



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Premio Florisa Melone 2018

SILVA: Scambi idrici tra suolo, vegetazione e atmosfera: un'analisi comparativa in due bacini forestati italiani

Zuecco Giulia¹, Bottazzi Michele², Errico Alessandro³

¹Dip. TESAF, Università degli Studi di Padova

²Dip. DICAM, Università degli Studi di Trento

³Dip. DAGRI, Università degli Studi di Firenze



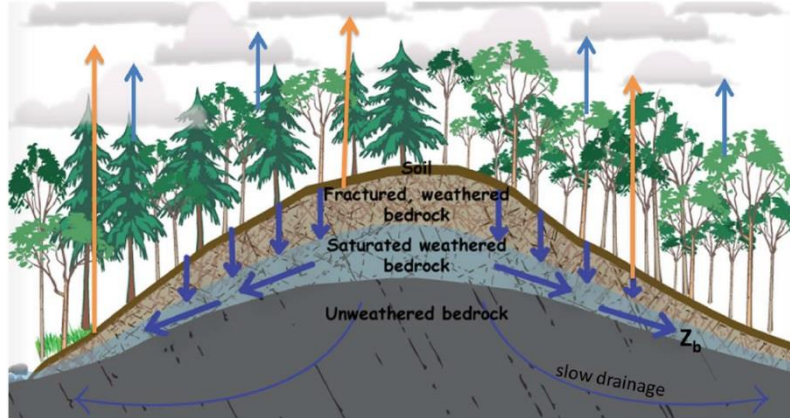
Introduzione



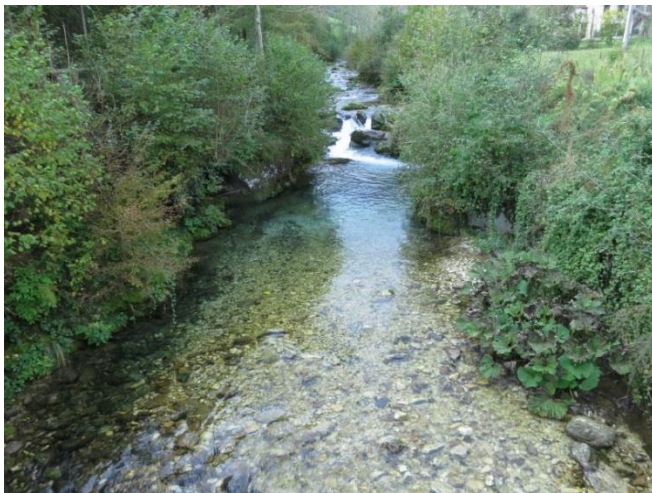
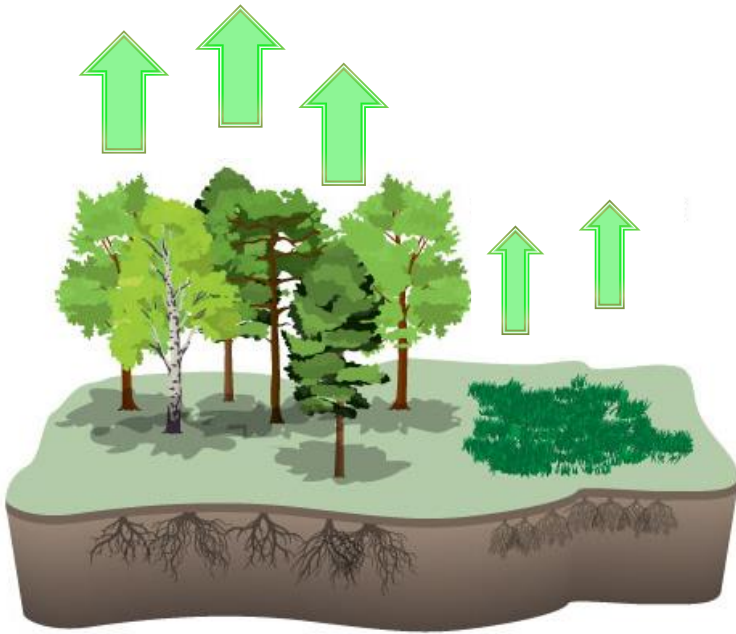
- **Traspirazione** rappresenta il 61% dell'evapotraspirazione e la vegetazione restituisce all'atmosfera il 39% della precipitazione (Schlesinger e Jasechko, 2014)

- Interesse crescente verso i flussi idrici (scambi tra suolo, vegetazione e atmosfera) e i processi biogeochimici nella **zona critica** (Grant e Dietrich, 2017)

- Rapida **espansione** dei **boschi** in zone alpine e appenniniche con effetto sui flussi evapotraspirativi e risposta idrologica dei bacini



Introduzione



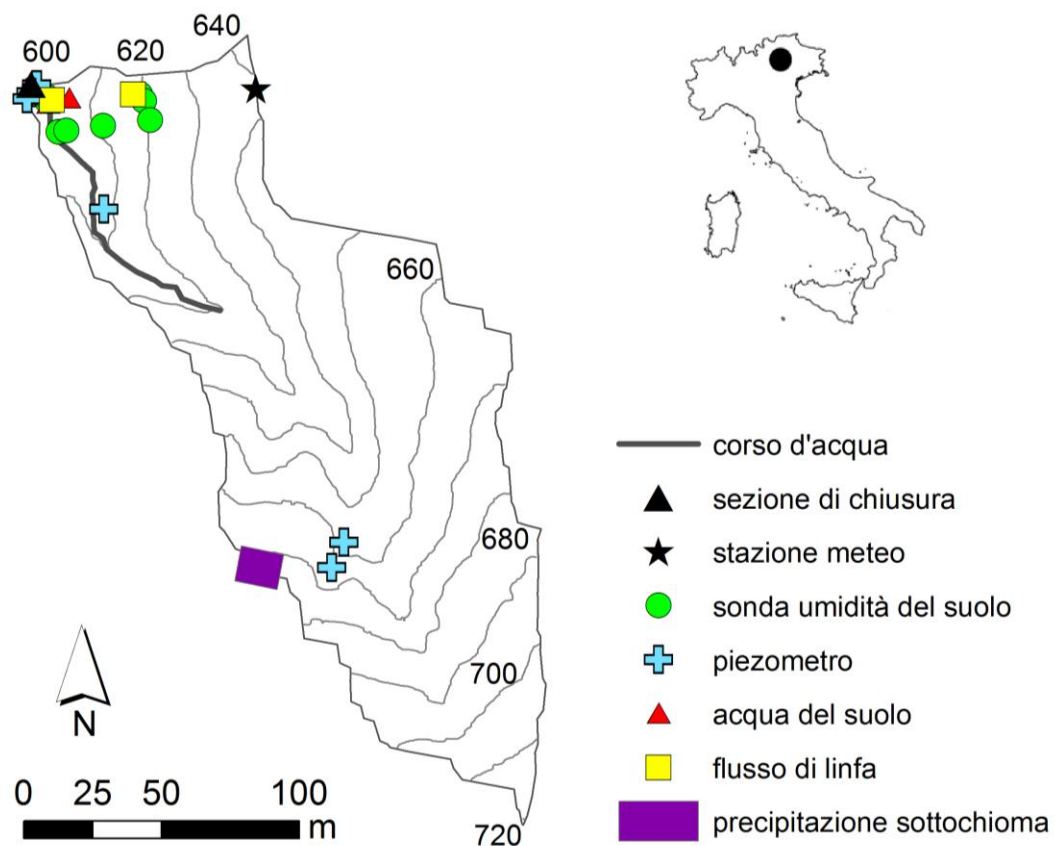
- Una **stima** precisa dei **flussi traspirativi** e l'origine delle acque usate dalle piante a scala di bacino sono questioni tuttora non risolte in ecoidrologia
- Gli studi sperimentali sono importanti per migliorare la capacità predittiva dei modelli idrologici ed ecoidrologici
- Un recente studio (Schymanski e Or, 2017) ha evidenziato alcuni errori nella formula di Penman-Monteith per la traspirazione, con errore sul calore latente stimato anche del 50%

Obiettivi

Migliorare la comprensione della **risposta idrologica** in **bacini forestati**

- Analizzare la risposta idrologica in due piccoli bacini forestati italiani nella zona prealpina e appenninica a scala **stagionale** e di **evento** afflussi-deflussi
- Applicare un modello idrologico semi-distribuito per valutare le implicazioni della formulazione di Schymanski e Or (2017) per la **stima** della **traspirazione** ed analizzare la risposta idrologica secondo due diversi scenari di uso del suolo

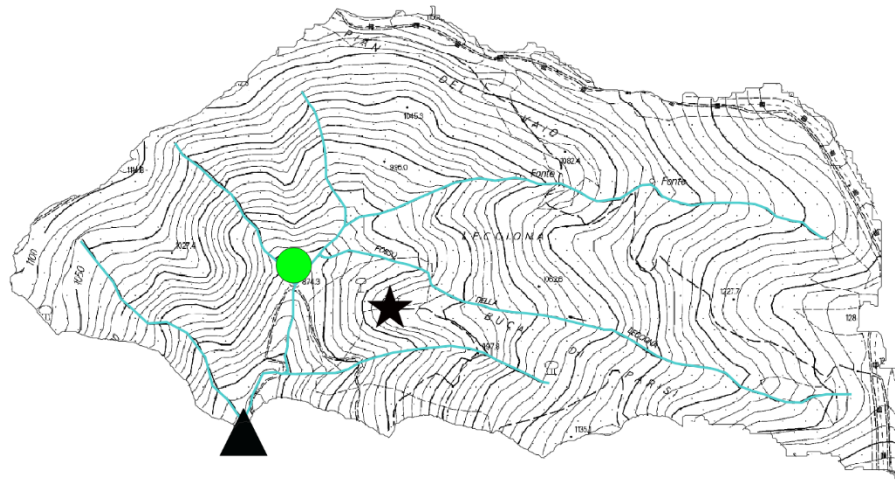
Area di studio 1: il bacino di Ressi



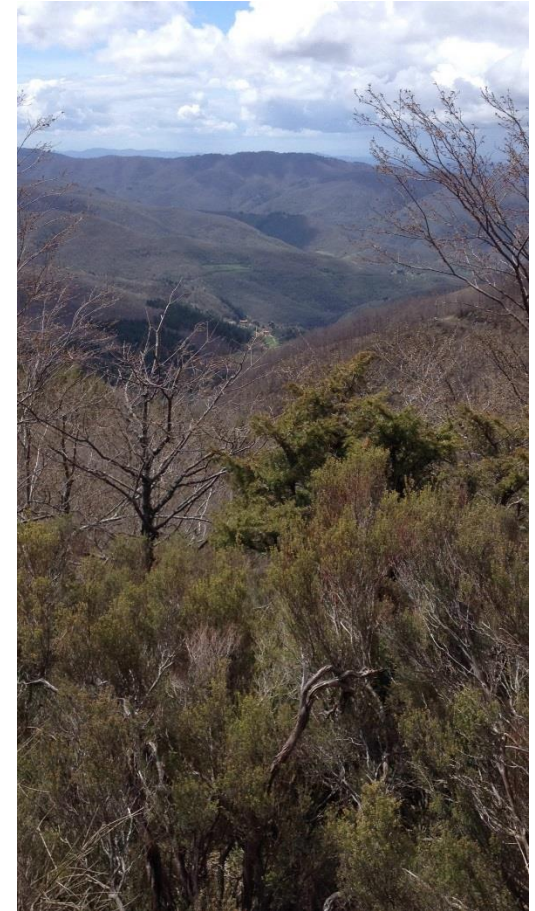
Area (km²)	0.02
Altitudine (m s.l.m.)	598-721
Pendenza media (°)	31

Precipitazione media annua (mm)	1695
Temperatura media annua (°C)	9.7
Clima	temperato umido
Specie forestali	faggio, castagno, acero, nocciolo

Area di studio 2: il bacino di Re della Pietra



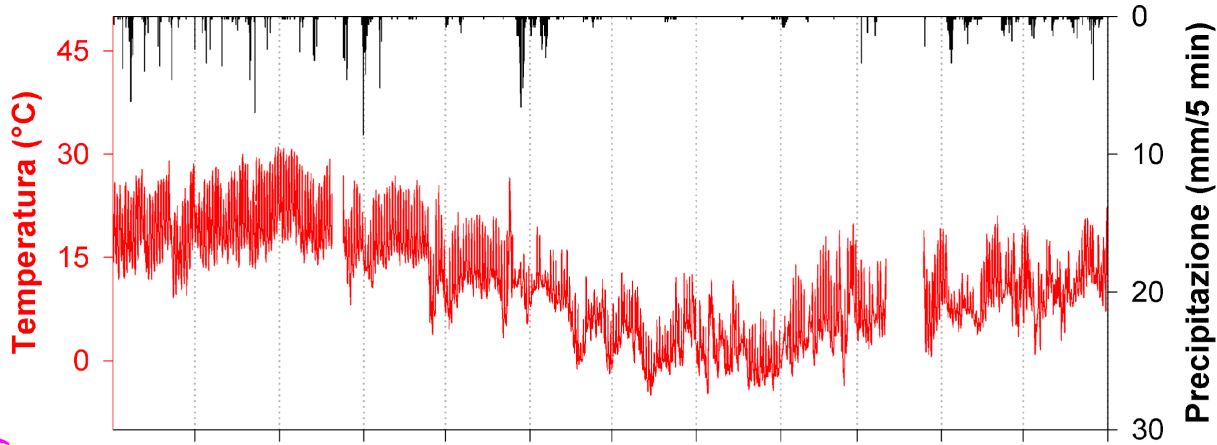
- ▲ sezione di chiusura
- ★ stazione meteo
- sonde umidità del suolo



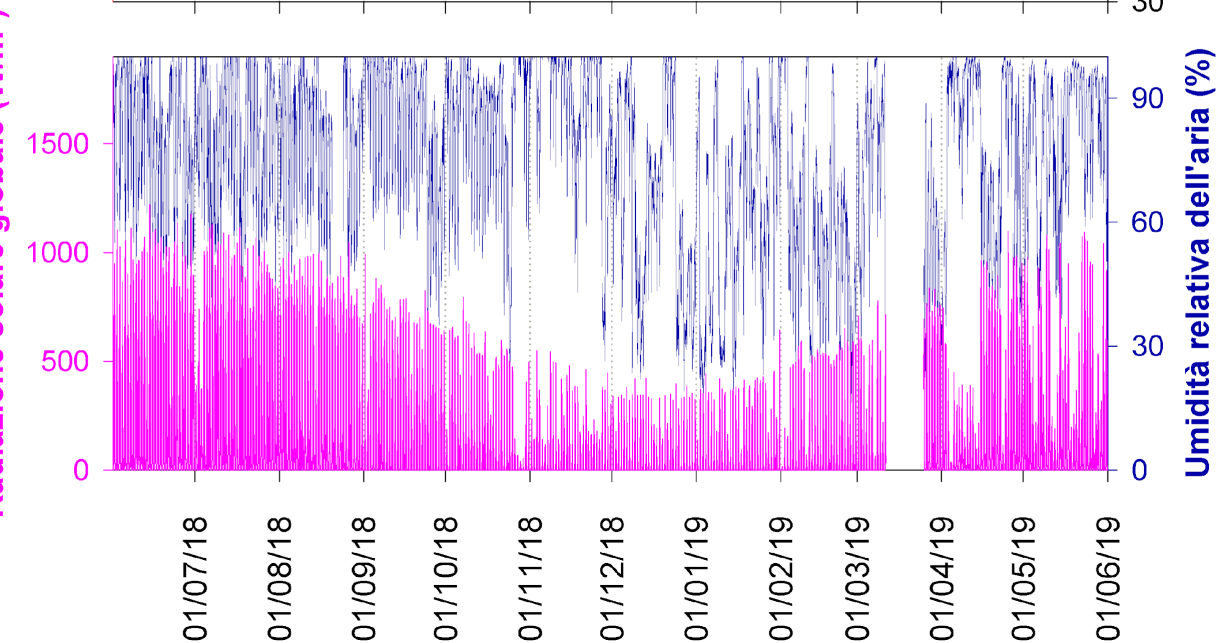
Area (km²)	1.34
Altitudine (m s.l.m.)	820-1360

Precipitazione media annua (mm)	900
Clima	mediterraneo montano
Specie forestali	faggio, cerro e pino

Serie temporali delle variabili meteorologiche a Ressi

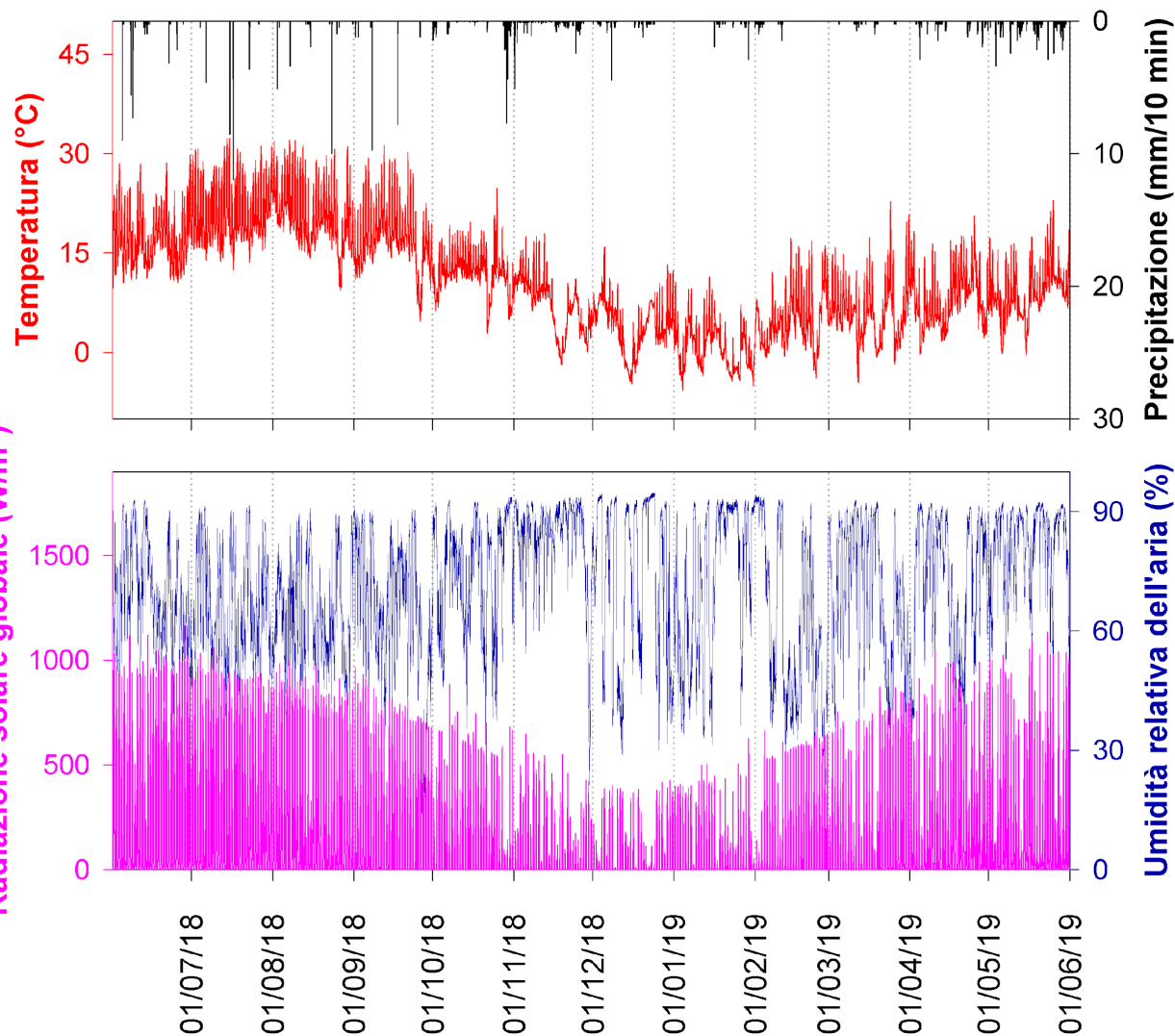


➤ Molti e brevi eventi temporaleschi durante l'estate 2018



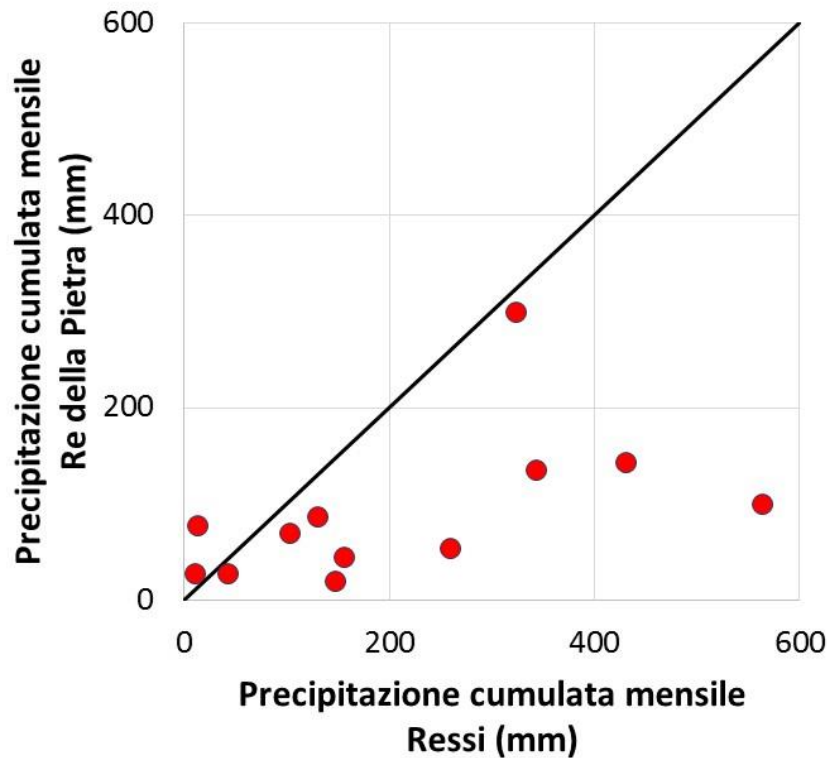
➤ Elevate precipitazioni cumulate mensili (anche maggiori di 400 mm ad ottobre 2018 e aprile 2019)

Serie temporali delle variabili meteorologiche su Re della Pietra



- Estate 2018 con pochi eventi afflussi-deflussi
- Precipitazioni cumulate mensili inferiori rispetto a Ressi, tranne a dicembre 2018 e gennaio 2019

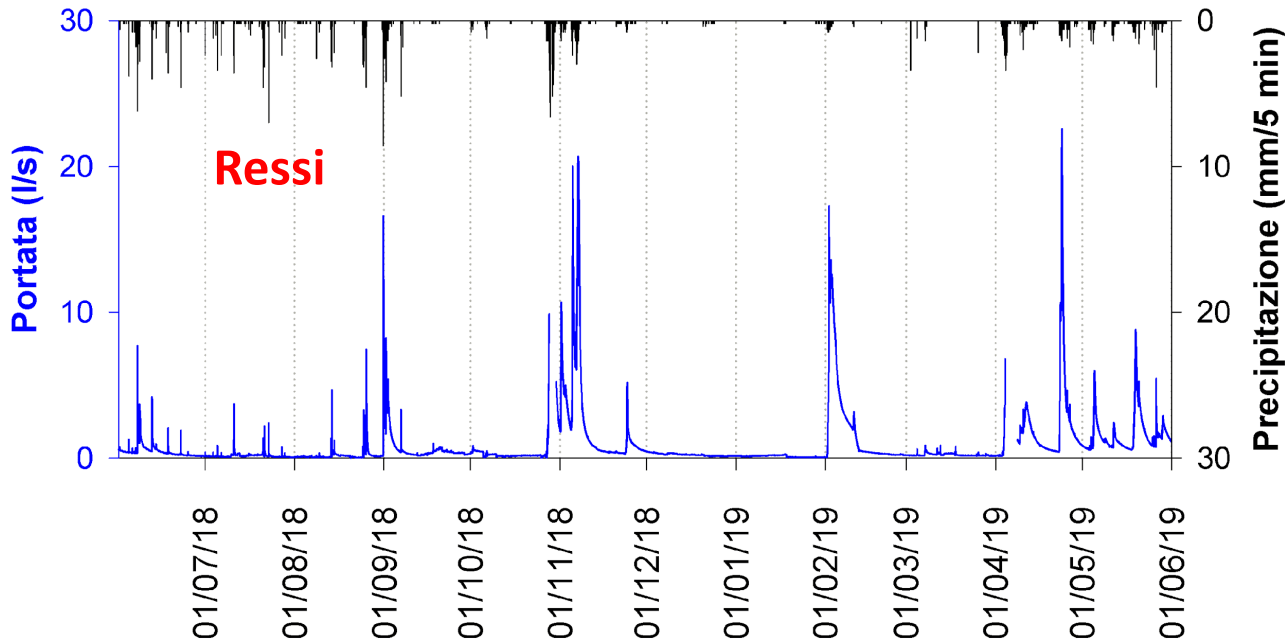
Risposta idrologica a scala di evento afflussi-deflussi



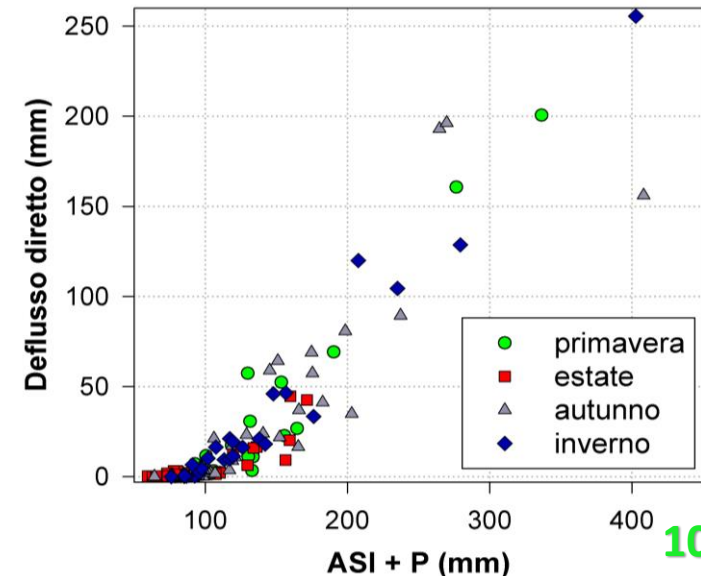
- Elevate precipitazioni cumulate mensili a Ressi con individuazione di 48 eventi con precipitazione >5 mm
- Coefficienti di deflusso simili e <10% durante l'estate 2018
- Analisi di correlazione indica che precipitazione cumulata è la caratteristica degli eventi maggiormente correlata con i volumi di deflusso

Caratteristiche degli eventi	Rio Ressi (n=48)			Re della Pietra (n=17)		
	Media	Min.	Max.	Media	Min.	Max.
Precipitazione cumulata (mm)	25.0	5.2	166.2	21.5	6.1	41.7
Intensità media oraria (mm/hr)	4.1	0.9	22.6	4.8	0.5	13.9
Intensità massima oraria (mm/hr)	9.0	2.0	28.4	10.9	1.2	37.3
Durata (hr)	22	2	91	24	5	48
Coefficiente di deflusso (%)	7.9	0.1	45.7	5.0	0.6	19.7

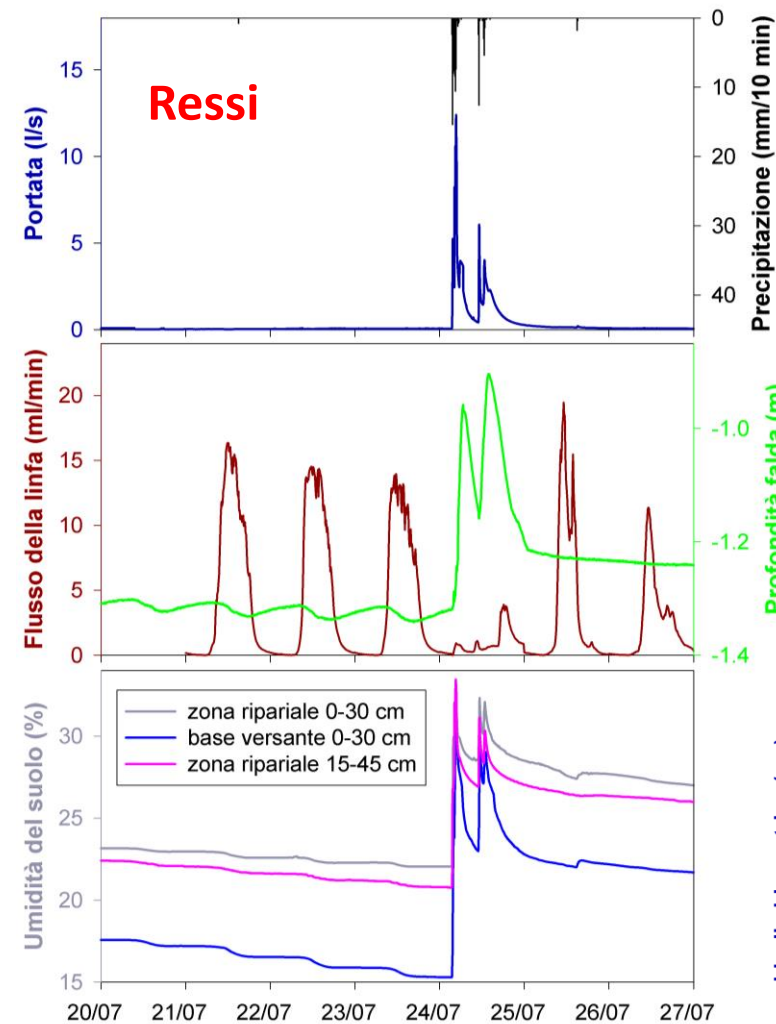
Risposta idrologica a scala di evento afflussi-deflussi



- In entrambi i bacini, rapida risposta dei deflussi agli eventi di precipitazione, soprattutto nel periodo estivo
- Relazione a soglia (Ressi) tra deflusso diretto e somma di un indice di umidità antecedente (ASI) e precipitazione cumulata (P)

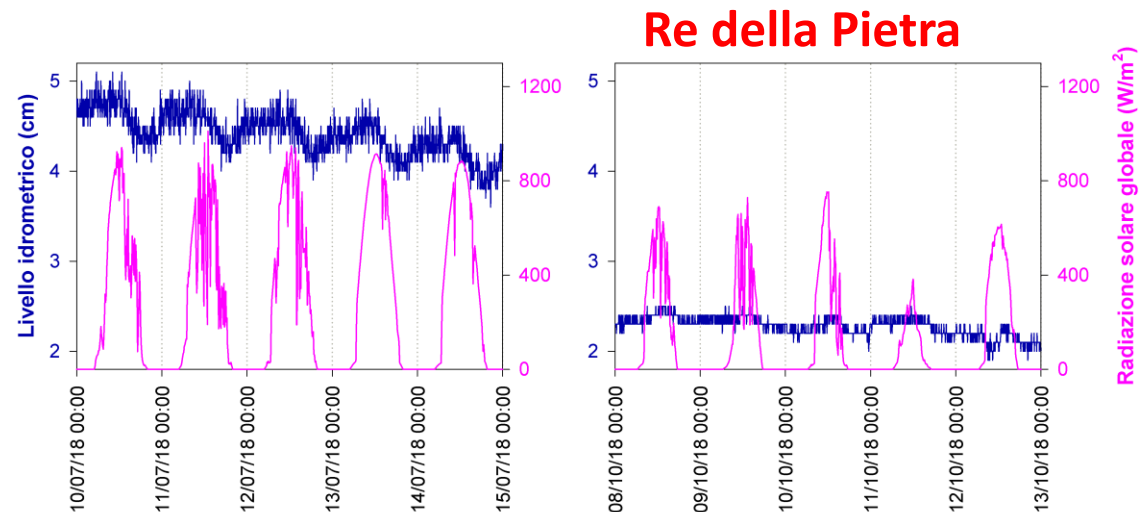


Dinamiche temporali della falda e della portata

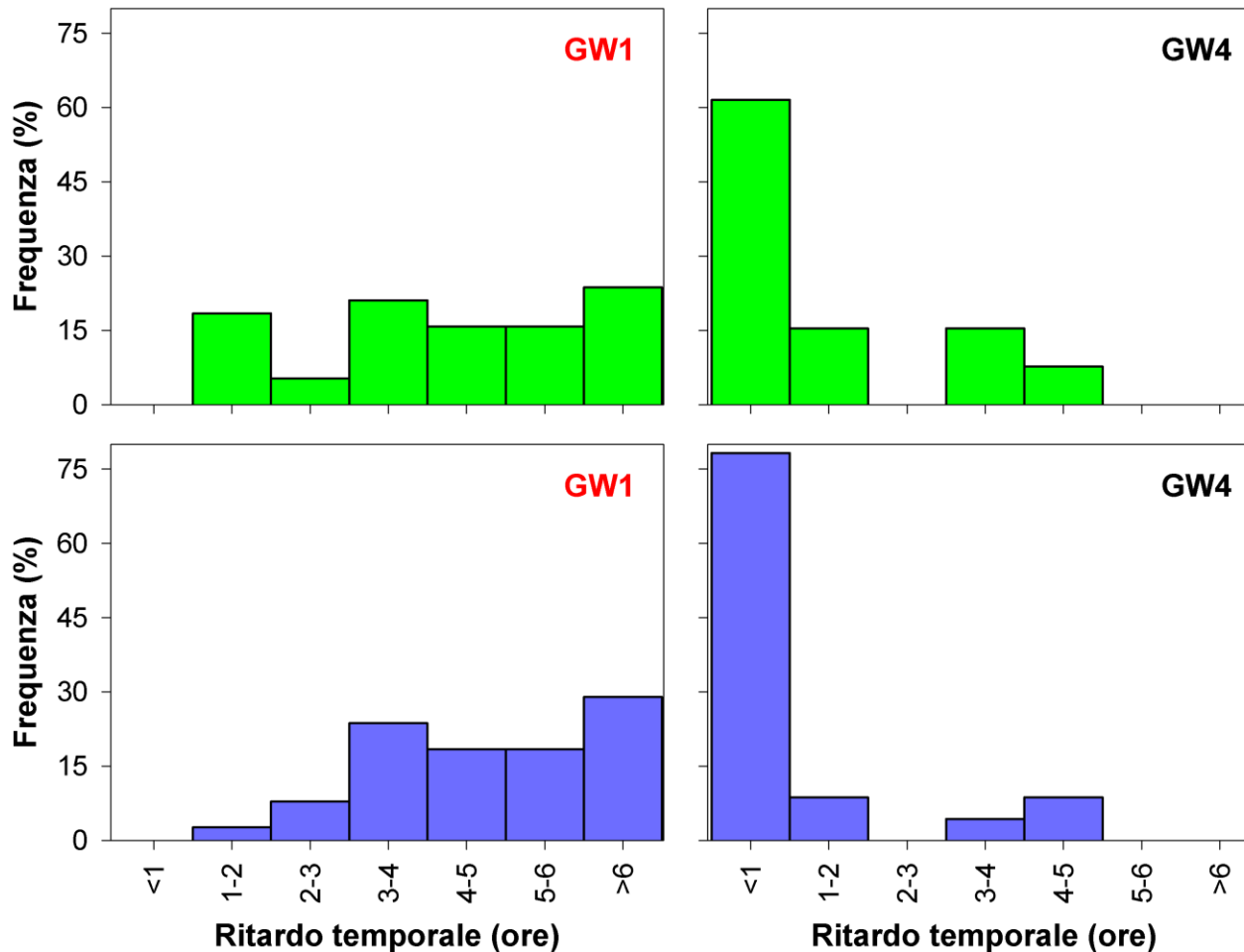


➤ Ressi: fluttuazioni giornaliere nei livelli della falda probabilmente legate alle variazioni giornaliere nelle velocità di flusso della linfa (Gribovszki et al., 2010; Fan et al., 2014)

➤ Re della Pietra: forti fluttuazioni giornaliere della portata nel periodo estivo



Dinamiche temporali della falda e del flusso di linfa a Ressi



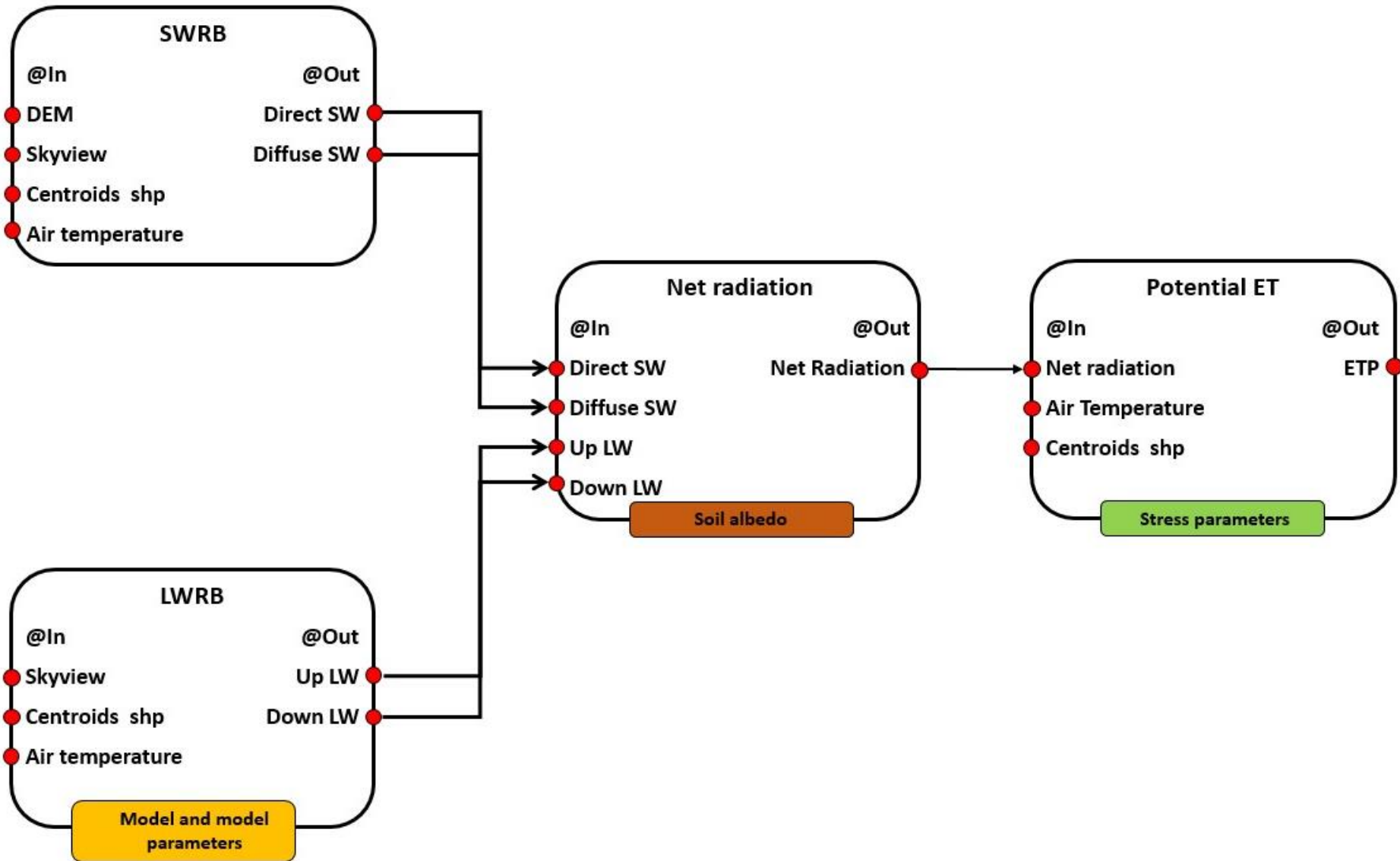
Valori minimi di livello della falda raggiunti generalmente con un ritardo inferiore alle 6 ore rispetto ai picchi massimi di velocità di flusso della linfa in due faggi

Il modello idrologico: GEOframe

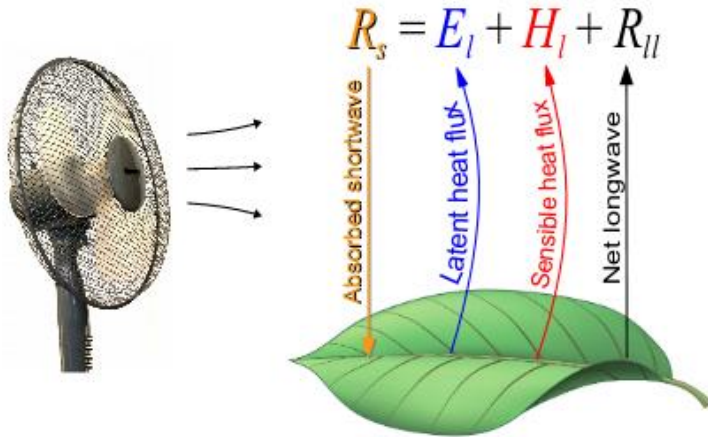


- Sistema *open source* per soluzioni modellistiche (Formetta et al., 2011; 2014, Bancheri, 2017)
- Modello idrologico semi-distribuito
- Indipendente dalla piattaforma e continuamente integrato
- Supportato da OMS 3.0

Il modello idrologico: GEOframe



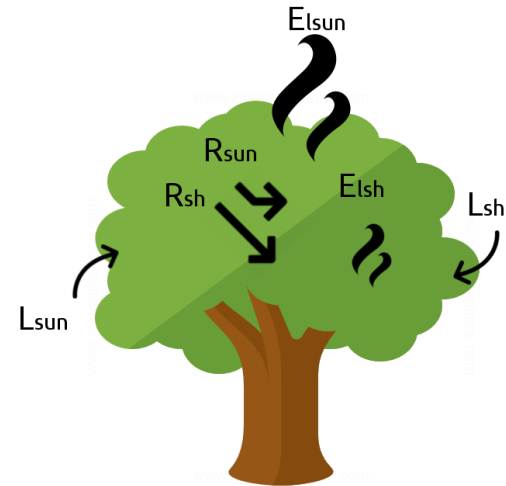
GEOframe ET



- Nella formulazione di Penman-Monteith ci sono alcune inconsistenze che non possono essere ignorate se usate per stimare la traspirazione (Schymanski e Or, 2017)
- Errore sulla stima fino al 50%

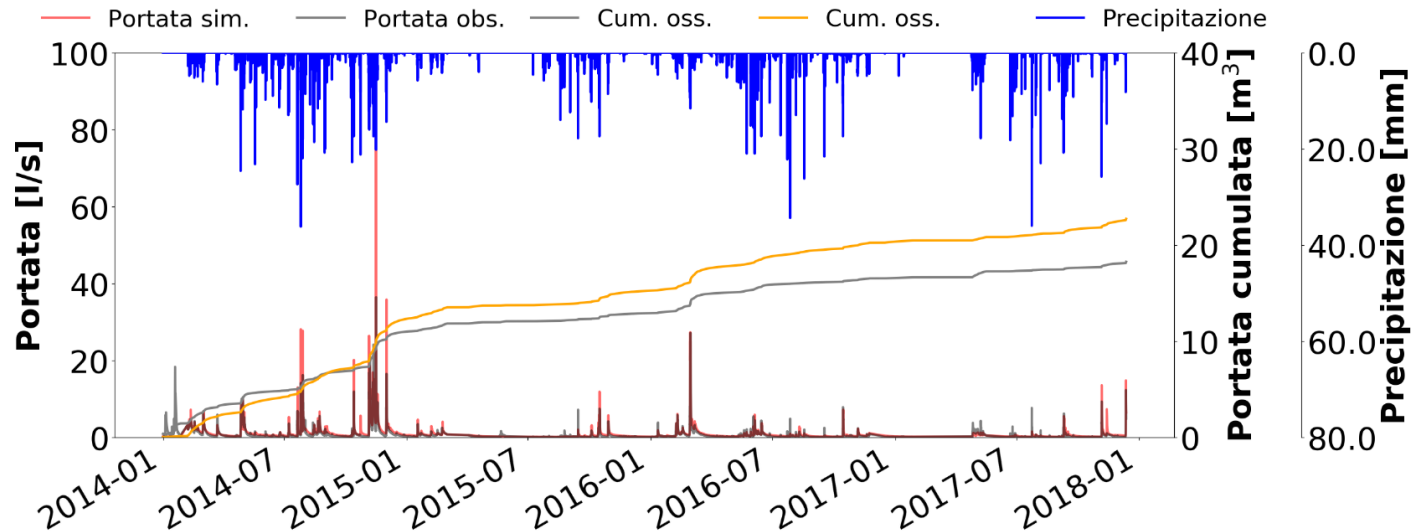
Studio di Schymanski e Or (2017) condotto su una foglia sintetica in laboratorio con:

- Assenza di stress idrico
- Mancanza di passaggio alla scala di chioma e bacino



Applicazione del modello idrologico a Ressi

Portata - GEOframe ET



Tre simulazioni differenti stimando l'ET con:

- GEOframe ET
- FAO Penman-Monteith (FAO ET)
- Priestley-Taylor (PT ET)

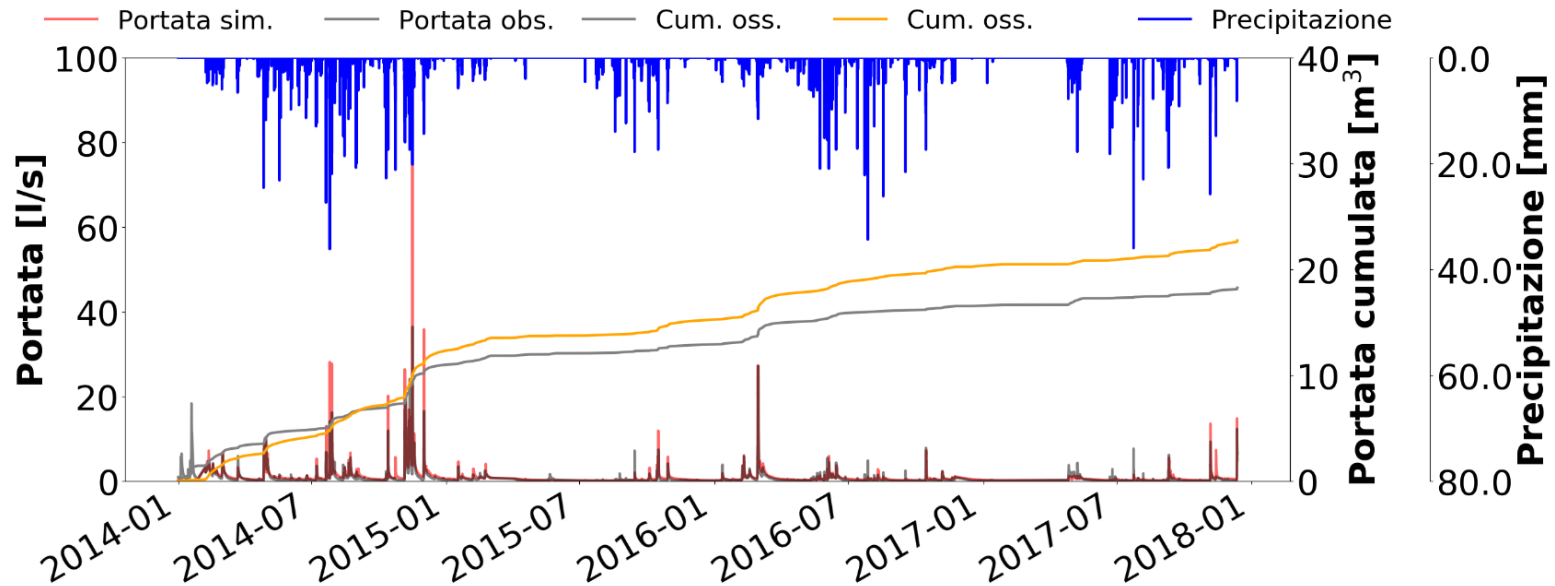
Modello calibrato sui primi due anni (2014 e 2015)

Performance del modello valutato con Nash-Sutcliffe e Kling-Gupta

Scenario di uso del suolo alternativo: 50% foresta, 50% prato (GEOframe ET F/G)

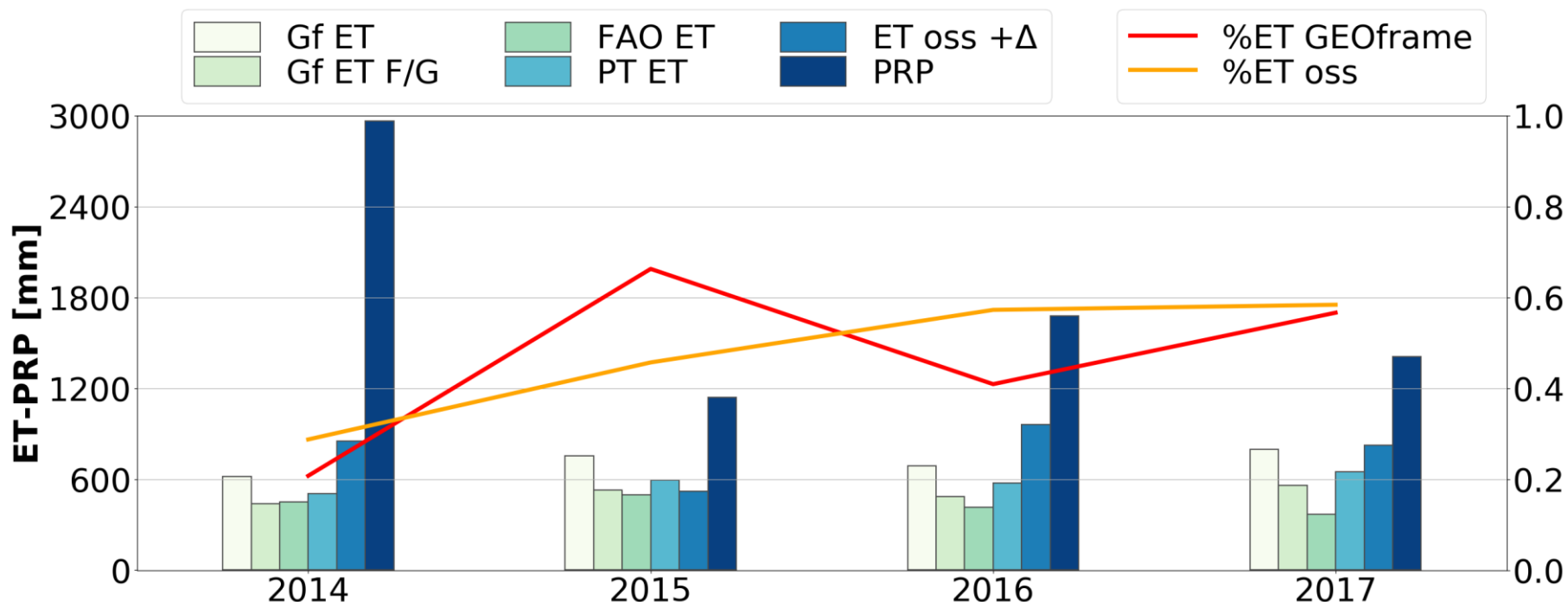
Applicazione del modello idrologico a Ressi

Portata - GEOframe ET



Metodo stima evapotraspirazione	KGE (calibrato)	KGE	Nash-Sutcliffe	RMSE (l/s)	pbias
GEOframe ET	0.76	0.67	0.43	1.20	-16.0
FAO ET	0.75	0.63	0.39	1.18	-26.5
PT ET	0.76	0.54	0.45	1.25	-34.6

Evapotraspirazione stimata a Ressi

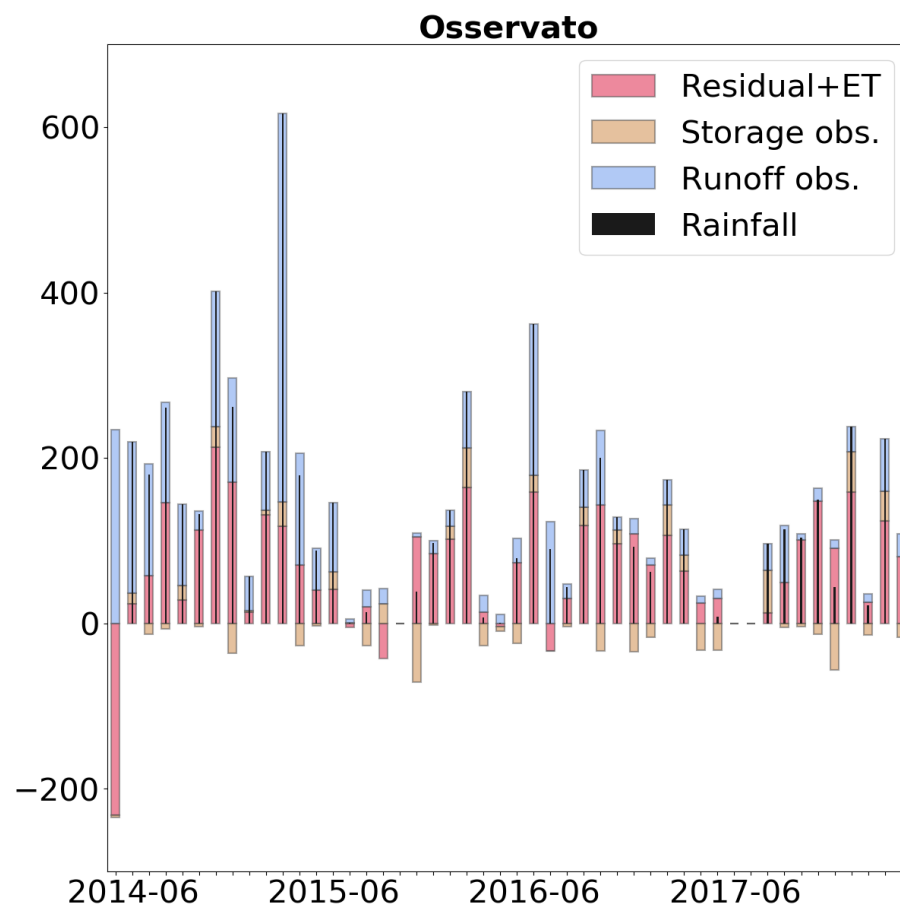
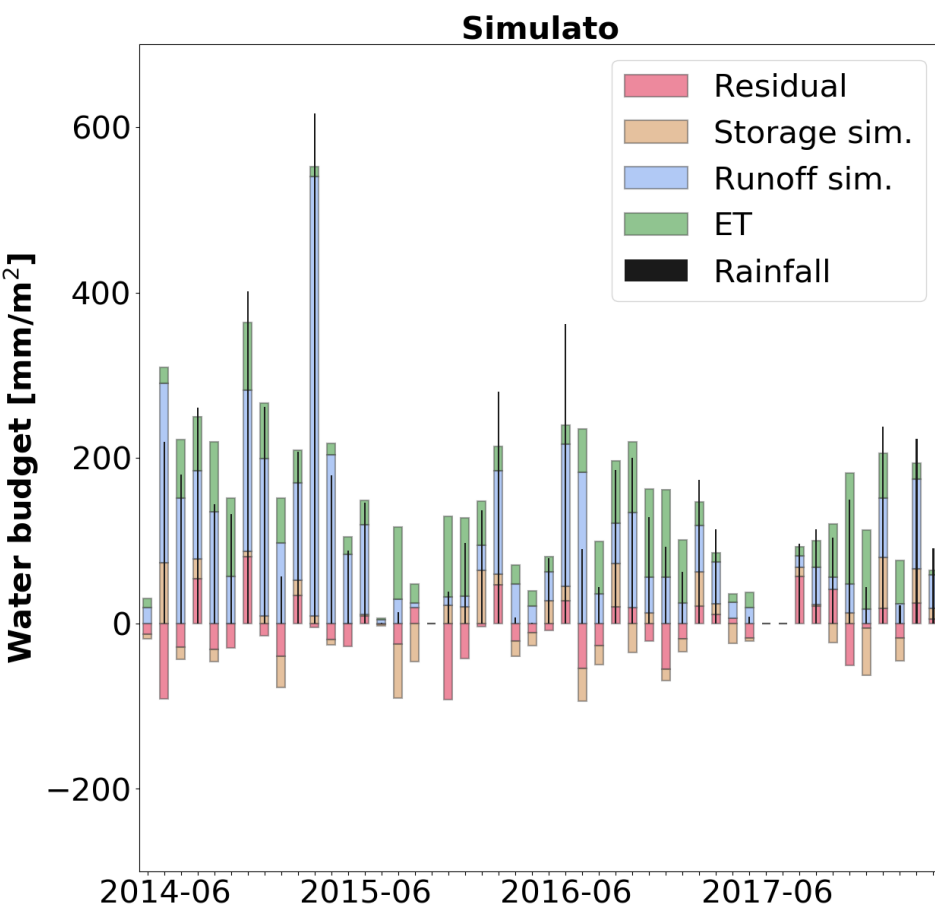


- ET osservata rappresenta circa il 50-60% della precipitazione annua, ET modellata con GEOframe tra il **40** e il **65%**
- Sottostima di ET stimata con FAO Penman-Monteith e Priestley-Taylor rispetto a GEOframe ET

Bilancio idrologico osservato e simulato

$$PRP_{OBS} - \Delta S_{OBS} - \text{Runoff}_{OBS} = ET_{OBS} + \text{Residual}_{OBS}$$

$$PRP_{OBS} - ET_{SIM} - \Delta S_{SIM} - \text{Runoff}_{SIM} = \text{Residual}_{SIM}$$

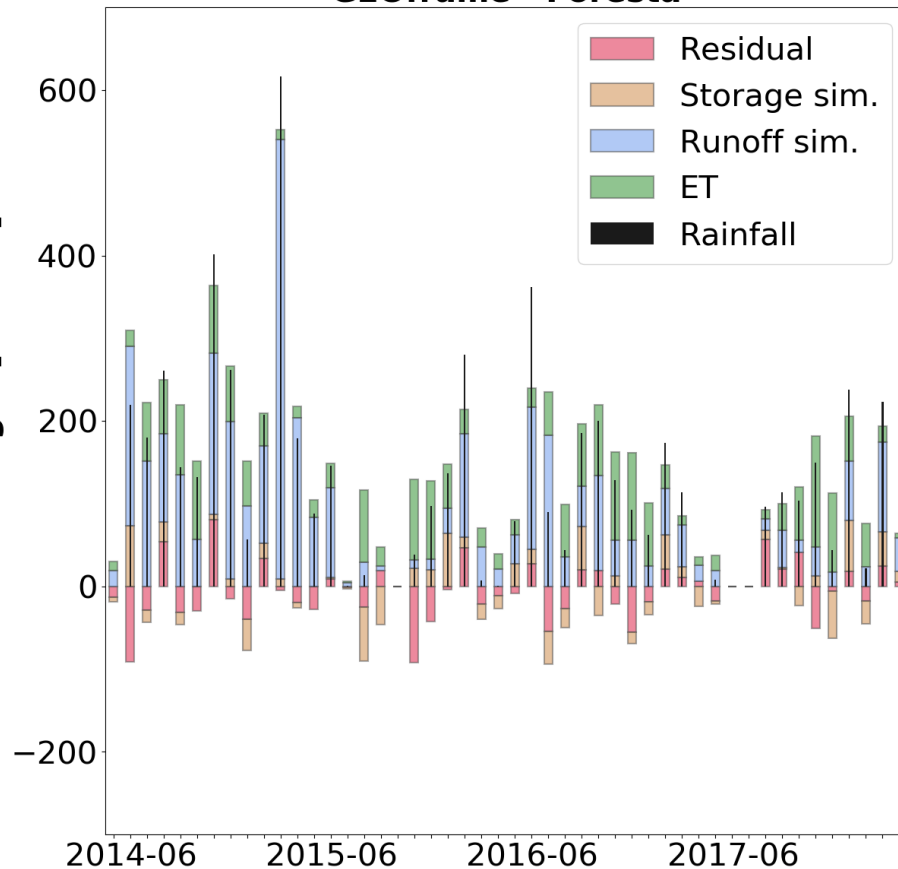


Bilancio idrologico: confronto diverso uso del suolo

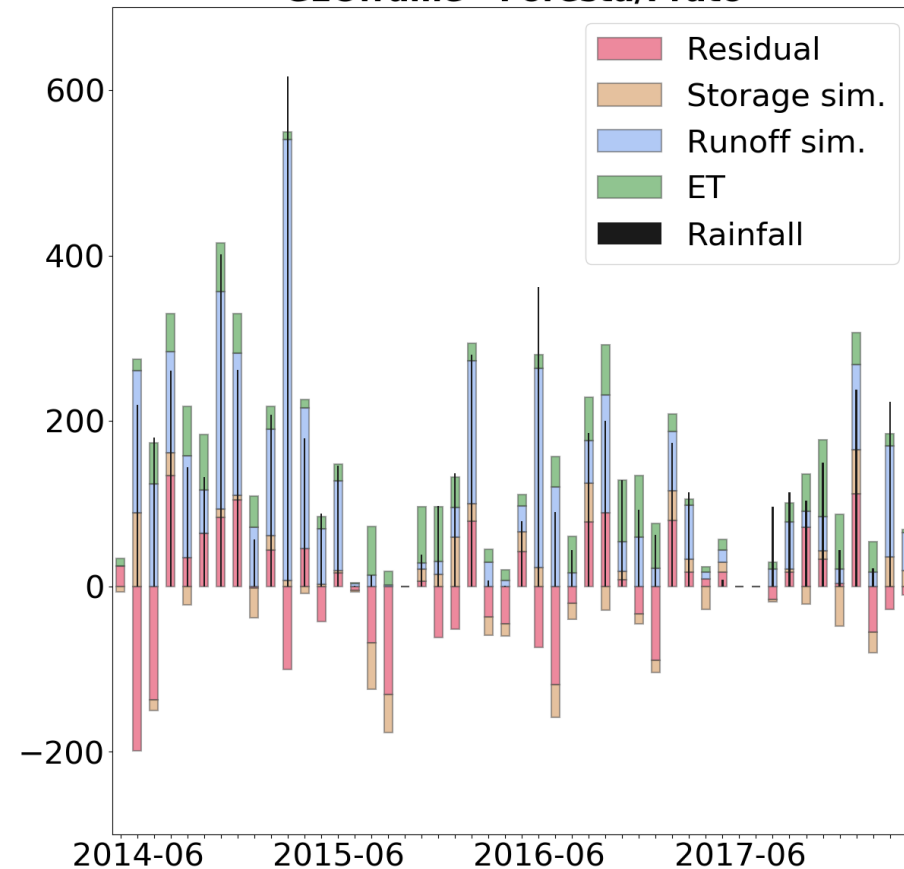
$$PRP_{OBS} - ET_{SIM}^{FORESTA} - \Delta S_{SIM}^{FORESTA} - \text{Runoff}_{SIM}^{FORESTA} = \text{Residual}_{SIM}^{FORESTA}$$

$$PRP_{OBS} - ET_{SIM}^{F/PRATO} - \Delta S_{SIM}^{F/PRATO} - \text{Runoff}_{SIM}^{F/PRATO} = \text{Residual}_{SIM}^{F/PRATO}$$

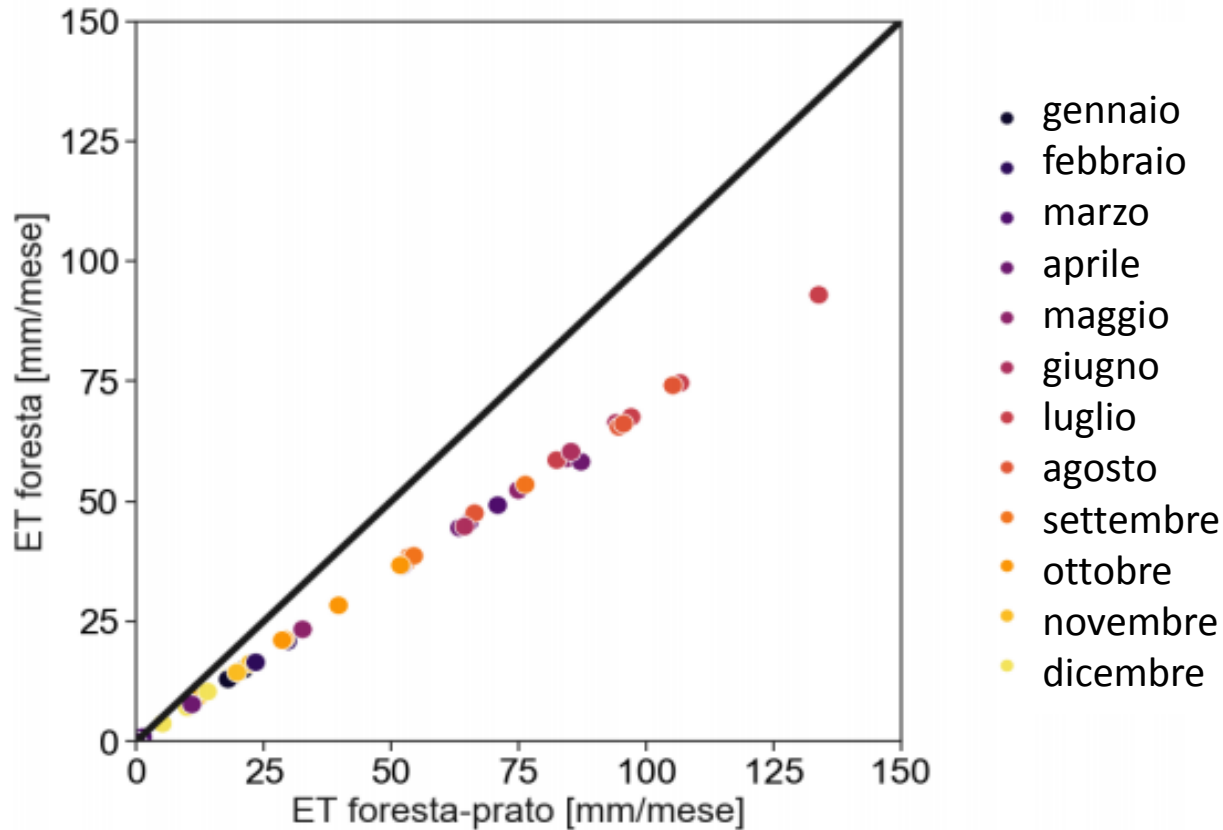
GEOframe - Foresta



GEOframe - Foresta/Prato



Evapotraspirazione stimata a Ressi

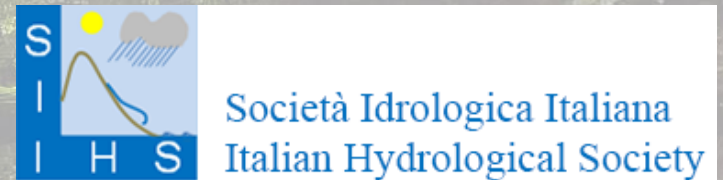


- È stato valutato l'impatto di una variazione di uso del suolo sul modello, usando metà area boschiva (LAI=3), metà prato (LAI=1)
- Deflusso cumulato simile, ma **aumento** dei **picchi** di **portata**
- Con $ET_{\text{FORESTA-PRATO}}$ sottostima di circa il **30%**

Conclusioni

- **Risposta** idrologica **simile** dei due bacini agli eventi afflussi-deflussi durante il periodo estivo. Tuttavia, le condizioni antecedenti sono più **secche** presso il bacino di **Re della Pietra** rispetto a Ressi
- **Fluttuazioni giornaliere** nei livelli della **falda** (Ressi) e nella **portata** (Re della Pietra) probabilmente legate alle variazioni giornaliere nelle velocità di flusso della linfa e all'evapotraspirazione
- Buona capacità predittiva del modello idrologico GEOframe applicato al bacino di Ressi. I **flussi evapotraspirativi** simulati sono risultati **maggiori** con **GEOframe ET** rispetto a FAO Penman-Monteith e Priestley-Taylor
- L'**evapotraspirazione** stimata con GEOframe ET a Ressi varia tra il **40** e il **65%** della precipitazione cumulata annua
- Un'eventuale **riduzione** del 50% della copertura forestale ridurrebbe di circa del **30%** i flussi evapotraspirativi

Grazie per l'attenzione



**Premio Florisa Melone 2018,
progetto “SILVA – Scambi Idrici tra suoLo, Vegetazione e Atmosfera:
un’analisi comparativa in due bacini forestati italiani”**