



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



DIPARTIMENTO  
DI GEOSCIENZE

# Impatto del cambiamento climatico sul bilancio idrogeologico nella pianura ferrarese

Laureando: Andrea Fiorini

Relatore: Prof. Leonardo Piccinini

Anno accademico: 2022/2023

# Obiettivi e metodologia

- **Stima** del bilancio idrico del suolo in alcune stazioni metereologiche della Provincia di Ferrara;
- identificazione di eventuali trend climatici nelle serie temporali di precipitazione e temperatura e nei parametri del bilancio.

## ***ATTRAVERSO***

- Identificazione delle stazioni metereologiche significative ed acquisizione delle serie storiche dal 1958 al 2022 di precipitazione e temperatura;
- **analisi statistica** esplorativa per la valutazione della qualità delle serie storiche acquisite e del loro grado di interdipendenza;
- omogeneizzazione delle serie temporali attraverso la **ricostruzione dei dati mancanti**;
- stima dell'**autocorrelazione** e realizzazione di **test statistici** per l'individuazione delle eventuali tendenze (Mann-Kendal, Theil-Sen, regressione lineare semplice).

# Area di studio



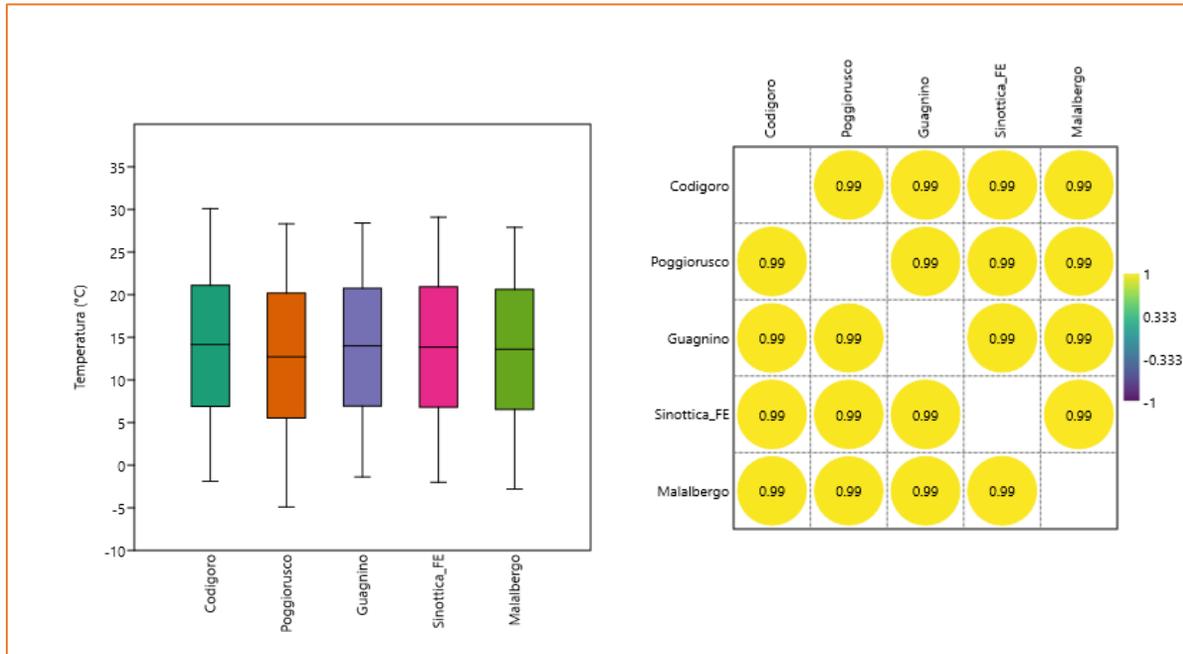
# Il portale SCIA



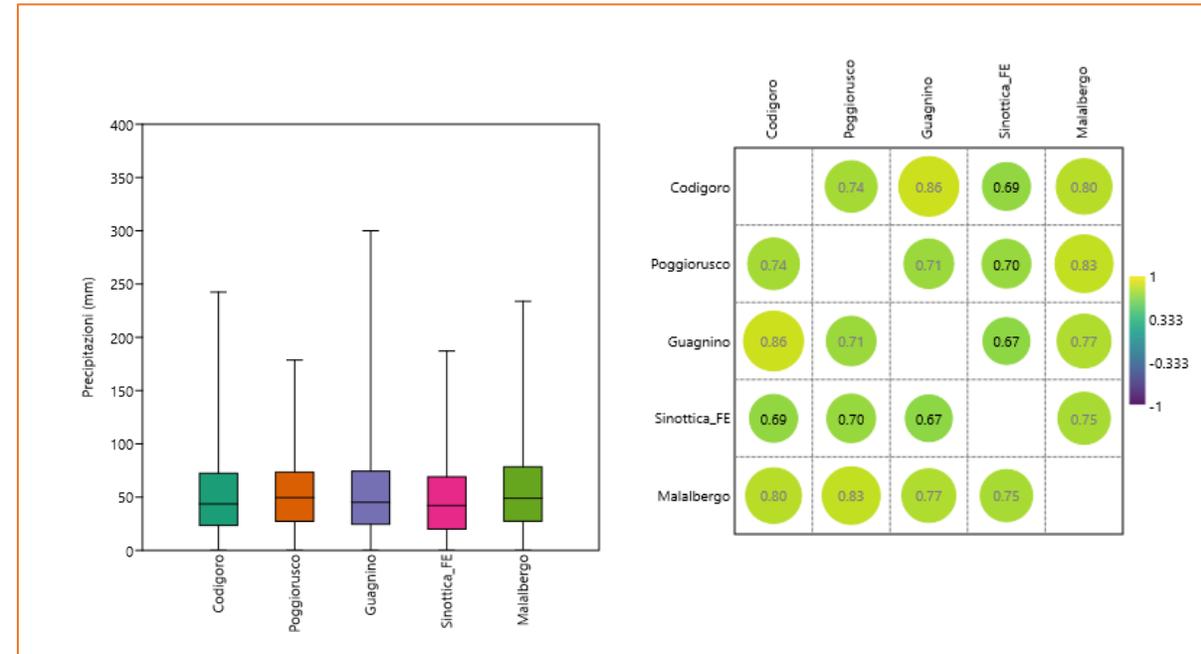
- **SCIA** è il sistema nazionale per la raccolta, elaborazione e diffusione di dati climatici, realizzato dall'ISPRA; in base alle **serie temporali** di osservazioni provenienti da diverse reti di **monitoraggio**, vengono calcolati e rappresentati i **valori statistici** decadali, mensili e annuali delle principali variabili meteoclimatiche.
- Le serie di dati climatici vengono sottoposte a **controlli di validità** con metodologie omogenee, secondo le linee guida dettate dall'**Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO)**.
- Attraverso il **sito web** è possibile visualizzare sotto forma di **tabelle, grafici, mappe** e scaricare su file di testo, gran parte dei dati e degli indici elaborati attraverso il sistema.

# Box plot e matrice di correlazione

## Temperatura



## Precipitazione



## Coefficiente di correlazione di Pearson (r)

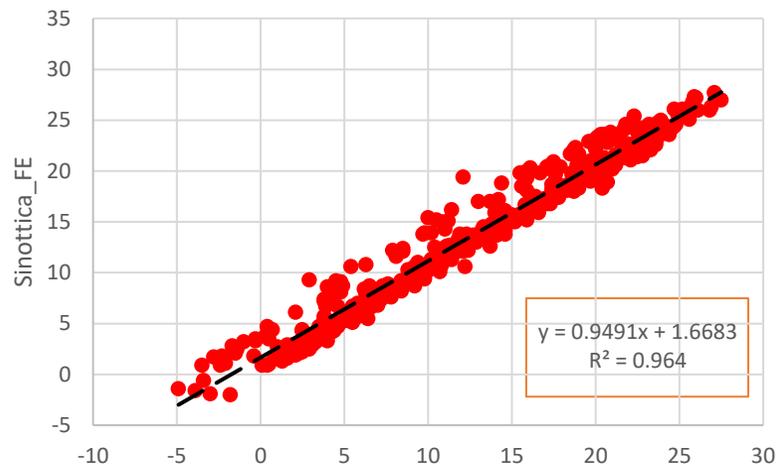
$$r = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

$x_i$  e  $y_i$  sono i valori delle variabili e  $\bar{x}$  ed  $\bar{y}$  le loro medie.

# Correlazione Temperatura

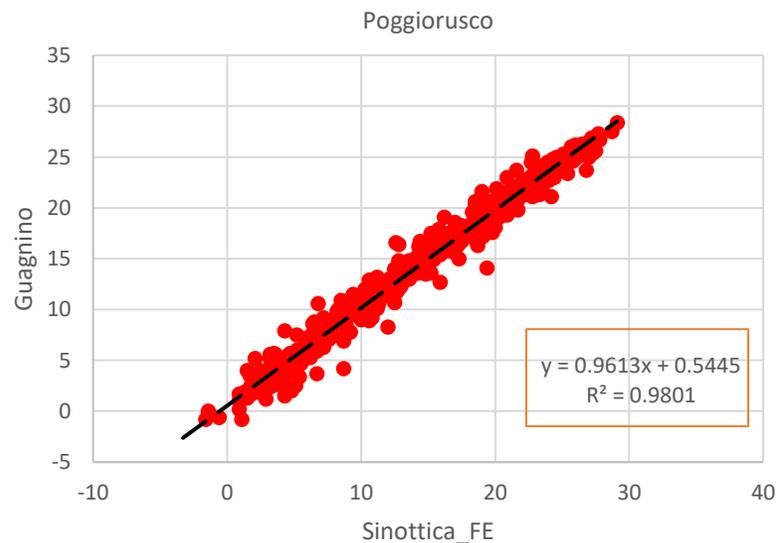
Grafici di correlazione

data	Codigoro	Poggiorusco	Guagnino	Sinottica_FE	Malalbergo
nov-02	11.9		12.3	11.4	12.5
dic-02	5.9		6.1	5.9	6.7
gen-03	3.1		3.5	3	3.4
feb-03	2.8		2.6	3.6	3.4
mar-03	9.2		9.4	10.3	10.3
apr-03	12.6		12.4	12.8	13.1
mag-03	20.3		20	21.2	20.4
giu-03	26.4		26.5	27.2	26
lug-03	25.5		26.3	26.5	25.8
ago-03	27.8		28.4	29.1	27.9
set-03	19.3		20.2	19.7	19.2
ott-03	13.3		13.8	12.9	12.6
nov-03	10.5		10.6	10.1	9.5
dic-03	5.4		5.7	4.9	4.5
gen-04	2.8		2.7	2.5	2.4
feb-04	4.7	4.4	4.4	4.7	4
mar-04	8.5	8.4	8.3	8.4	7.7
apr-04	13.9	14.1	13.4	13.7	13.1
mag-04	16.9	17.4	16.7	17.3	16.6
giu-04	22.4	22.9	22.5	23.1	22.5
lug-04	24.2	24.9	25	25.9	24.1
ago-04	24.4	25.2	25	26.1	24.4
set-04	20.1	20.6	20.7	21.2	19.7
ott-04	17.2	16.7	17.4	16.8	16.2
nov-04	9.5	9.2	9.8	8.7	8.3



data	Codigoro	Poggiorusco	Guagnino	Sinottica_FE	Malalbergo
nov-02	11.9	10.33638	12.3	11.4	12.5
dic-02	5.9	4.75003	6.1	5.9	6.7
gen-03	3.1	1.8045	3.5	3	3.4
feb-03	2.8	2.41392	2.6	3.6	3.4
mar-03	9.2	9.21911	9.4	10.3	10.3
apr-03	12.6	11.75836	12.4	12.8	13.1
mag-03	20.3	20.29024	20	21.2	20.4
giu-03	26.4	26.38444	26.5	27.2	26
lug-03	25.5	25.67345	26.3	26.5	25.8
ago-03	27.8	28.31427	28.4	29.1	27.9
set-03	19.3	18.76669	20.2	19.7	19.2
ott-03	13.3	11.65993	13.8	12.9	12.6
nov-03	10.5	9.01597	10.6	10.1	9.5
dic-03	5.4	3.73433	5.7	4.9	4.5
gen-04	2.8	1.29665	2.7	2.5	2.4
feb-04	4.7	4.4	4.4	4.7	4
mar-04	8.5	8.4	8.3	8.4	7.7
apr-04	13.9	14.1	13.4	13.7	13.1
mag-04	16.9	17.4	16.7	17.3	16.6
giu-04	22.4	22.9	22.5	23.1	22.5
lug-04	24.2	24.9	25	25.9	24.1
ago-04	24.4	25.2	25	26.1	24.4
set-04	20.1	20.6	20.7	21.2	19.7
ott-04	17.2	16.7	17.4	16.8	16.2
nov-04	9.5	9.2	9.8	8.7	8.3

data	Codigoro	Poggiorusco	Guagnino	Sinottica_FE	Malalbergo
mag-71	18.1	17.6	17.7	18.2	17.6
giu-71	21.1	20.1	20.6	20.7	20
lug-71	24.3	24.1	23.5	24.5	24
ago-71	25.5	24.9	24.8	25.6	25.4
set-71	17.8	17.4	17.7	18.2	17.9
ott-71	12.4	11.8	13.1	13.3	12.7
nov-71	7.6	6.3	8.2	7.9	7.1
dic-71	2.2	3.1	2.9	2.9	2.6
gen-72	4.3	3.4	5.3	3.8	3.5
feb-72	7.2	6.5	8.5		6.8
mar-72	10.3	9.9	11		10.5
apr-72	12.8	12.3	11.8	12.5	12.6
mag-72	17.1	17	16.4	17	16.8
giu-72	21.4	20.9	20.4	21.2	20.6
lug-72	24	22.9	23.1	22.7	22.9
ago-72	22.7	21.2	21.8	21.1	22
set-72	16.4	15.4	16.6	15.7	15.9
ott-72	12.7	11.6	12.5	12	12.7
nov-72	7.7	6.5	8.8	6.5	8.3
dic-72	4.8	3.3	5.5	3.3	3.5
gen-73	3.9	2.9	3.7	3	2.9
feb-73	5.2	3.5	4.6	4.1	4.3
mar-73	8.4	6.8	6.8	7	7
apr-73	11.6	10.7	10.8	10.1	10.7
mag-73	18.3	17.1	16.9	16.8	17.2

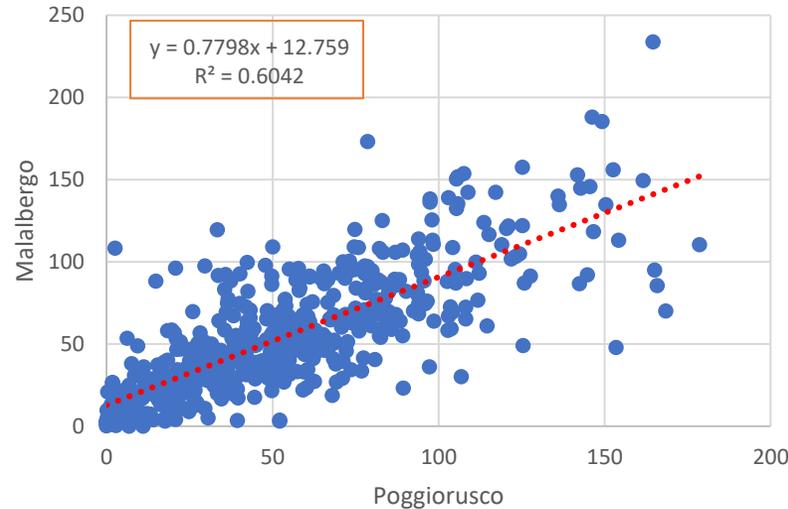


data	Codigoro	Poggiorusco	Guagnino	Sinottica_FE	Malalbergo
mag-71	18.1	17.6	17.7	18.2	17.6
giu-71	21.1	20.1	20.6	20.7	20
lug-71	24.3	24.1	23.5	24.5	24
ago-71	25.5	24.9	24.8	25.6	25.4
set-71	17.8	17.4	17.7	18.2	17.9
ott-71	12.4	11.8	13.1	13.3	12.7
nov-71	7.6	6.3	8.2	7.9	7.1
dic-71	2.2	3.1	2.9	2.9	2.6
gen-72	4.3	3.4	5.3	3.8	3.5
feb-72	7.2	6.5	8.5	8.39015	6.8
mar-72	10.3	9.9	11	10.9389	10.5
apr-72	12.8	12.3	11.8	12.5	12.6
mag-72	17.1	17	16.4	17	16.8
giu-72	21.4	20.9	20.4	21.2	20.6
lug-72	24	22.9	23.1	22.7	22.9
ago-72	22.7	21.2	21.8	21.1	22
set-72	16.4	15.4	16.6	15.7	15.9
ott-72	12.7	11.6	12.5	12	12.7
nov-72	7.7	6.5	8.8	6.5	8.3
dic-72	4.8	3.3	5.5	3.3	3.5
gen-73	3.9	2.9	3.7	3	2.9
feb-73	5.2	3.5	4.6	4.1	4.3
mar-73	8.4	6.8	6.8	7	7
apr-73	11.6	10.7	10.8	10.1	10.7
mag-73	18.3	17.1	16.9	16.8	17.2

# Correlazione Precipitazione

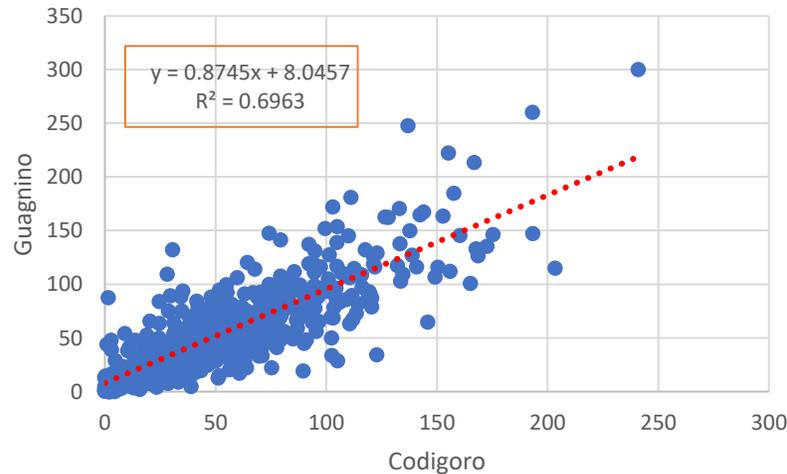
Grafici di correlazione

data	Codigoro	Poggiorusco	Guagnino	Sinottica_FE	Malalbergo
dic-64	81.4	94.8	94.6	64.4	93.6
gen-65	71	94	33.4	35.2	68.2
feb-65	3.6	0	2.2	0.6	1.8
mar-65	30.2	65.2	29.2	47	55.8
apr-65	79.8	74.8	71.8	88.6	119.6
mag-65	67	83.4	92.2	88.6	60.2
giu-65	61.8	70	52.4	90.4	93
lug-65	50.4	52	28.8	9.2	29.4
ago-65	59.8	60.4	106	53.8	74
set-65	70.6	86.6	52.8	56.4	85.2
ott-65	0.6	6	3.4	1.4	4.6
nov-65	70.6	105.2	68.2	84.2	87
dic-65	23.4	26.8	39.2	18.8	25.8
gen-66	36.8	42.2	40.22	21	34.4
feb-66	13.6	18	37.2	31.2	14
mar-66	19.2	17.4	24.2	18.6	14
apr-66	50.2	72.6	46.2	63	51.2
mag-66	27.2	38	14	27.8	21.2
giu-66	6	1.8	7.4	16	26.6
lug-66	101	67.2	93.4	63	65.2
ago-66	104.8	150.4	116.6	130.8	134.6
set-66	122.8	105.8	34.2	84.2	151.6
ott-66	77.4	104.2	78.4	91	69.4



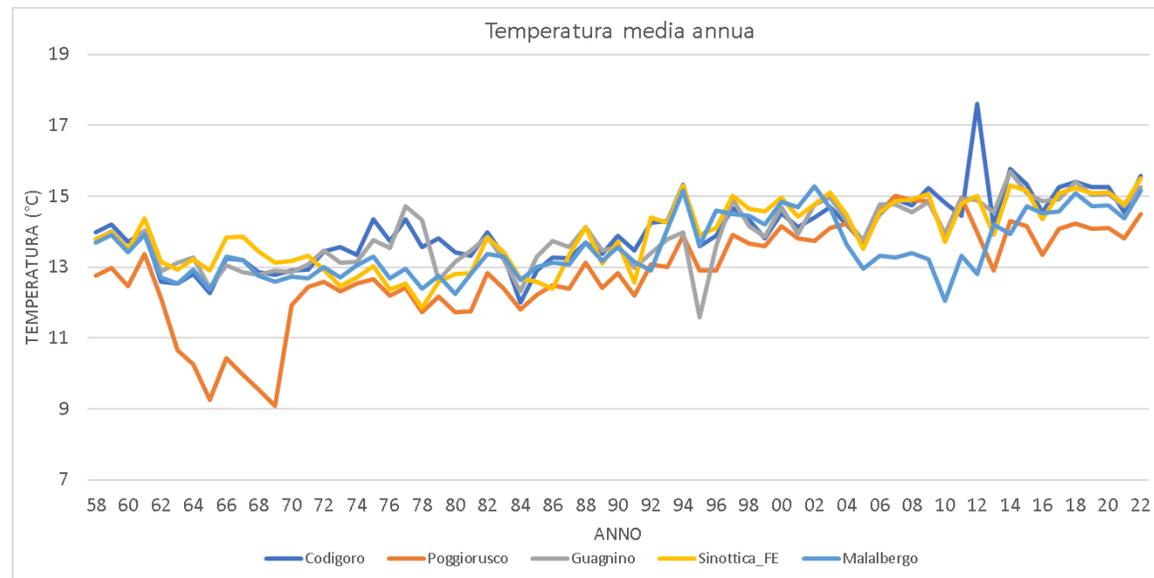
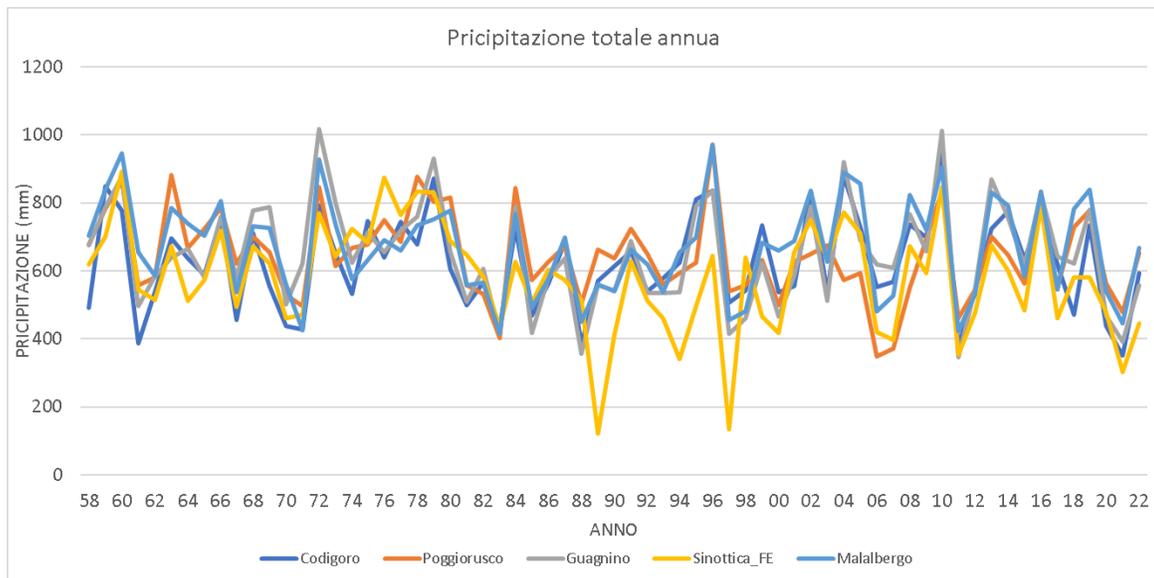
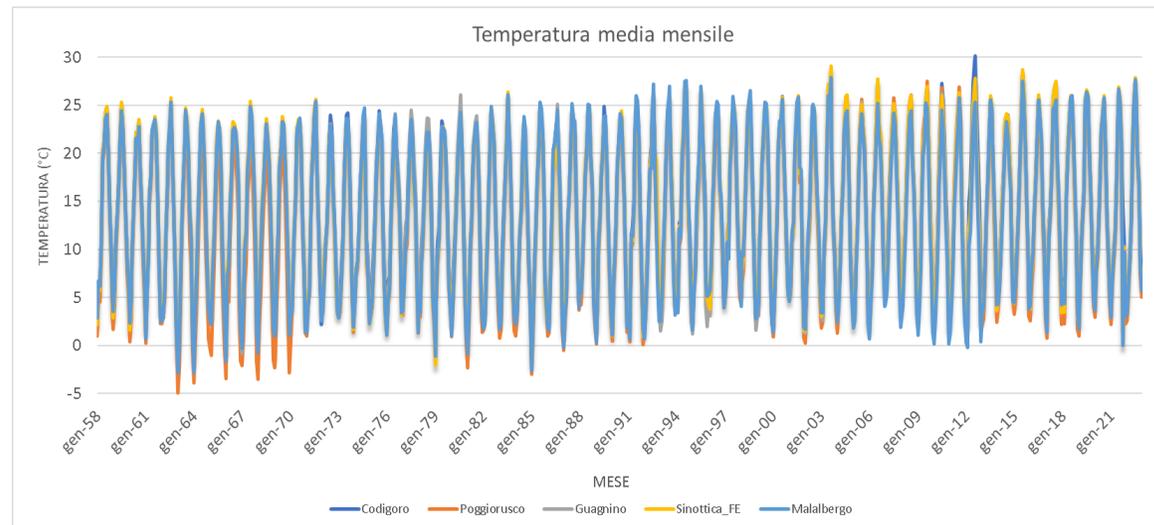
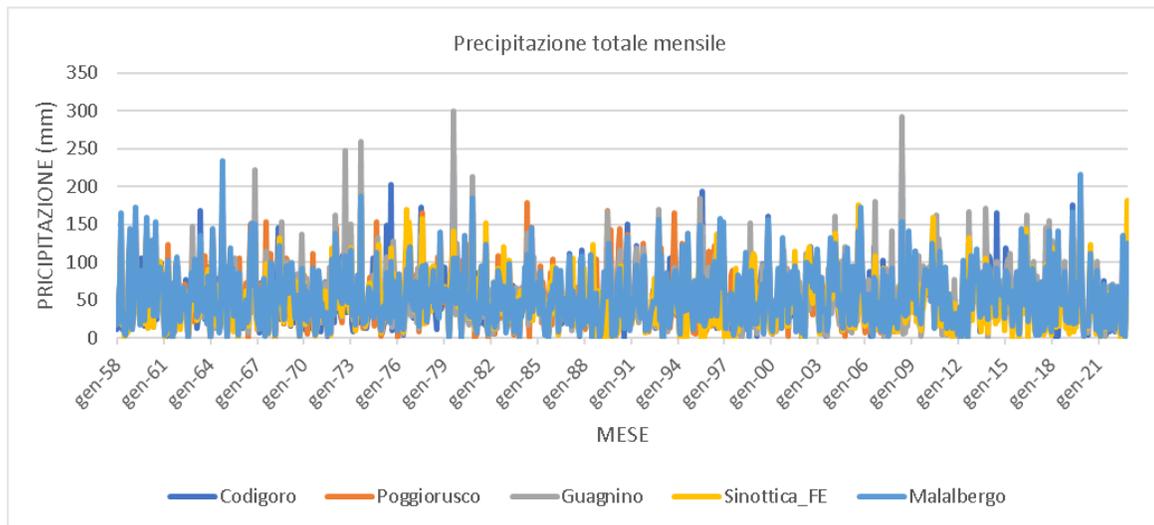
data	Codigoro	Poggiorusco	Guagnino	Sinottica_FE	Malalbergo
dic-64	81.4	94.8	94.6	64.4	93.6
gen-65	71	94	33.4	35.2	68.2
feb-65	3.6	0	2.2	0.6	1.8
mar-65	30.2	65.2	29.2	47	55.8
apr-65	79.8	74.8	71.8	88.6	119.6
mag-65	67	83.4	92.2	88.6	60.2
giu-65	61.8	70	52.4	90.4	93
lug-65	50.4	52	28.8	9.2	29.4
ago-65	59.8	60.4	106	53.8	74
set-65	70.6	86.6	52.8	56.4	85.2
ott-65	0.6	6	3.4	1.4	4.6
nov-65	70.6	105.2	68.2	84.2	87
dic-65	23.4	26.8	39.2	18.8	25.8
gen-66	36.8	37.68712	40.22	21	34.4
feb-66	13.6	18	37.2	31.2	14
mar-66	19.2	17.4	24.2	18.6	14
apr-66	50.2	72.6	46.2	63	51.2
mag-66	27.2	38	14	27.8	21.2
giu-66	6	1.8	7.4	16	26.6
lug-66	101	67.2	93.4	63	65.2
ago-66	104.8	150.4	116.6	130.8	134.6
set-66	122.8	105.8	34.2	84.2	151.6
ott-66	77.4	104.2	78.4	91	69.4

data	Codigoro	Poggiorusco	Guagnino	Sinottica_FE	Malalbergo
gen-08	44.2	30.2	30.4	45.4	47
feb-08	25.2	9.2	26.4	9.2	13
mar-08	43.2	25	68.8	34.5	39.6
apr-08	44.8	42.6	35.2	70	58.8
mag-08	41.2	40.2	56.4	57.7	74.6
giu-08	19.6	141.8	293	101	152.8
lug-08	28.8	6.2	58.2	35.4	35.4
ago-08	10	7.8	20.6	30.2	30.2
set-08	20.8	81	63.8	96	96
ott-08	21.2	22	16.4	25.9	32.8
nov-08	103.6	108.8	78.4	126.9	142.2
dic-08	71.2	67.8	58.3	100	100
gen-09	71.8	62.4	53.8	70.6	70.6
feb-09	38	39	33.7	52	52
mar-09	76.8	72	72.6	88	88
apr-09	114.4	81.8	95.9	115.2	115.2
mag-09	64	22.2	24.1	32	32
giu-09	26.8	23	21	32.2	32.2
lug-09	28.2	109.2	71.3	37.2	37.2
ago-09	10.68	2	10.9	18.6	18.6
set-09	51.2	12.8	40.8	41.8	41.8
ott-09	51.8	94.6	38.6	65.6	65.6
nov-09	85.4	53.2	55.5	78	78

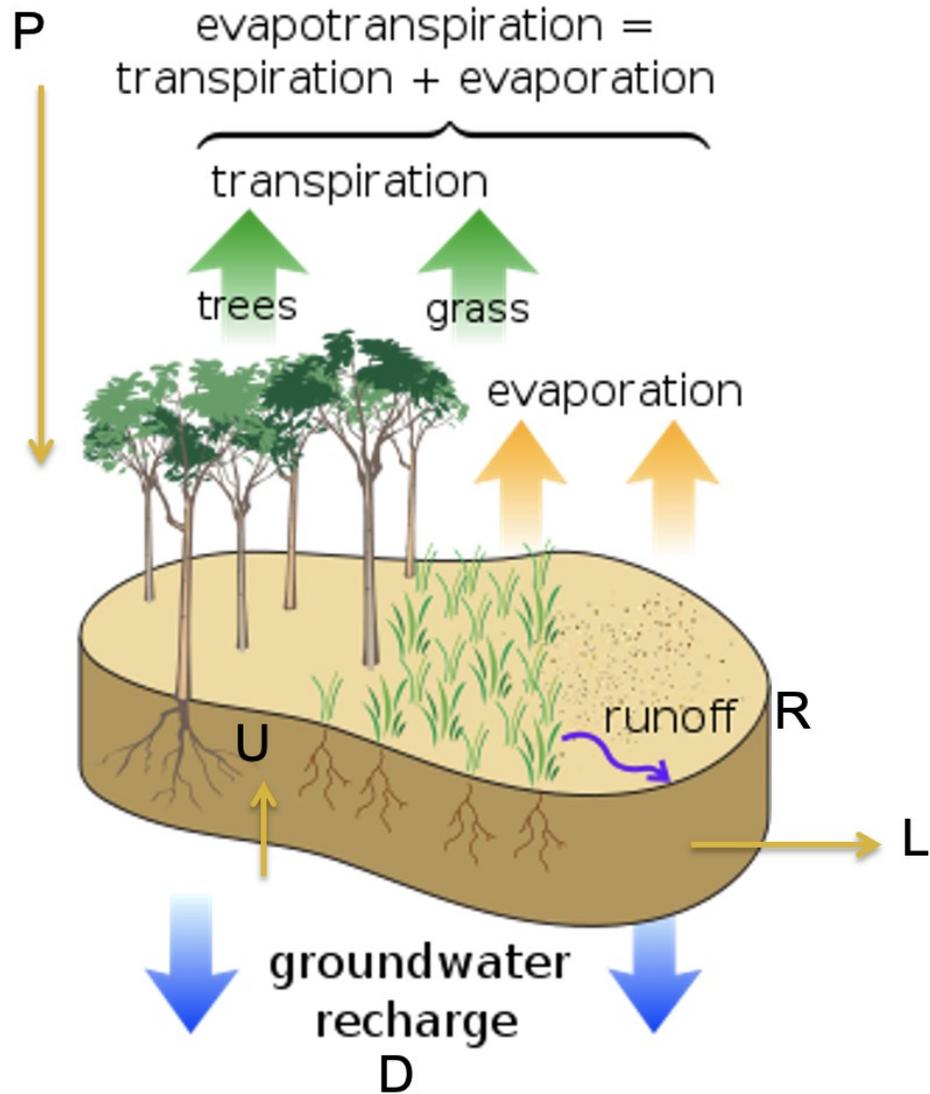


data	Codigoro	Poggiorusco	Guagnino	Sinottica_FE	Malalbergo
gen-08	44.2	30.2	30.4	45.4	47
feb-08	25.2	9.2	26.4	9.2	13
mar-08	43.2	25	68.8	34.5	39.6
apr-08	44.8	42.6	35.2	70	58.8
mag-08	41.2	40.2	56.4	57.7	74.6
giu-08	242.4033	141.8	293	101	152.8
lug-08	14.02446	28.8	6.2	58.2	35.4
ago-08	19.6	10	7.8	20.6	30.2
set-08	73.5877	81	63.8	96	96
ott-08	21.2	22	16.4	25.9	32.8
nov-08	103.6	108.8	78.4	126.9	142.2
dic-08	63.07654	67.8	58.3	100	100
gen-09	71.8	65.73488	62.4	53.8	70.6
feb-09	38	51.3236	39	33.7	52
mar-09	76.8	79.2164	72	72.6	88
apr-09	114.4	100.29096	81.8	95.9	115.2
mag-09	64	35.8276	22.2	24.1	32
giu-09	26.8	35.98256	23	21	32.2
lug-09	28.2	39.85656	109.2	71.3	37.2
ago-09	10.68	25.44528	2	10.9	18.6
set-09	51.2	43.42064	12.8	40.8	41.8
ott-09	51.8	61.86088	94.6	38.6	65.6
nov-09	85.4	71.4684	53.2	55.5	78

# Serie temporali



# Bilancio idrologico



Il metodo di **Thornthwaite & Mather** (1957) usa la temperatura dell'aria come indice dell'energia disponibile per l'Ep mensile (in mm). Ep viene calcolata attraverso una **formula empirica** adatta alle condizioni climatiche **italiane** (Thornthwaite, 1948):

$$Ep = 16 \cdot \left( \frac{10 \cdot T_i}{I_t} \right)^a \cdot C_i$$

con  $T_i$  temperatura media mensile ( $^{\circ}\text{C}$ ) e  $C_i$  coefficiente di insolazione pari a:

$$C_i = \frac{(\text{giorni}_{\text{mese}} \cdot \text{ore}_{\text{insolazione}})}{(12 \cdot 30)}$$

$I_t$  indice termico annuale:

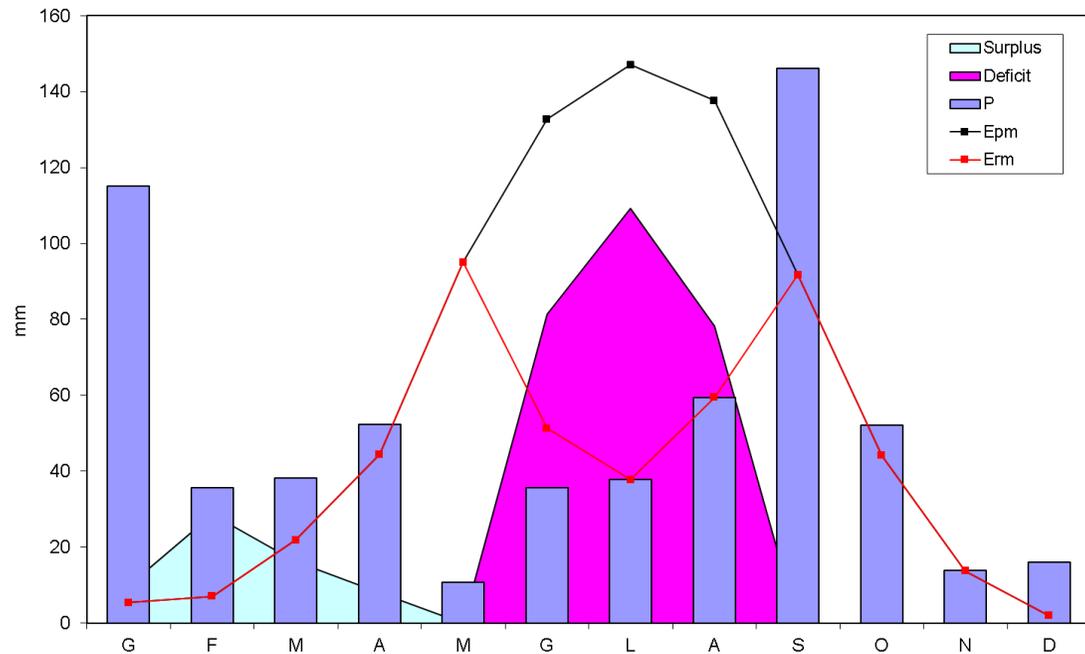
$$I_t = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{T_i}{5} \right)^{1.514}$$

e

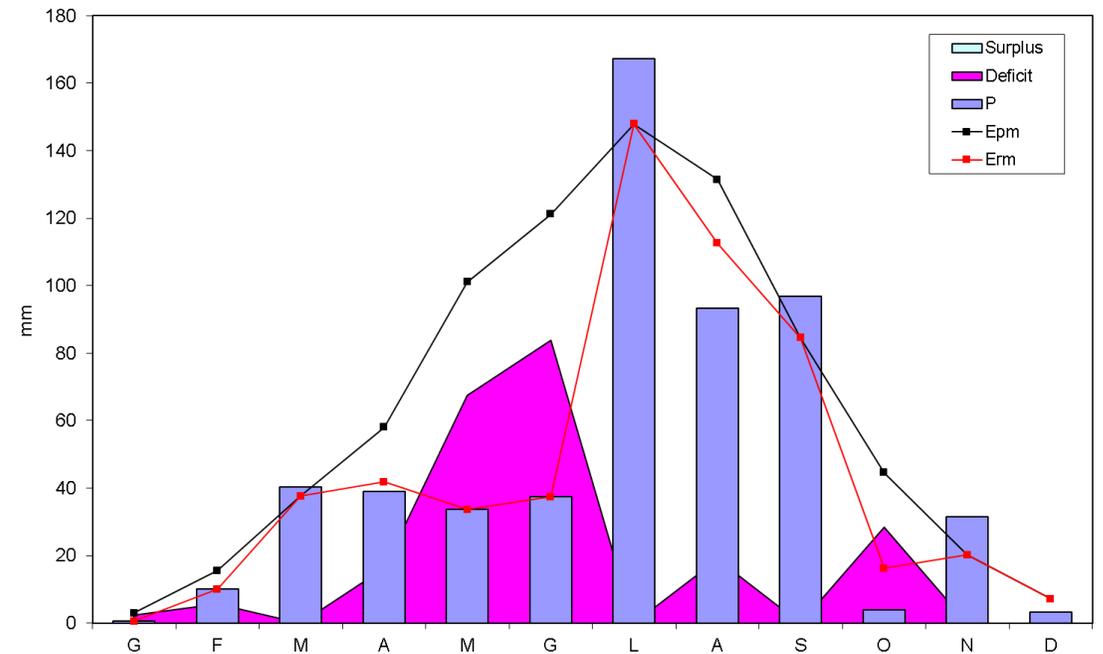
$$a = 6.74 \cdot 10^{-7} I_t^3 - 7.71 \cdot 10^{-5} I_t^2 + 1.79 \cdot 10^{-2} I_t + 0.49239$$

# Bilancio idrologico

Bilancio idrico secondo Thornthwaite nella stazione di Poggiorusco del 1973



Bilancio idrico secondo Thornthwaite nella stazione di Guagnino del 1989



# Autocorrelazione

Data una **serie di dati continua** ed acquisita ad intervalli di tempo regolari e costanti detti lags ( $\tau$ ), la ACF è data da:

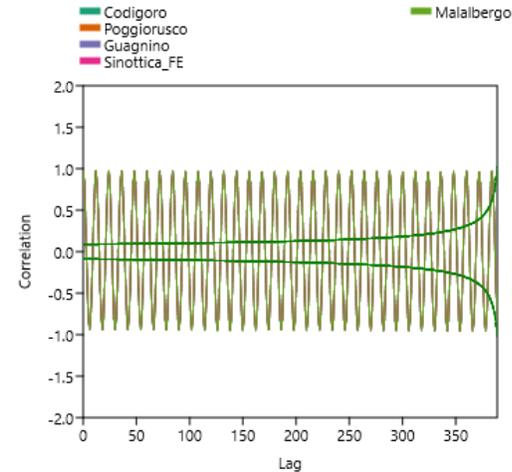
$$ACF_{\tau} = \frac{(n - \tau) \sum y_t y_{t-\tau} - (\sum y_t \sum y_{t-\tau})}{\sqrt{((n - t) \sum y_t^2 - (\sum y_t)^2)((n - t) \sum y_{t-\tau}^2 - (\sum y_{t-\tau})^2)}}$$

dove  $Y_t$  sono i valori della serie temporale.

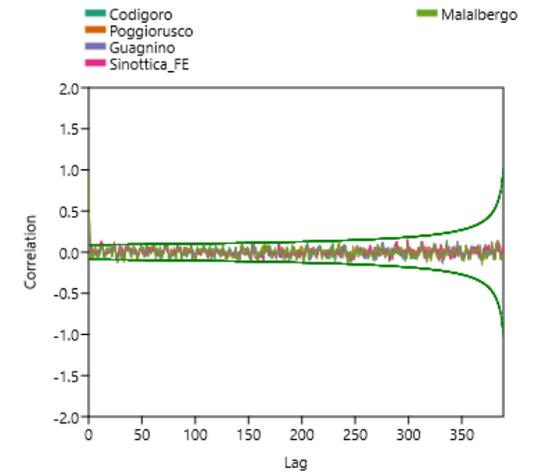
La **significatività** della ACF può essere valutata attraverso un intervallo di confidenza al 95%, dato da:

$$\pm 1,76 \sqrt{\frac{1}{n-\tau+3}}$$

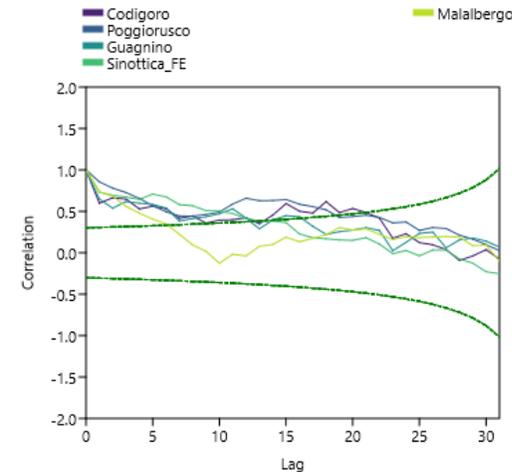
### Temperatura mensile



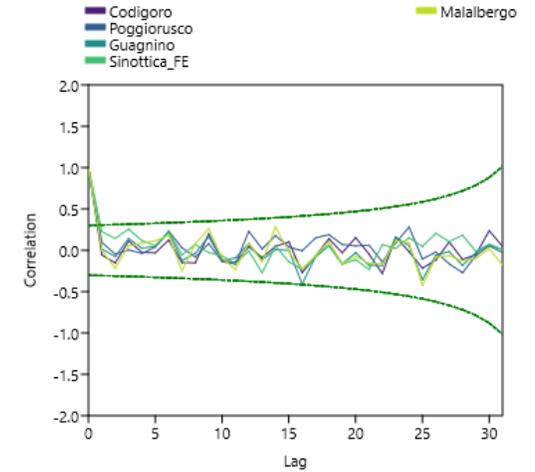
### Precipitazione mensile



### Temperatura annua



### Precipitazione annua



# Autocorrelazione

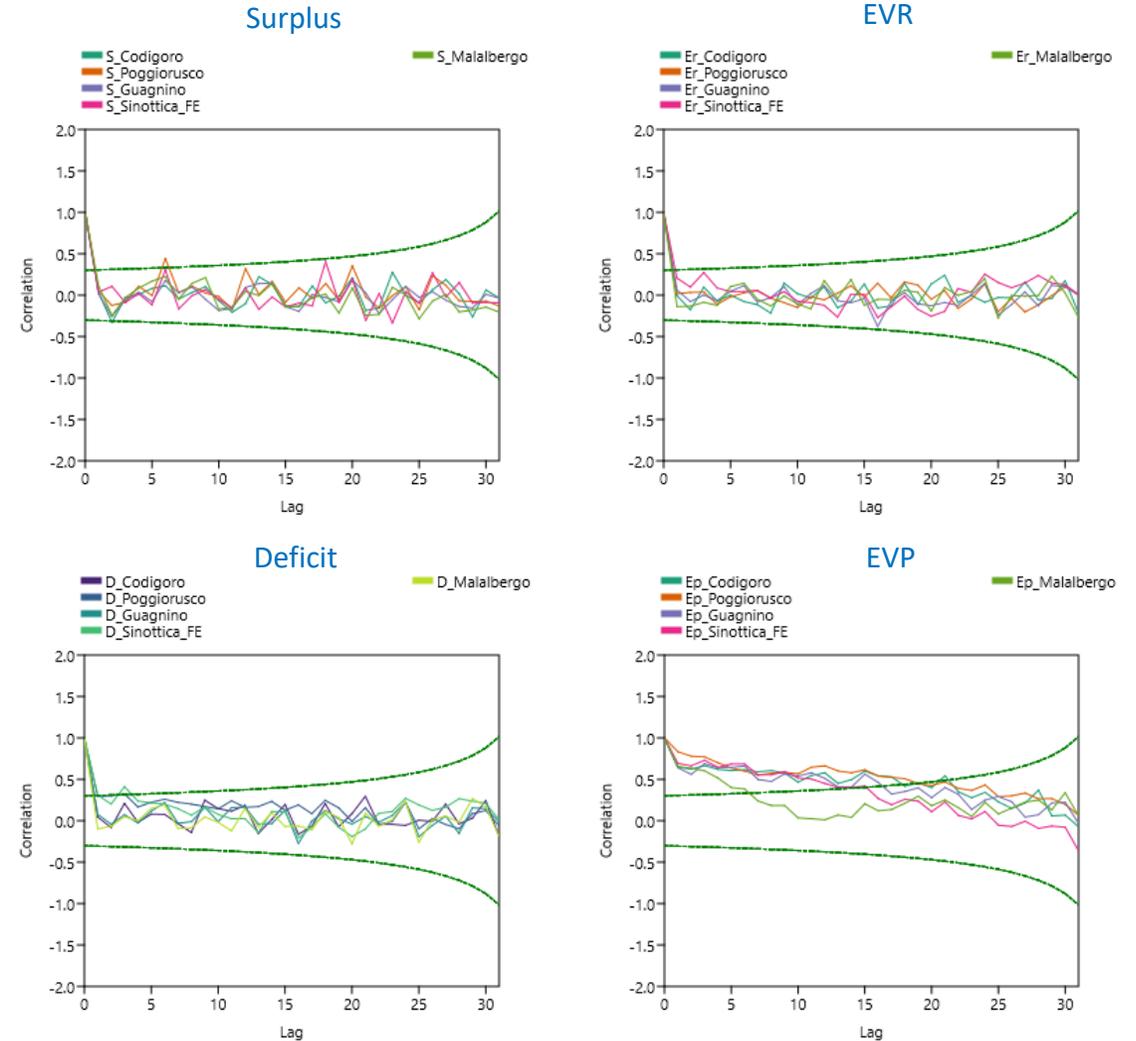
Data una **serie di dati continua** ed acquisita ad intervalli di tempo regolari e costanti detti lags ( $\tau$ ), la ACF è data da:

$$ACF_{\tau} = \frac{(n - \tau) \sum y_t y_{t-\tau} - (\sum y_t \sum y_{t-\tau})}{\sqrt{((n - t) \sum y_t^2 - (\sum y_t)^2)((n - t) \sum y_{t-\tau}^2 - (\sum y_{t-\tau})^2)}}$$

dove  $Y_t$  sono i valori della serie temporale.

La **significatività** della ACF può essere valutata attraverso un intervallo di confidenza al 95%, dato da:

$$\pm 1,76 \sqrt{\frac{1}{n-\tau+3}}$$



# Test di Mann-Kendall (M-K)

Test non parametrico che analizza la **differenza** nei valori tra coppie di punti precedenti e successivi di una **serie temporale** spaziata in modo uniforme e non. Il test prevede il calcolo e l'analisi della **statistica S**, secondo:

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(X_j - X_i)$$

$$\text{sgn}(X_j - X_i) = \begin{cases} 1 & \text{se } (X_j - X_i) > 0 \\ 0 & \text{se } (X_j - X_i) = 0 \\ -1 & \text{se } (X_j - X_i) < 0 \end{cases}$$

dove  $X_i$  è il valore della variabile misurata al tempo  $t_i$  con  $i = 1, 2, \dots, n$  e con  $j > i$

# Stimatore di Theil-Sen

Test non parametrico che analizza la pendenza tra le coppie di valori di una serie temporale spaziata in modo uniforme e non. Il test valuta la mediana di tutte i valori di pendenza ( $m$ ) calcolati secondo:

$$m = \frac{(Y_j - Y_i)}{(X_j - X_i)}$$

dove  $X_i$  è il valore della variabile misurata al tempo  $Y_i$  con  $i = 1, 2, \dots, n$ , e con  $j > i$ .

# Regressione lineare semplice (OLS)

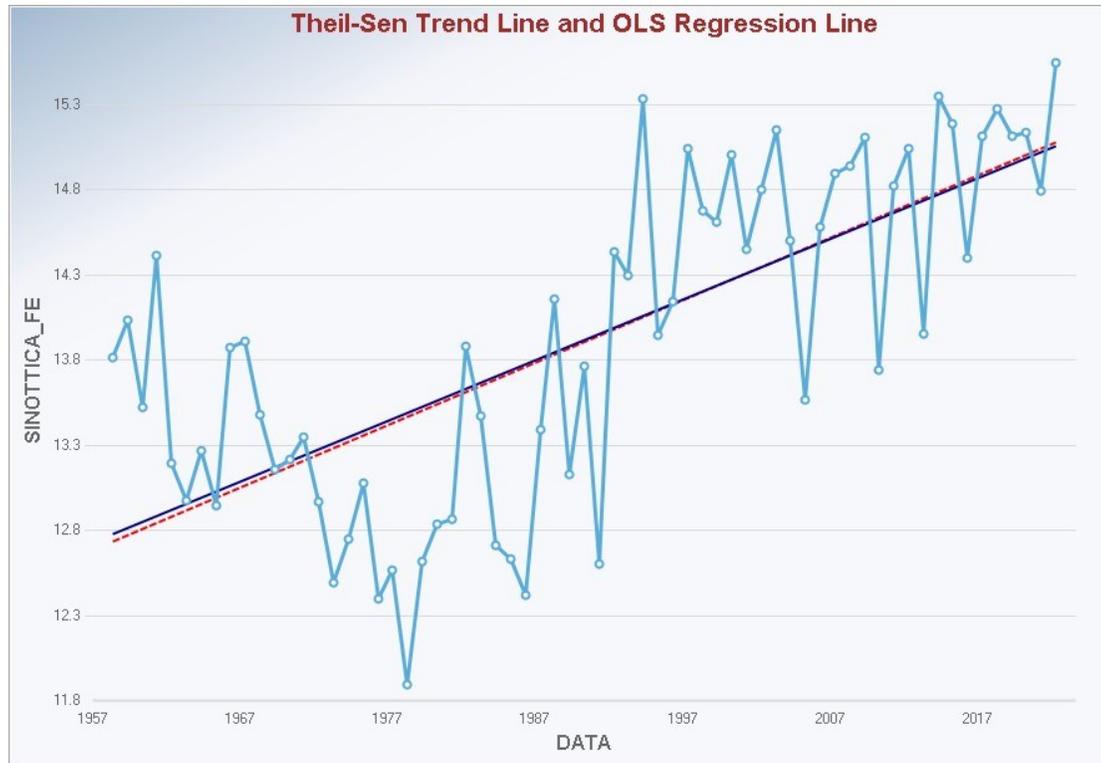
Con il modello OLS la variabile climatologica  $y(t)$  è espressa come:

$$y(t) = a + b \cdot f(t) + e(t)$$

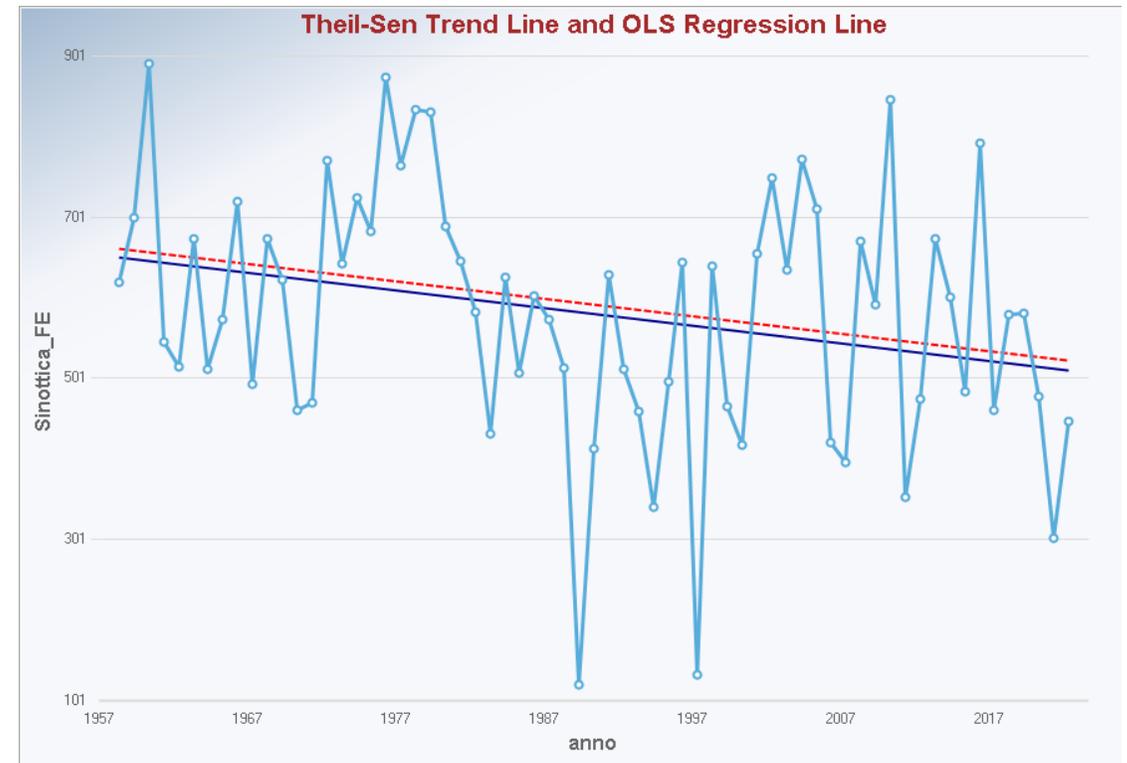
dove  $f(t)$  è il valore atteso di  $y(t)$ ,  $e(t)$  è l'errore legato alla variabilità casuale del fenomeno ed  $a$  e  $b$  sono i coefficienti della regressione.

# Tendenze climatiche

Temperatura annua Sinottica FE

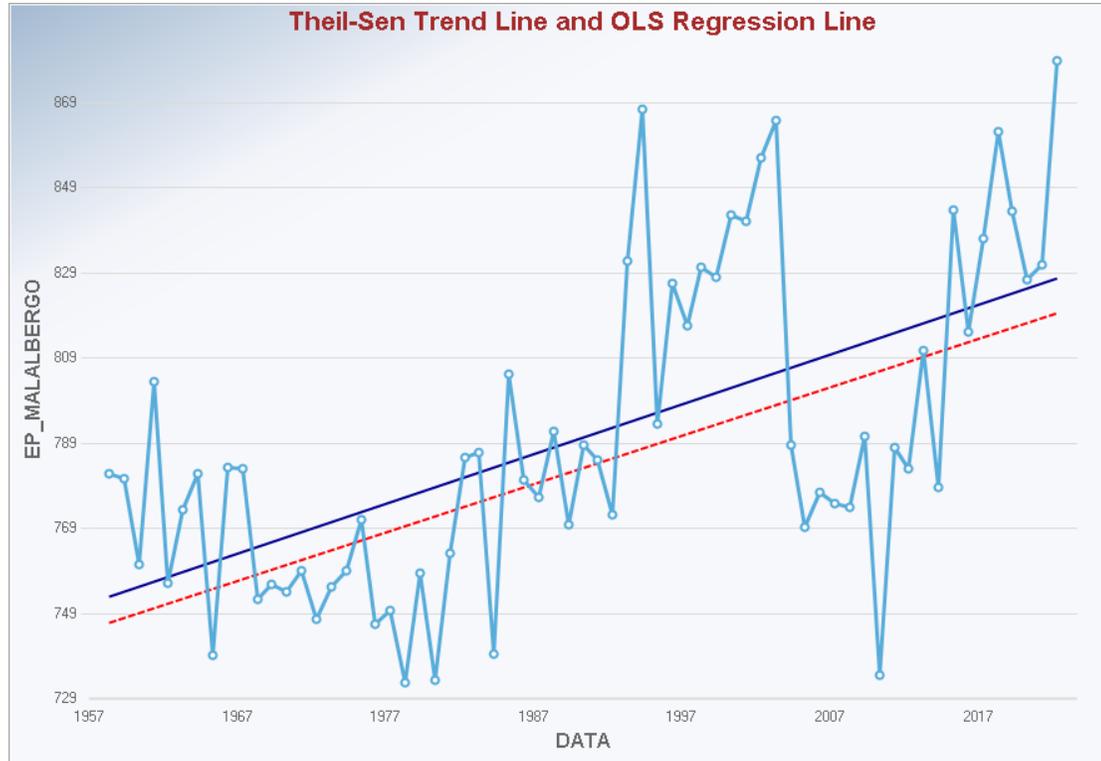


Precipitazione annua Sinottica FE

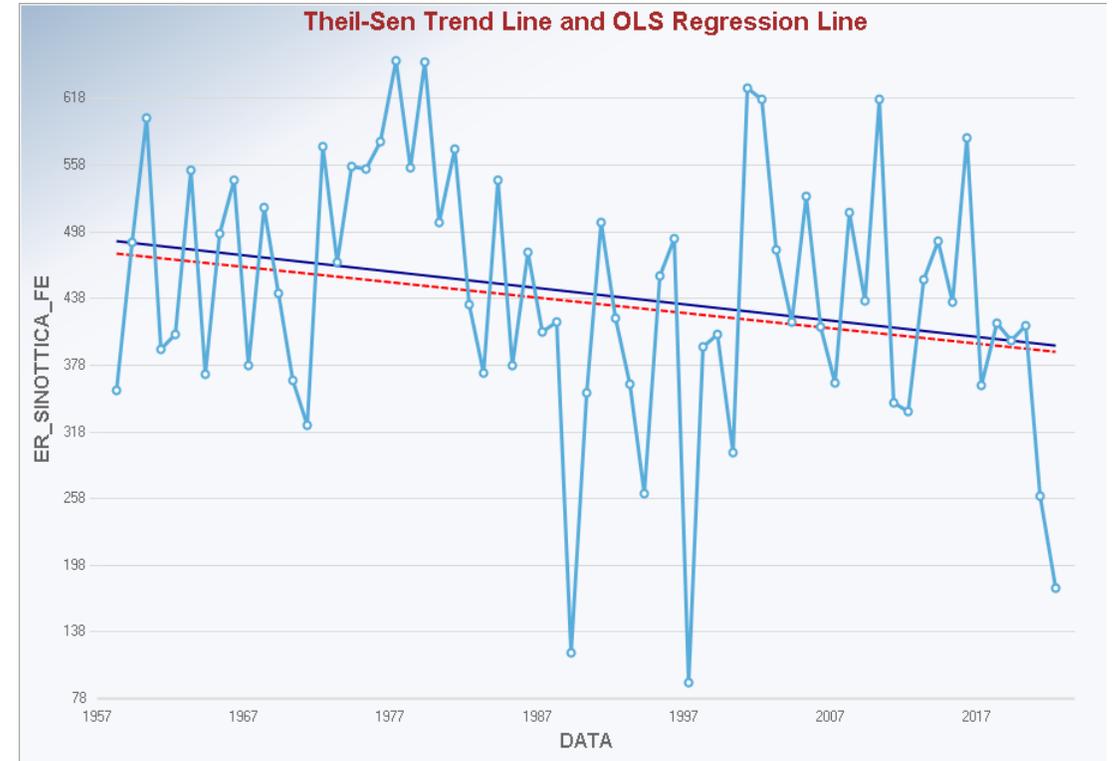


# Tendenze climatiche

EP Sinottica FE

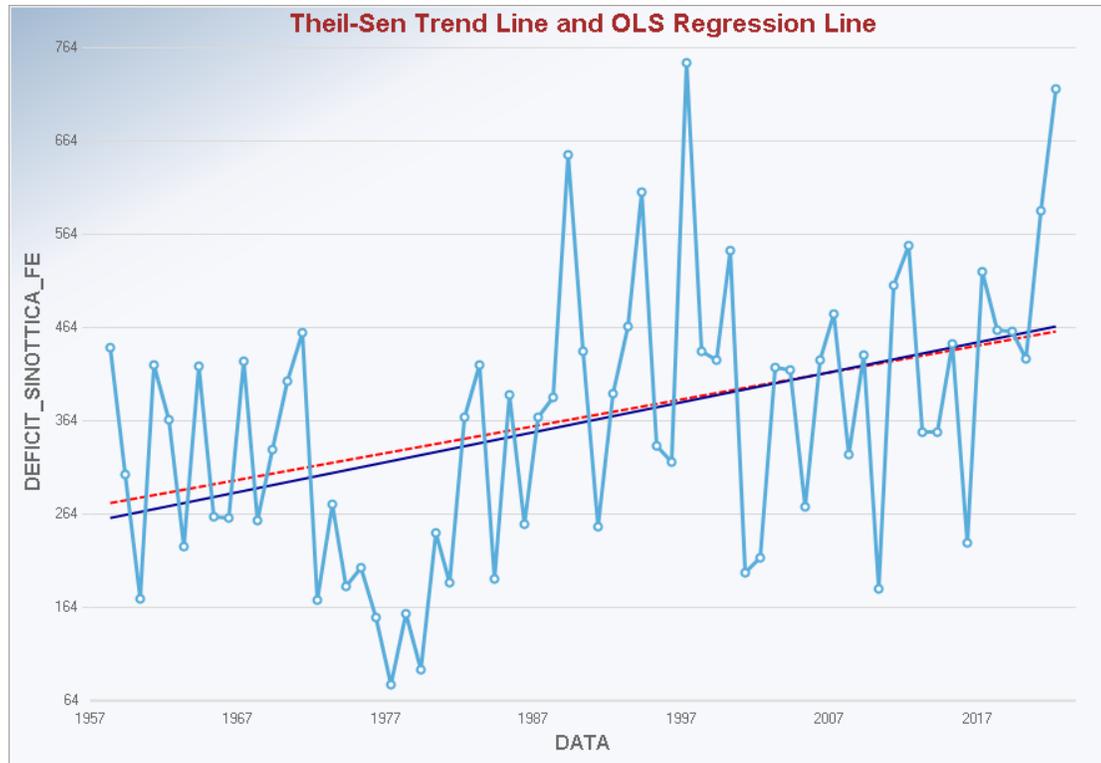


ER Sinottica FE

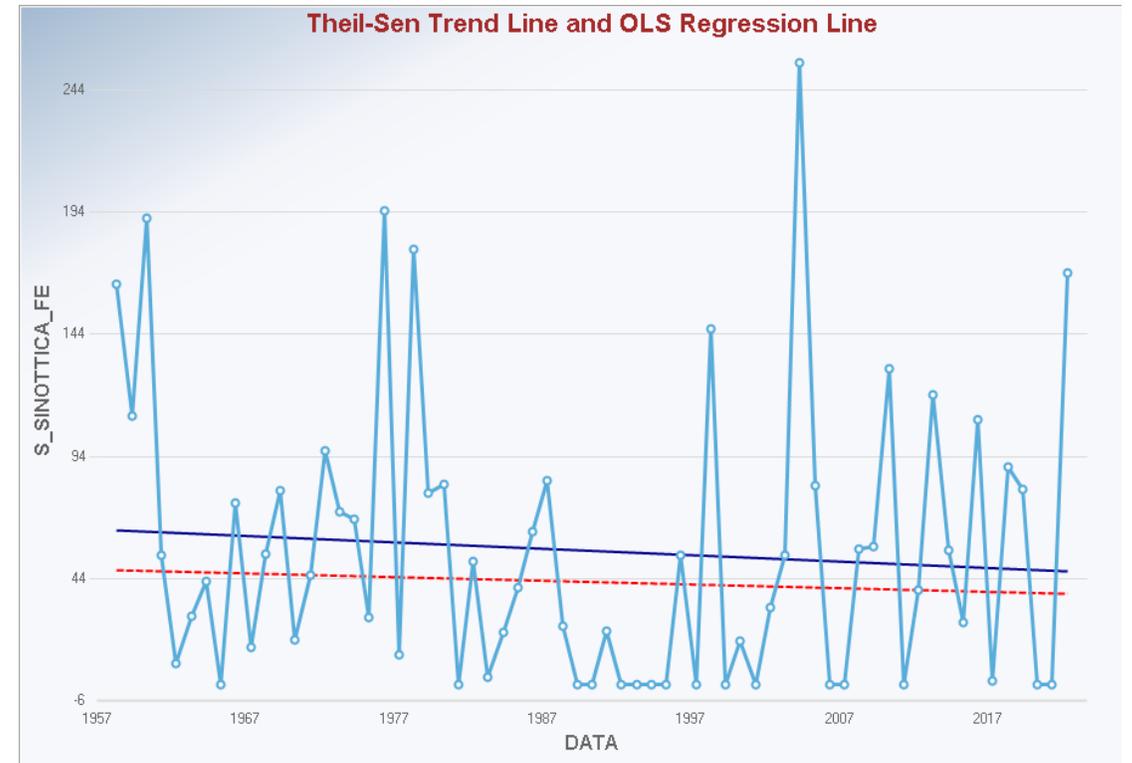


# Tendenze climatiche

Deficit Sinottica FE



Surplus Sinottica FE



# Risultati dei test statistici

POGGIORUSCO						
PARAMETRO	SIGLA	OLS	T-S	S	P-VALUE	SIGNIFICATIVITA'
Precipitazione mensile	Pm	-4.0E-04	-3.0E-04	-12545	0.0422	no
Temperatura mensile	Tm	2.0E-04	1.6E-04	27221	9.02E-05	si
Precipitazione annua	Pa	-1.8086	-1.789	-368	0.0189	si
Temperatura annua	Ta	0.0558	0.053	1236	1.36E-12	si
Evapotraspirazione potenziale annua	Ep	2.3156	2.328	1293	1.29E-13	si
Evapotraspirazione reale annua	Er	-0.6721	-0.54	-180	0.155	no
Deficit annuo	D	0.0775	0.0846	676	6.63E-05	si
Surplus annuo	S	-0.0964	-0.0974	-295	0.0164	si

**SINOTTICA\_FE**

PARAMETRO	SIGLA	OLS	T-S	S	P-VALUE	SIGNIFICATIVITA'
Precipitazione mensile	Pm	-5.0E-04	-5.3E-04	-22745	8.76E-04	si
Temperatura mensile	Tm	1.0E-04	1.0E-04	18519	5.42E-03	si
Precipitazione annua	Pa	-2.1877	-2.164	-398	0.0123	si
Temperatura annua	Ta	0.0356	0.0367	999	8.02E-09	si
Evapotraspirazione potenziale annua	Ep	1.1723	1.725	1052	1.34E-09	si
Evapotraspirazione reale annua	Er	-0.14677	-1.387	-324	0.0337	no
Deficit annuo	D	3.2072	2.89	612	2.71E-04	si
Surplus annuo	S	-0.2571	-0.151	-216	0.112	no

**MALALBERGO**

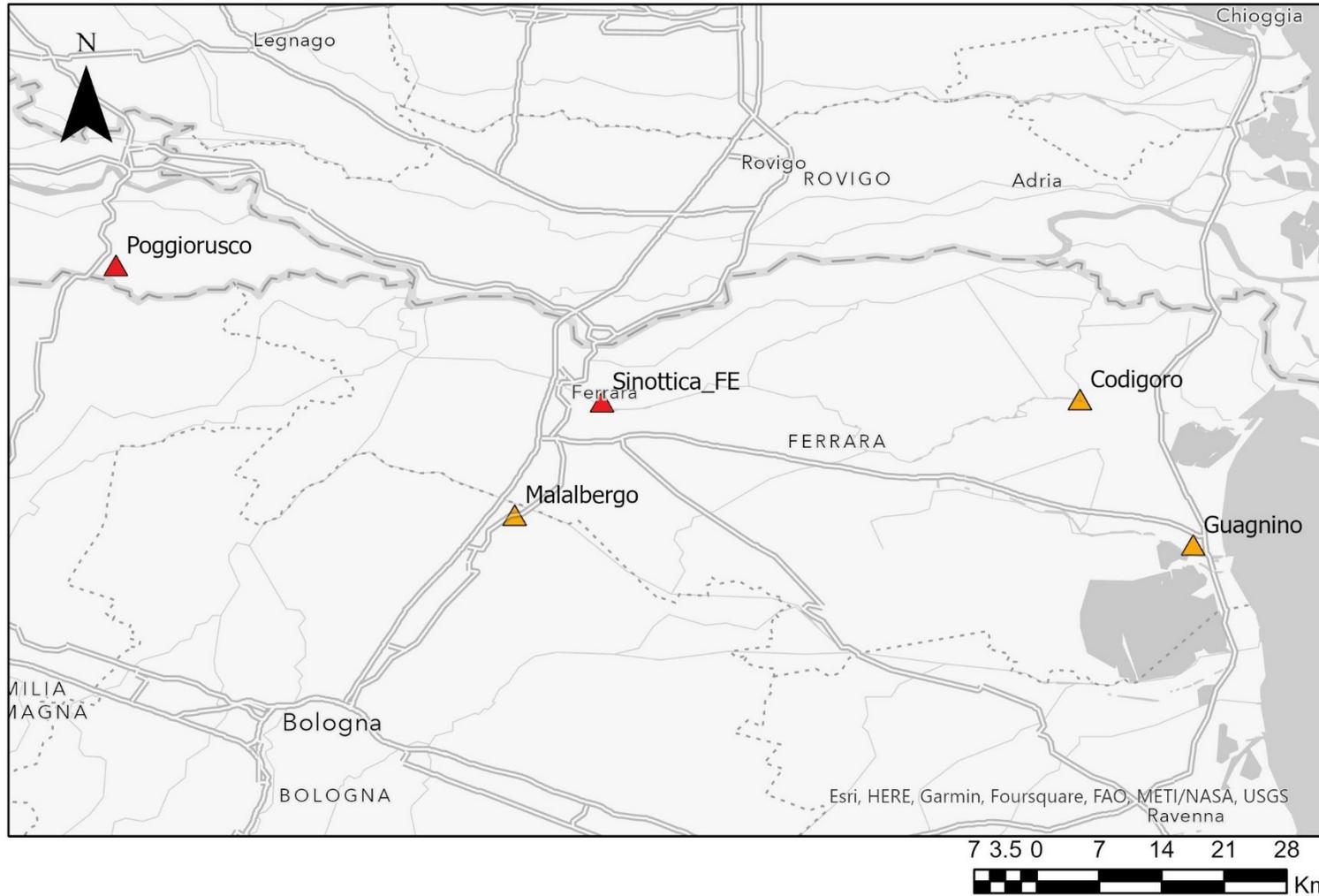
PARAMETRO	SIGLA	OLS	T-S	S	P-VALUE	SIGNIFICATIVITA'
Precipitazione mensile	Pm	-1.0E-04	-8.3E-05	-3295	3.25E-01	no
Temperatura mensile	Tm	1.0E-04	7.5E-05	13635	3.03E-02	si
Precipitazione annua	Pa	-0.5328	-0.701	-125	0.241	no
Temperatura annua	Ta	0.0256	0.0263	851	7.45E-07	si
Evapotraspirazione potenziale annua	Ep	1.1723	1.138	864	5.15E-07	si
Evapotraspirazione reale annua	Er	0.0788	0.0418	6	0.489	no
Deficit annuo	D	1.0935	1.228	304	4.31E-02	no
Surplus annuo	S	-4688	-0.375	-168	0.172	no

CODIGORO						
PARAMETRO	SIGLA	OLS	T-S	S	P-VALUE	SIGNIFICATIVITA'
Precipitazione mensile	Pm	1.0E-04	4.3E-05	1833	0.401	no
Temperatura mensile	Tm	1.0E-04	1.0E-04	19620	0.0347	si
Precipitazione annua	Pa	1.8E-01	1.7E-01	29	0.437	no
Temperatura annua	Ta	3.7E-02	3.8E-02	1208	4.13E-12	si
Evapotraspirazione potenziale annua	Ep	1.5E+00	1.5E+00	1245	9.38E-13	si
Evapotraspirazione reale annua	Er	-3.7E-01	-4.2E-01	-112	0.265	no
Deficit annuo	D	4.9E-02	5.4E-02	440	6.5E-03	si
Surplus annuo	S	3.4E-01	2.0E-02	149	0.199	no
GUAGNINO						
PARAMETRO	SIGLA	OLS	T-S	S	P-VALUE	SIGNIFICATIVITA'
Precipitazione mensile	Pm	-2.0E-04	-2.4E-04	-9678	0.0915	no
Temperatura mensile	Tm	1.0E-04	9.6E-05	18230	6.07E-03	si
Precipitazione annua	Pa	-9187	-0.95	-159	0.186	no
Temperatura annua	Ta	0.033	0.0355	1177	1.39E-11	si
Evapotraspirazione potenziale annua	Ep	1.5736	1.613	1240	1.15E-12	si
Evapotraspirazione reale annua	Er	-0.3184	-0.355	-88	0.311	no
Deficit annuo	D	1.8921	1.992	414	9.69E-03	si
Surplus annuo	S	-0.4748	-0.134	-90	0.307	no

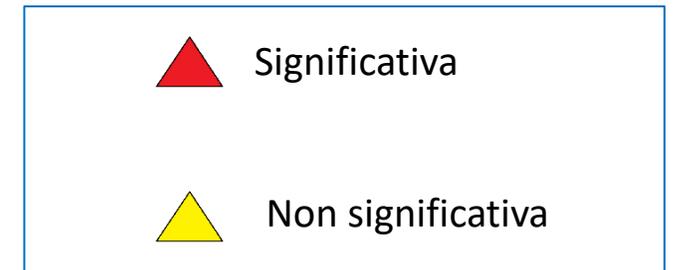
# Conclusioni

- **Temperatura:** tutte le stazioni presentano un trend di incremento significativo con valori compresi tra 0.053 °C/anno e 0.0263 °C/anno.
- **Precipitazione:** la stazione di Ferrara Sinottica presenta un trend di decremento significativo sia per i valori mensili che per quelli annui, la stazione di Poggiorusco solamente per quelli annui, mentre le restanti stazioni non presentano alcun trend.
- **Evapotraspirazione Potenziale:** tutte le stazioni presentano un trend di incremento significativo.
- **Evapotraspirazione Reale:** nessuna stazione presenta trend significativi.
- **Deficit:** tutte le stazioni ad eccezione di Malalbergo presentano trend di incremento significativi.
- **Surplus:** nessuna stazione presenta trend significativi.

# Conclusioni



Significatività variazione precipitazioni  
dal 1958 al 2022



Grazie per l'attenzione!