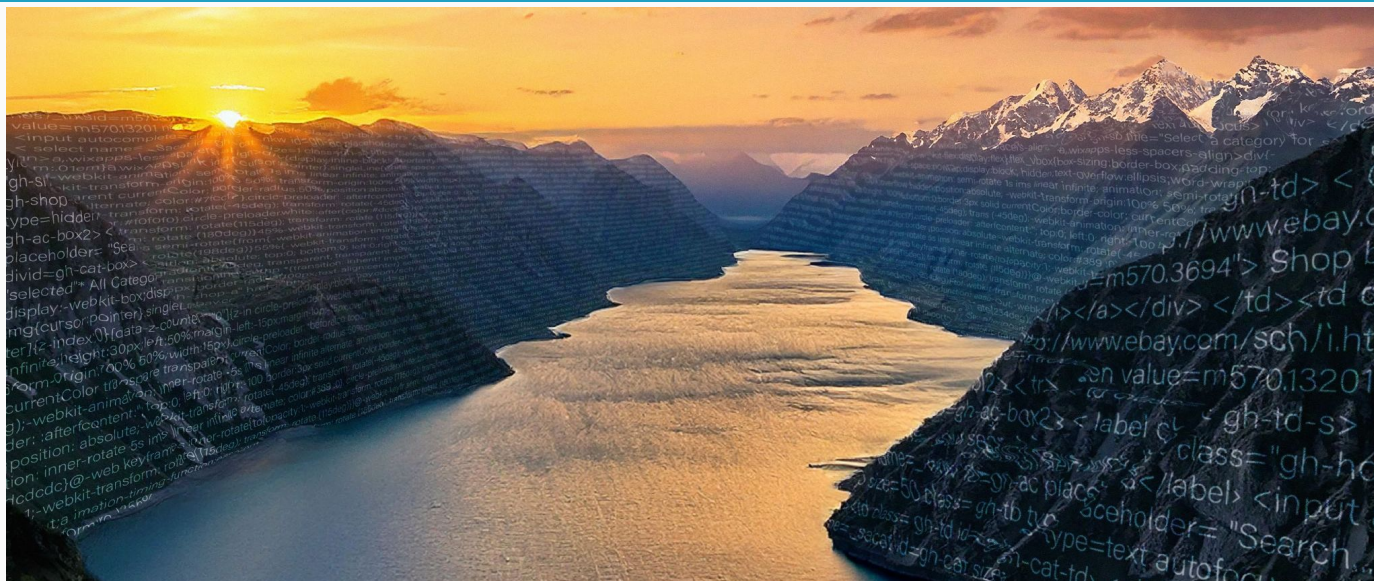


Il Digital Twin: una soluzione innovativa per il monitoraggio e la previsione delle risorse idriche



Webinar CNI, 3 luglio 2025

ingg. Fabio Pilotti, Stefano Tasin, **Matteo Dall'Amico**



Waterjade S.r.l.

Registered office: via Guardini 24, 38122 Trento (Italy)
+39.328.4235367 | info@waterjade.com | www.waterjade.com

L'acqua nelle applicazioni industriali



L'acqua nelle applicazioni industriali



Climate Change

Disponibilità idrica più discontinua ed estrema



Sustainability

Reportistica ESG e
Arera obbligatoria e
qualificante



COMO ACQUA

Acquedotto

142

Comuni serviti

491.849

Abitanti serviti

5.125

km di rete

279

pozzi

439

sorgenti

17

derivazioni
superficiali

Fognatura

145

Comuni serviti

577.103

Abitanti serviti

2.699

km di rete

227

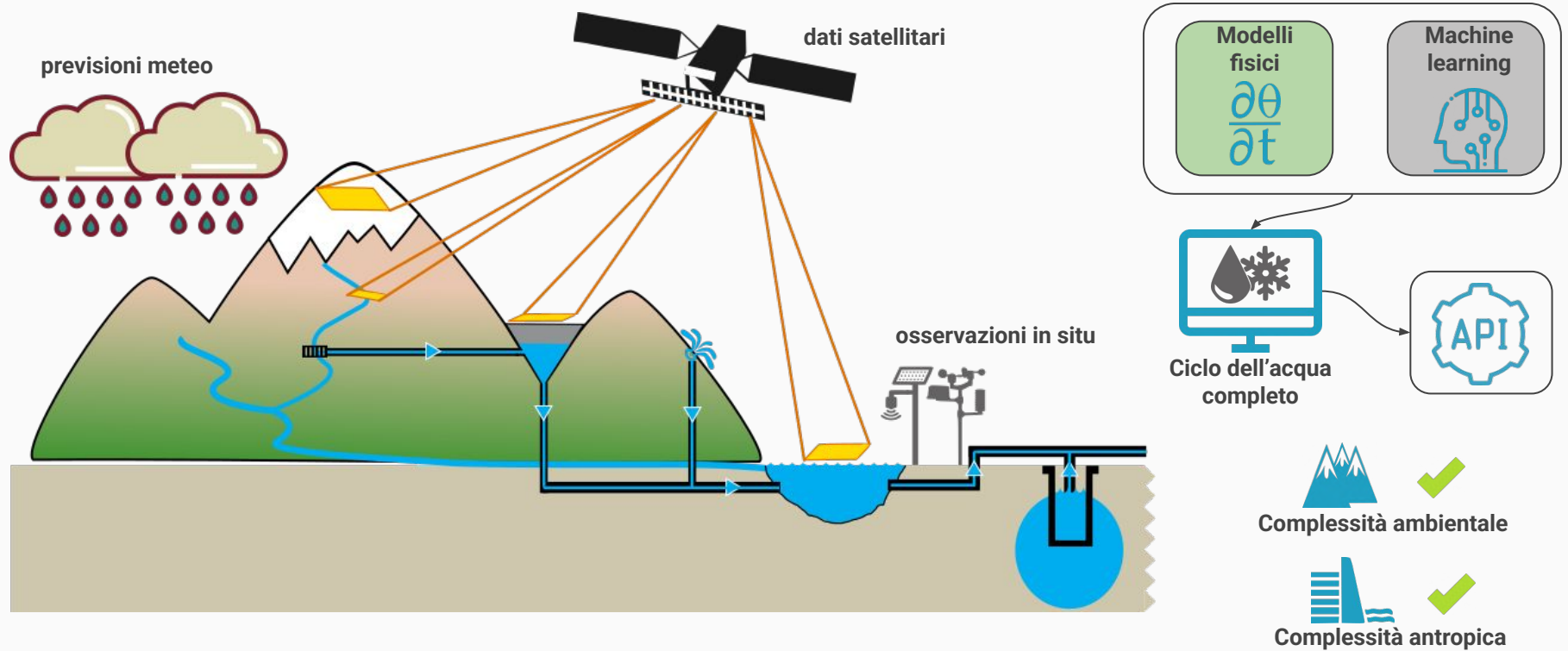
sollevamenti

558

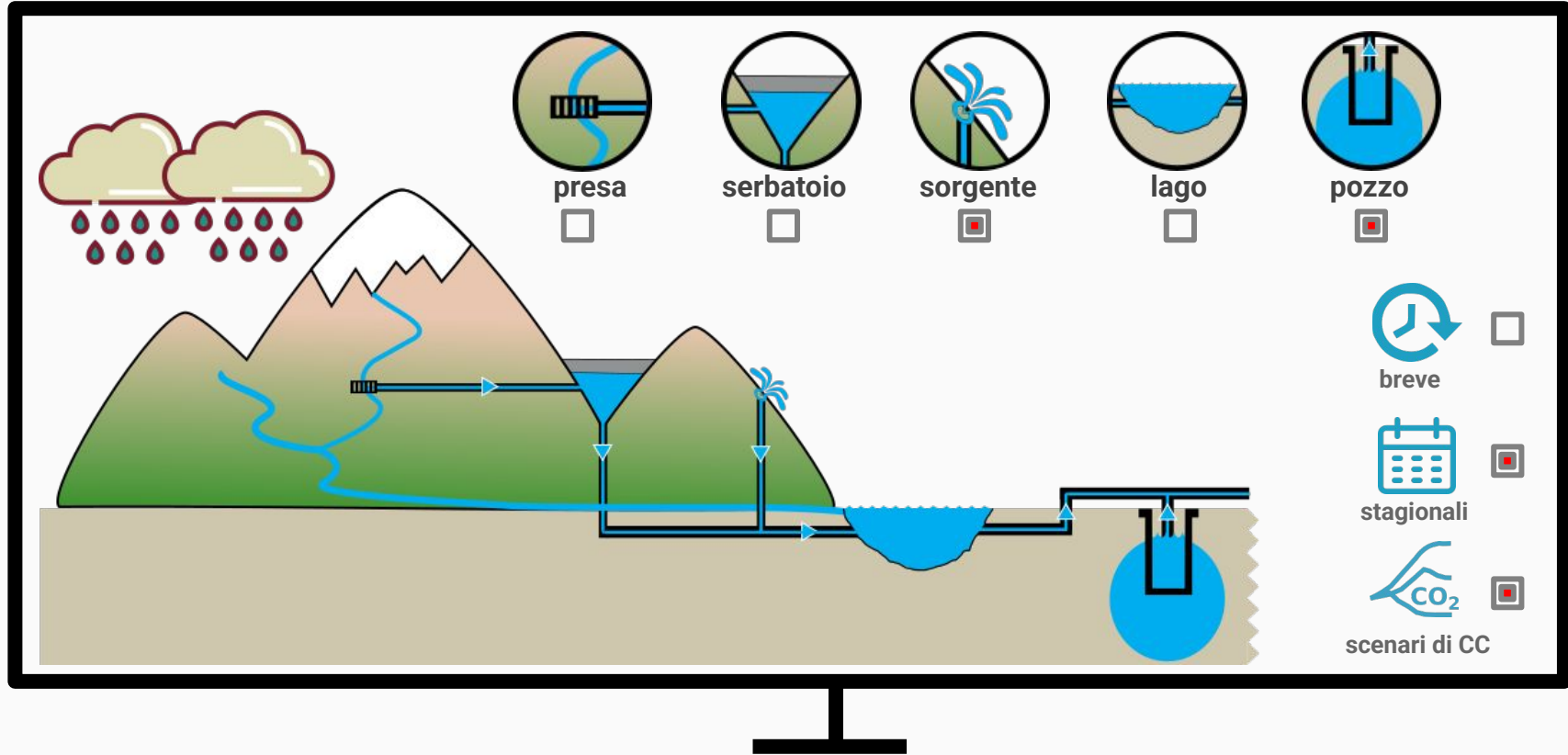
scaricatori



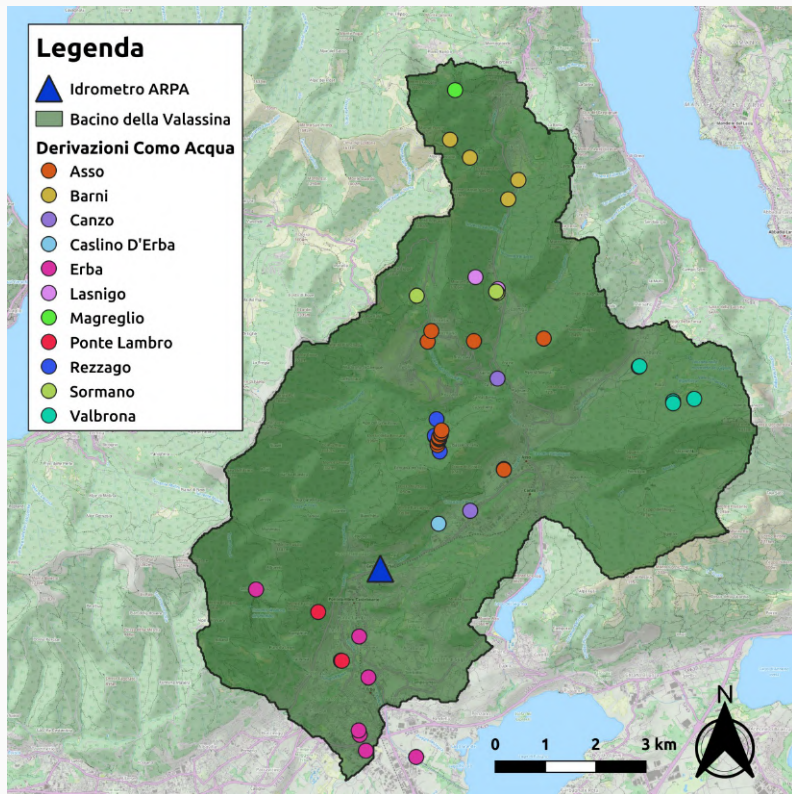
Tecnologia: il Digital Twin del bacino



Previsione siccità su sorgenti e campi pozzi



Area di studio: Valassina



Derivazioni Como Acqua:



POZZI: 19

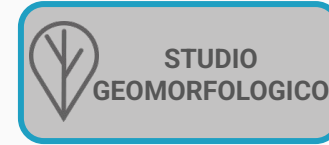
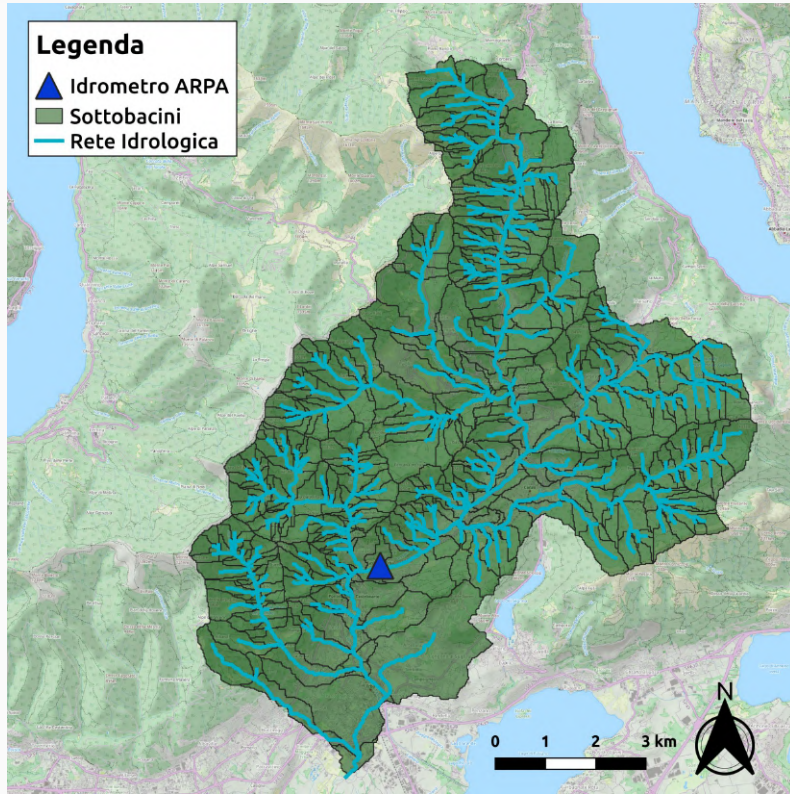


SORGENTI: 28



PRESE SUPERFICIALI: 1

Geomorfologia

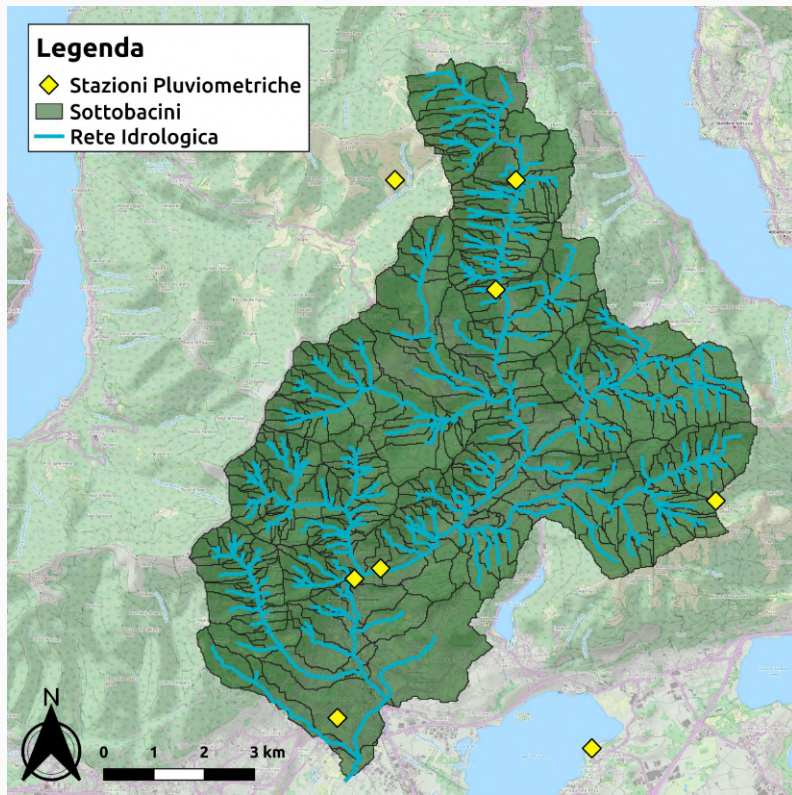


Estrazione dei sottobacini e del reticolo idrografico

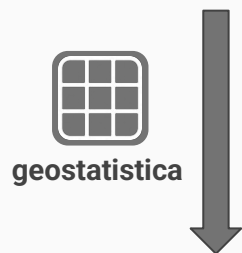


Punto di chiusura	Area afferente [km ²]
Caslino d'Erba (Idrometro ARPA)	53.2
Erba	76.7

Dati meteorologici



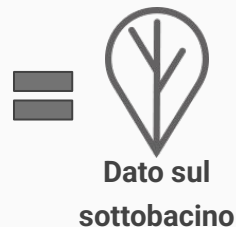
ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente



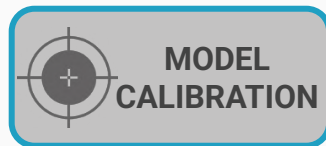
In situ

IDW

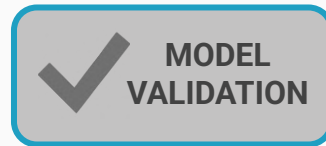
Interpolazione



Fase 1: calibrazione macro area

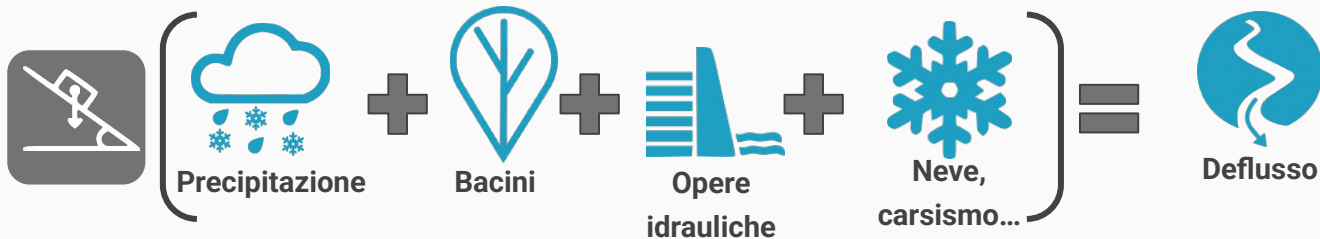


MODEL
CALIBRATION



MODEL
VALIDATION

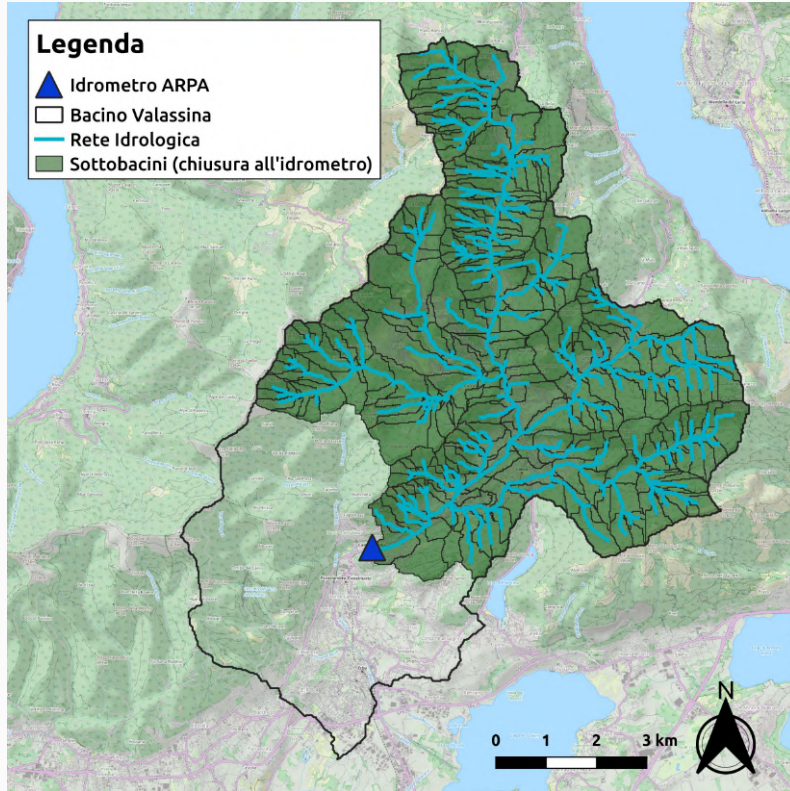
**MODELLO FISICO
(AFFLUSSI-DEFLUSSI)**



**COMPONENTI DEL
CICLO IDRICO**



Calibrazione del modello idrologico



Chiusura all'Idrometro di Caslino d'Erba (CO)



**MODELLO FISICO
(AFFLUSSI-DEFLUSSI)**



**TARGET DI
CALIBRAZIONE**



**Idrometro di
Caslino d'Erba**

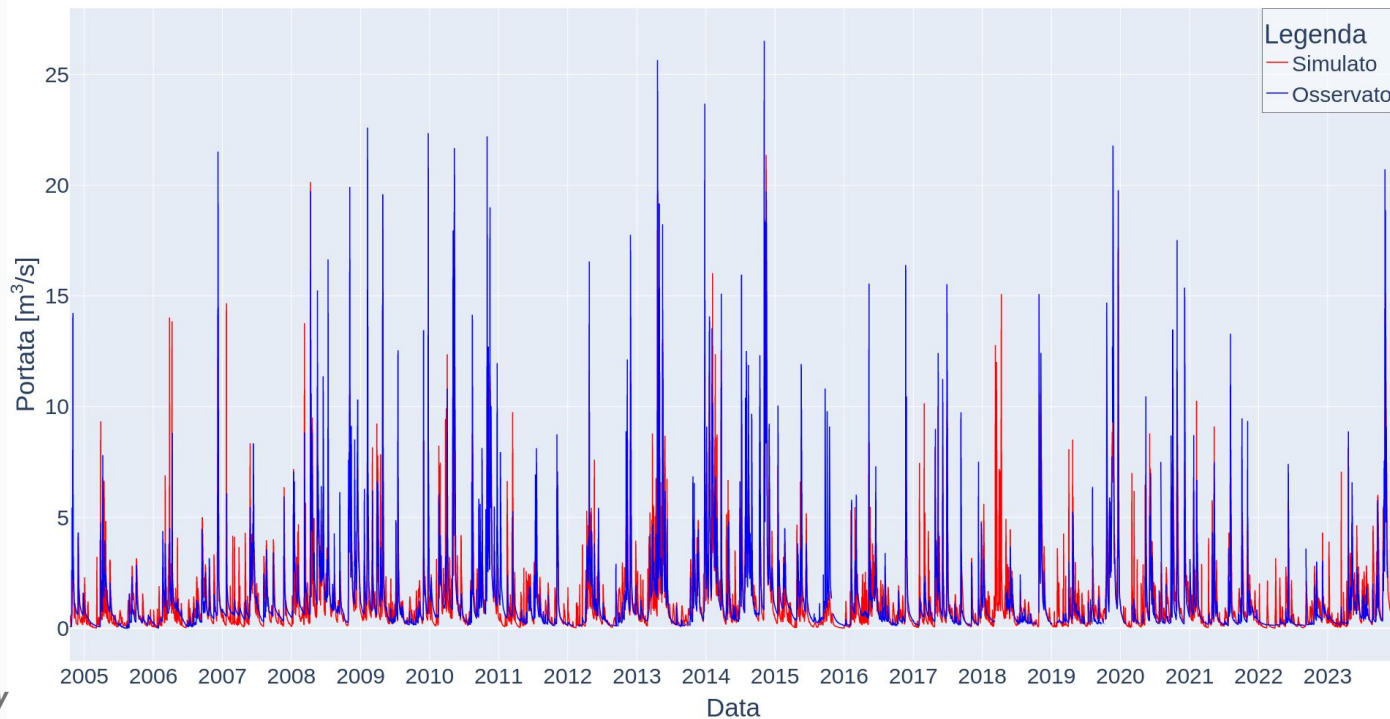


Risultati del modello idrologico

Validazione: Portata Idrometro Caslino d'Erba (CO) - Ricampionamento Giornaliero



$KGE^* = 0.82$



*KGE = Kling Gupta Efficiency

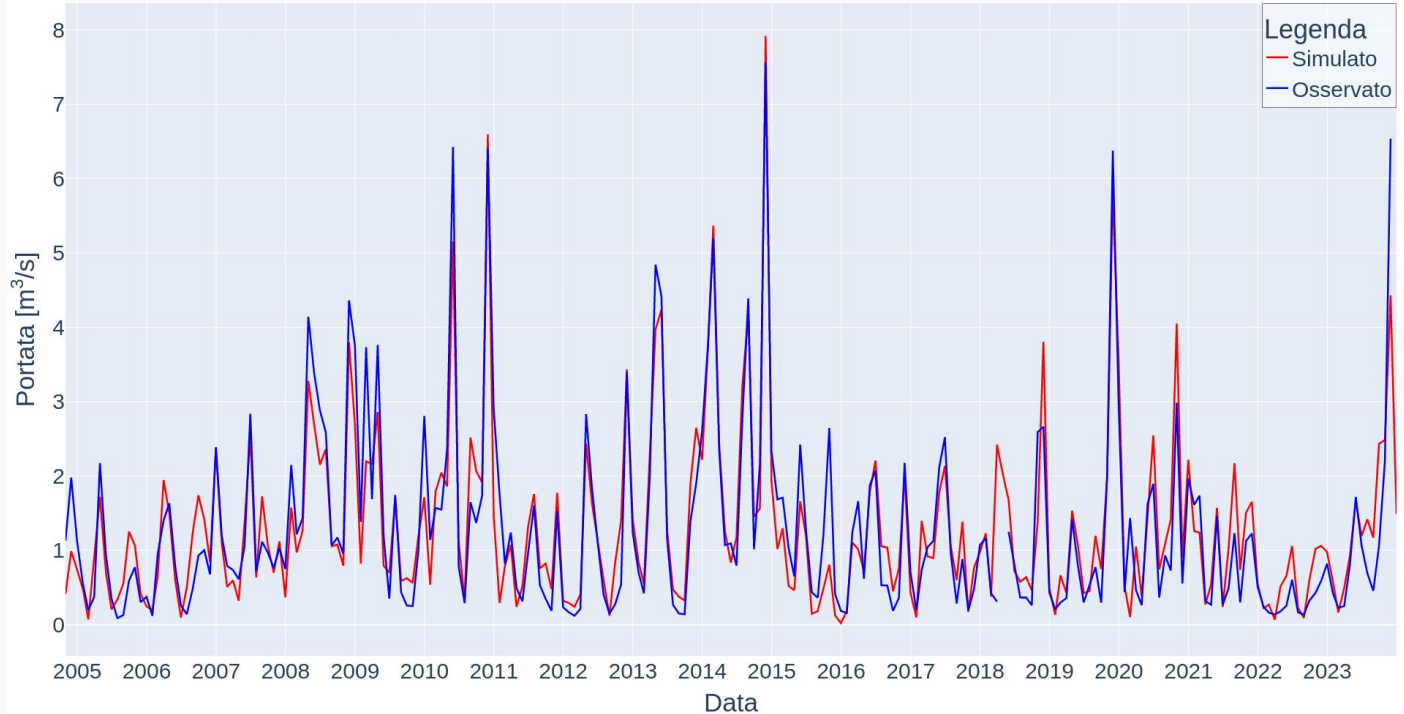
Gupta, Hoshin V., Kling, H., Koray K. Yilmaz e Guillermo F. Martinez (2009), "Decomposition of the mean squared error and NSE performance criteria: Implications for improving hydrological modeling"

Risultati del modello idrologico

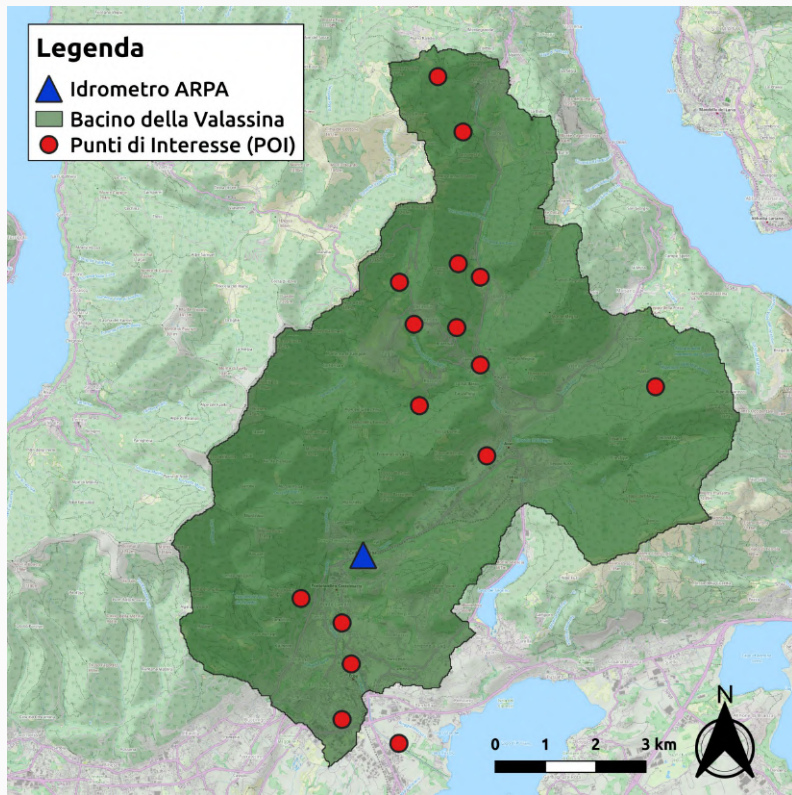
Validazione: Portata Idrometro Caslino d'Erba (CO) - Ricampionamento Mensile



KGE = 0.91



Fase 2: calibrazione di fino su POI



Punti di Interesse (POI)



POZZI: 6



SORGENTI: 10



**MODELLO
MACHINE LEARNING**



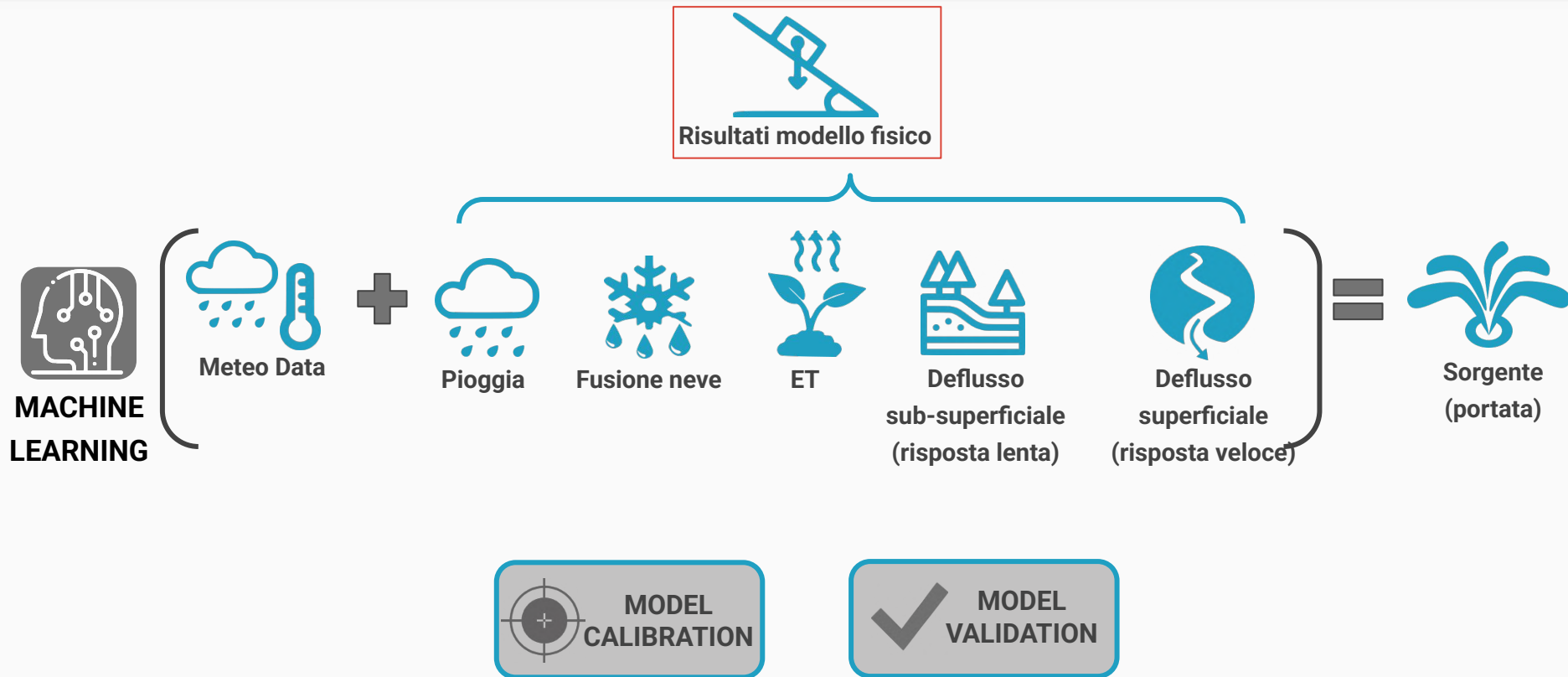
**TARGET DI
CALIBRAZIONE**



- Livello di falda mensile
- portata derivata mensile



Fase 2: calibrazione di fino su POI



Risultati del modello di *machine learning*



CALIBRAZIONE
DEL MODELLO

Metrica	Training (80%)	Test (20%)
R^2 [-]	0.812	0.627
MAE [l/s]	0.928	1.043
RMSE [l/s]	1.134	1.340
KGE [-]	0.842	0.620

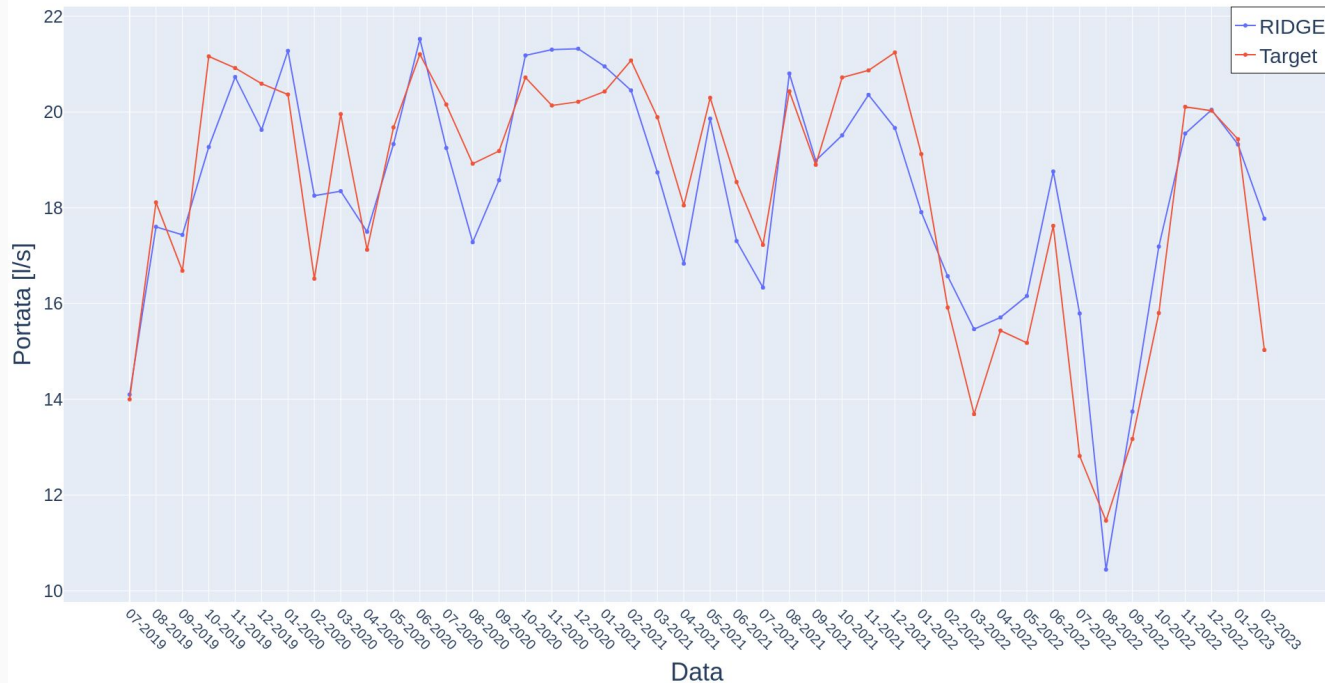


VALIDAZIONE
DEL MODELLO



Canzo
Sorgente Arcenc

Calibrazione ML: Training



Risultati del modello di *machine learning*



CALIBRAZIONE
DEL MODELLO

Metrica	Training (80%)	Test (20%)
R^2 [-]	0.812	0.627
MAE [l/s]	0.928	1.043
RMSE [l/s]	1.134	1.340
KGE [-]	0.842	0.620



VALIDAZIONE
DEL MODELLO



Canzo
Sorgente Arcenc

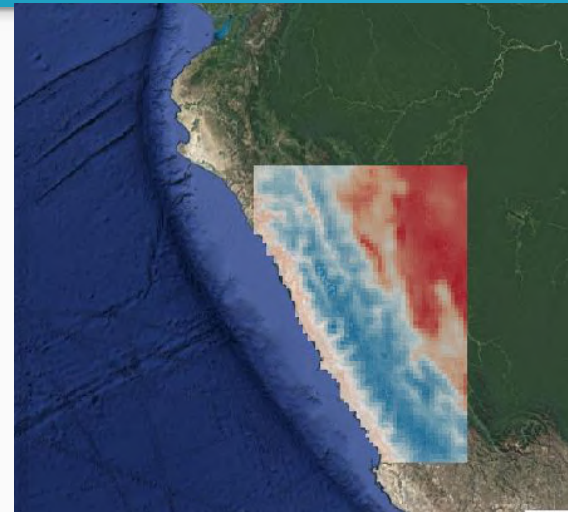
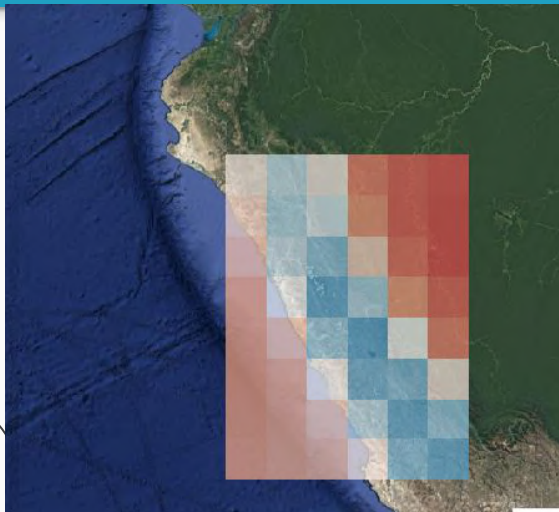
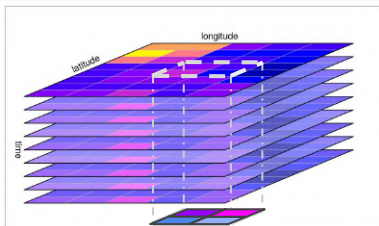
Calibrazione ML: Test



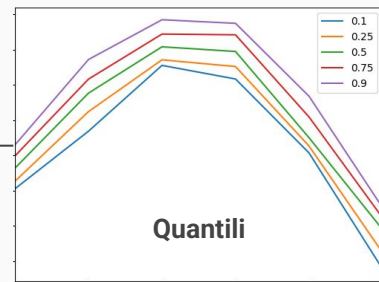
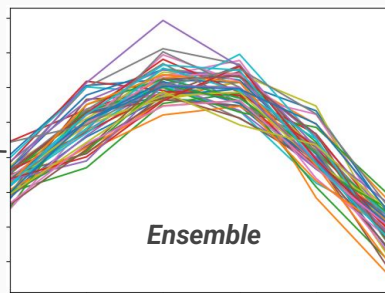
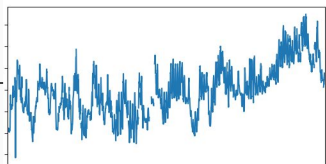
Previsioni stagionali di disponibilità idrica

Previsioni stagionali: *downscaling*

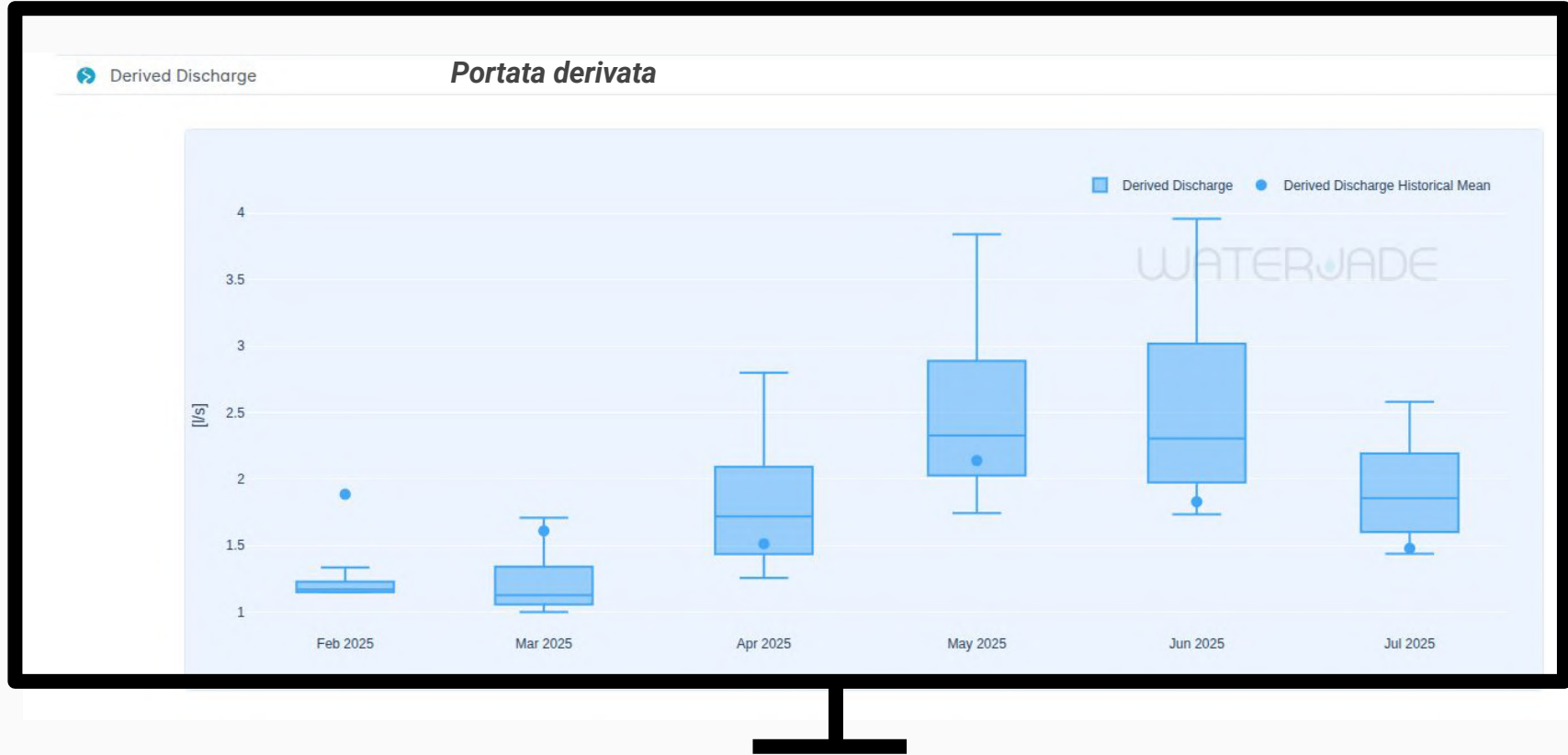

PREVISIONI
METEO
STAGIONALI




DATI IN-SITU



Portata derivata



Bilancio idrologico

Hydrological Balance

Variable



Snowmelt



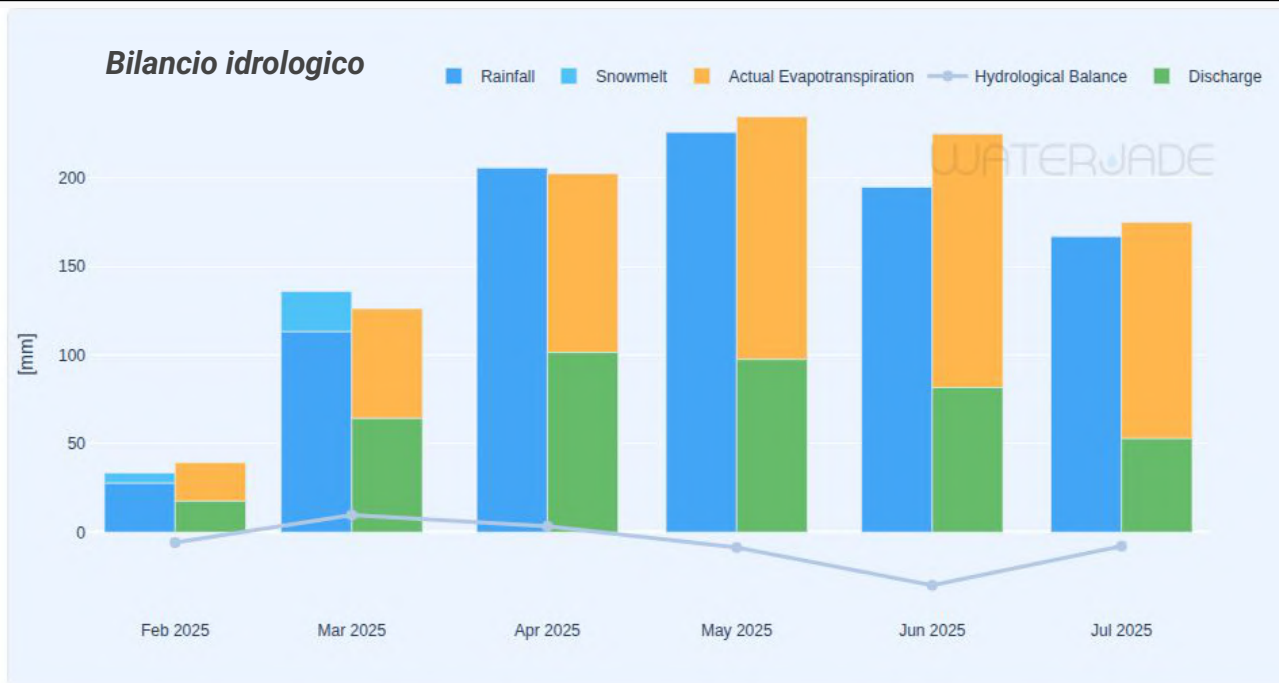
Actual Evapotranspiration



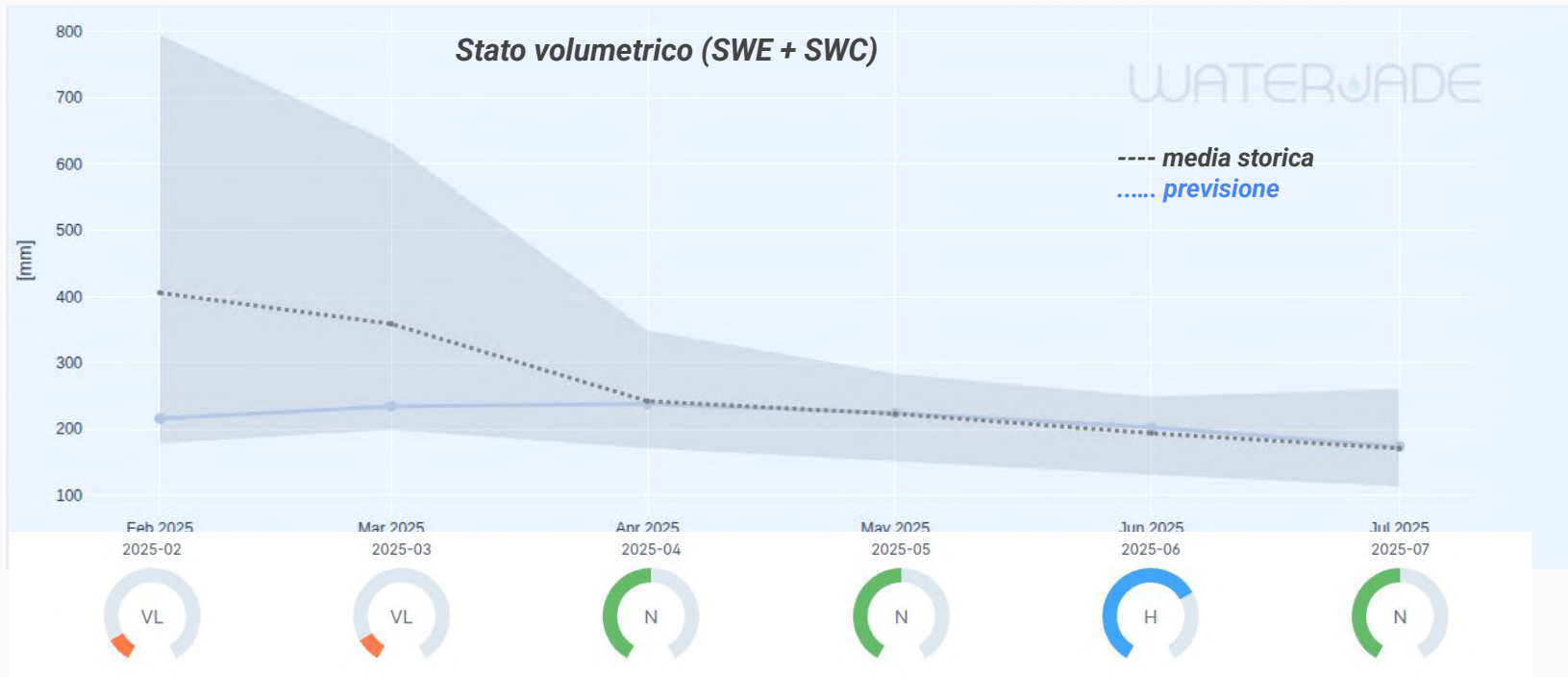
Discharge



Rainfall



SWE + SWC



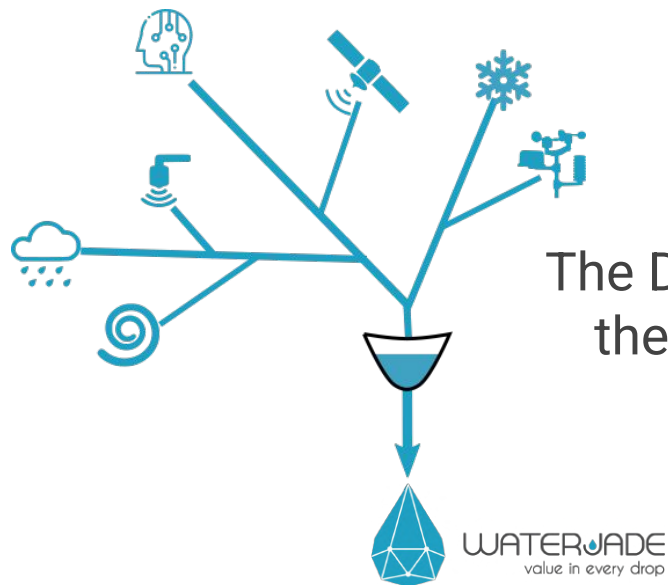
Difficoltà incontrate per Assessment:

- Problema delle aree contribuenti e complessità delle dinamiche di ricarica delle falde
- Limitata disponibilità di dati storici dei prelievi da sorgenti/pozzi
- Mancanza dato di sfioro (abbiamo solo prelievo)

Difficoltà incontrate per Previsione:

- Reperibilità previsioni stagionali
- Scarsa accuratezza delle previsioni stagionali di precipitazione grezze
- Migliore comprensione dell'uso delle previsioni da parte del Cliente (es: approccio probabilistico di superamento di soglie)
- Migliore accesso ai dati meteo in tempo reale (ingestion)

Grazie della vostra attenzione



The Digital Twin of
the catchment

Awards:



Waterjade S.r.l.

Registered office: via Guardini 24, 38122 Trento (Italy)
+39.0461.425806 | info@waterjade.com | www.waterjade.com