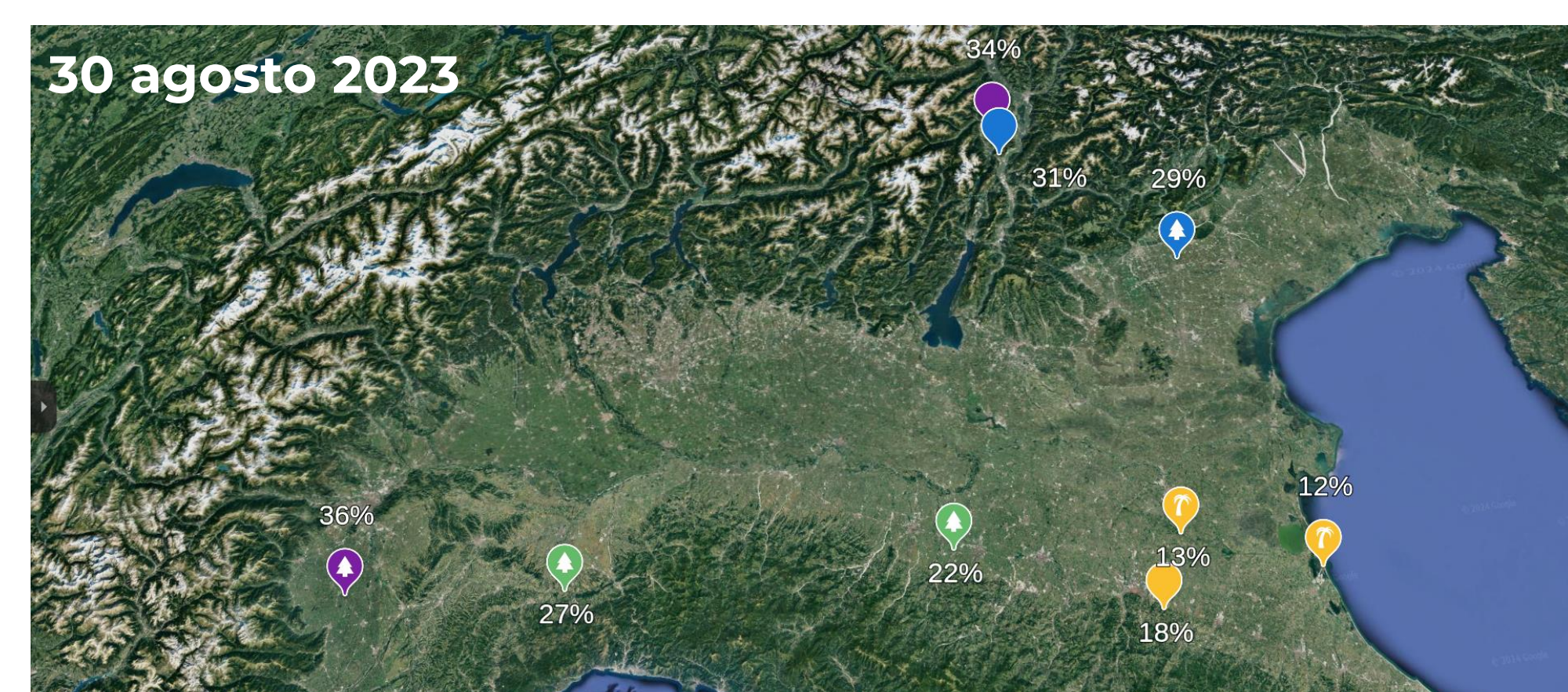
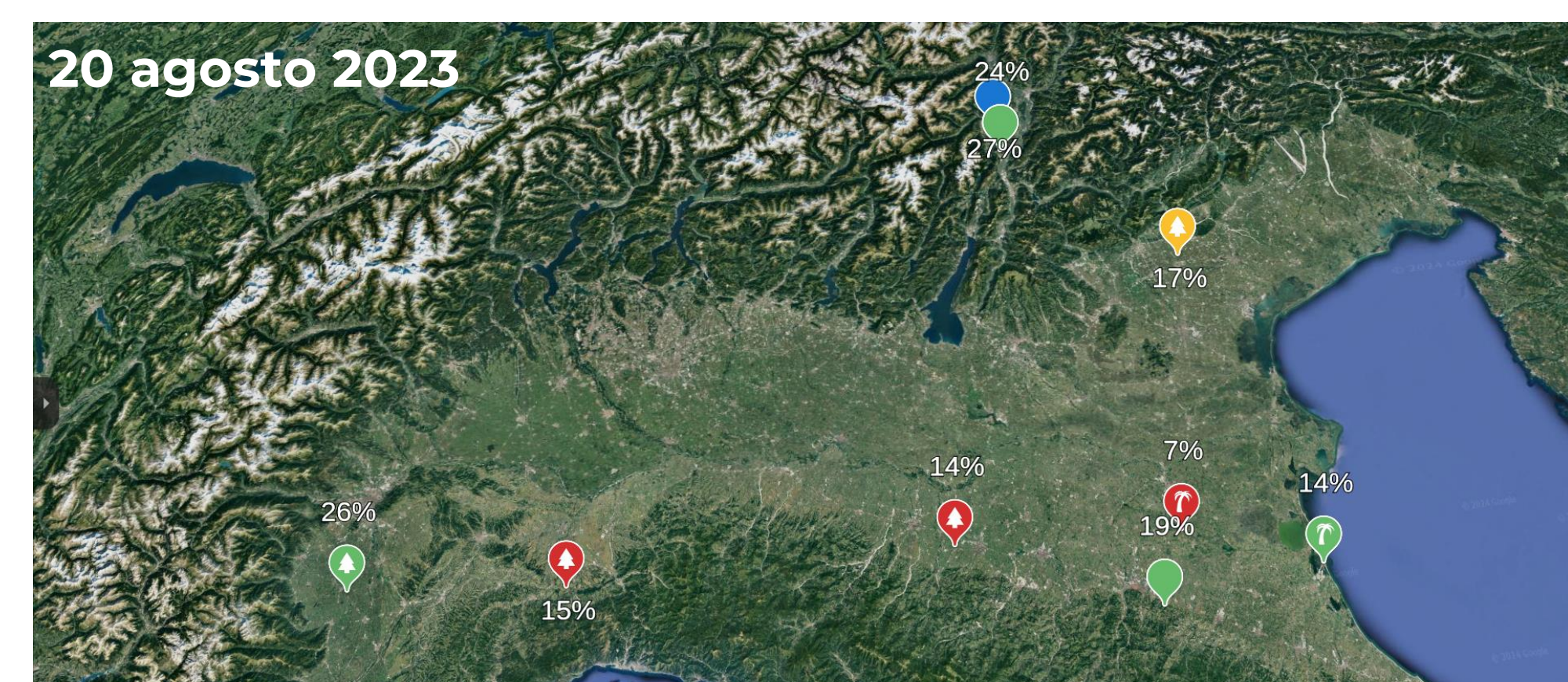


Legenda stati:



Monitoraggio globale

La visione di insieme della rete di sonde può fornire un quadro generale della situazione idrica, che tenga in considerazione anche la natura dei suoli di riferimento. Nelle mappe che seguono, 3 diversi marker sono stati adottati per indicare il tipo di suolo di ogni sito. La Soil Moisture volumetrica (espressa in % nei label) è stata poi rapportata alla capacità di ogni specifico suolo al fine di fornire un'indicazione di stato della riserva idrica in una scala di 5 colori.



CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

L'uso di sonde CRNS offre una misura della Soil Moisture ad una scala intermedia tra quella puntuale e quella satellitare, fornendo un dato di sintesi e rappresentativo in situazioni pedologiche eterogenee. L'implementazione di reti di sensori con una scelta strategica dei suoli di riferimento, e lo sviluppo di una relativa infrastruttura per la gestione dei dati, favorirà l'emissione di bollettini in supporto alla gestione della risorsa idrica, oltre che l'osservazione dell'impatto su larga scala di eventi meteorologici particolari.

Bibliografia

- L. Stevanato et al. (2019), A Novel Cosmic-Ray Neutron Sensor for Soil Moisture Estimation over Large Areas. *Agriculture* **9**(9), 202.
- S. Gianessi et al. (2024), Testing a novel sensor design to jointly measure cosmic-ray neutrons, muons and gamma rays for non-invasive soil moisture estimation. *Geosci. Instrum. Method. Data Syst.* **13**, 9–25
- H. Bogen et al. (2022), COSMOS-Europe: a European network of cosmic-ray neutron soil moisture sensor. *Earth Syst. Sci. Data* **14**, 1125–1151