

Evento RESMAR Livorno 28/11/2012

Analisi Climatologica: alcuni risultati di ARPAL-CMIRL

Giacomo Agrillo – Liguria Ricerche

AZIONE DI SISTEMA E

Azione n.3.2 Dati di interesse climatologico

Azione n.4.2 Climatologia del rischio idrologico

Situazione database termometrico e pluviometrico per la Liguria tra Agosto 2011 e Dicembre 2011

PRECIPITAZIONI :

“Set iniziale” stazioni liguri: 59 stazioni tutte nei versanti tirrenici con serie storiche digitali sul periodo 1961-2010 completate su fondi RESMAR

TEMPERATURE :

“Set iniziale” stazioni liguri: 23 stazioni tutte nei versanti tirrenici con serie storiche digitali sul periodo 1961-2010 completate su fondi RESMAR

Altre attività di digitalizzazione su fondi RESMAR :

- **Completamento serie storiche di precipitazione** di 12 stazioni in Toscana, bacino del Magra
- **Completamento serie storiche di temperatura** di 6 stazioni in Toscana, bacino del Magra

Necessità di integrare il Database RESMAR per migliorare la copertura spazio temporale della Liguria

RACCOLTA E DEFINIZIONE ULTERIORI DATI DI UTILITA' DI PRECIPITAZIONE E TEMPERATURA E LORO DIGITALIZZAZIONE CON FONDI ARPAL :

**digitalizzazione di ulteriori
25 stazioni di precipitazione e
15 di temperatura
ubicate nei versanti padani
in precedenza del tutto scoperti**

La digitalizzazione ha riguardato il **periodo 1961-2010**

Sempre con fondi ARPAL effettuate altre digitalizzazioni per

7 stazioni di precipitazione nei versanti tirrenici
13 stazioni di temperatura nei versanti tirrenici

sempre per quanto riguarda il **periodo 1961-2010**
sul quale verrà costruito l'Atlante

A Giugno 2012

**SET DI STAZIONI A DISPOSIZIONE AI FINI DELLA STESURA
DELL'ATLANTE IDRO-CLIMA:**

103 STAZIONI PLUVIO

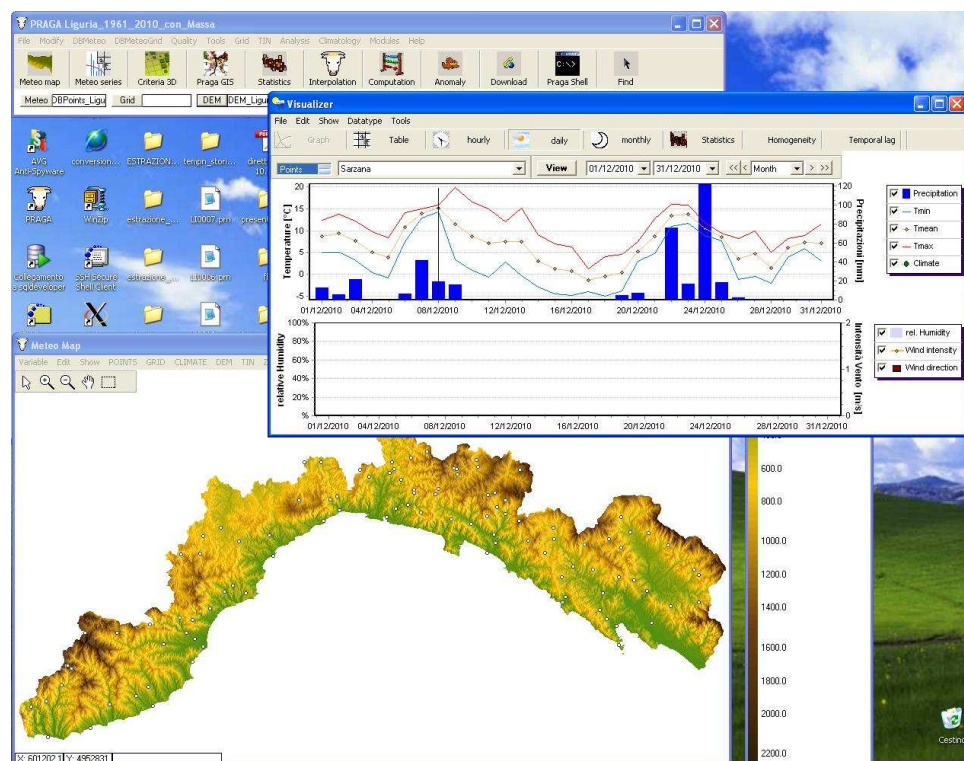
E

57 STAZIONI TERMO

I test di omogeneità sulle serie storiche liguri

Software utilizzato a tale scopo: PRAGA

(PRogramma di Analisi e Gestione dati Agro-Meteorologici) – ARPA ER SIMC



Cosa si intende per serie omogenea?

Serie le cui oscillazioni sono causate solo da variazioni nel clima
Qualsiasi fattore esterno (cambio osservatore, cambio o spostamento sensore) possono causare delle disomogeneità

Come individuare una disomogeneità?

Metodi diretti: metadati
Metodi indiretti: test statistici
(PRAGA)

Un esempio di test statistico: SNHT(1)

Serie candidata: $\{Y_i\}_{i=1,\dots,n}$

Serie di riferimento (stazioni vicine): $\{X_{ji}\}_{\substack{j=1,\dots,k \\ i=1,\dots,n}}$

Ipotizzando che rapporto o differenza tra le due serie resti costante nel tempo, si calcolano le seguenti serie: $\{Q_i\}_{i=1,\dots,n}$

precipitazione $\longrightarrow Q_i = \frac{Y_i}{[\sum_{j=1}^k V_j X_{ji} \bar{Y} / \bar{X}_j] / \sum_{j=1}^k V_j}$

temperatura $\longrightarrow Q_i = Y_i - \left\{ \sum_{j=1}^k V_j [X_{ji} - \bar{X}_j + \bar{Y}] / \sum_{j=1}^k V_j \right\}$

Un esempio di test statistico: SNHT(2)

Creata la serie standardizzata degli $Z_i = (Q_i - \bar{Q}) / \sigma_Q$
valgono le seguenti ipotesi:

ipotesi nulla H_0 : intera serie omogenea $\longrightarrow Z_i \in N(0,1)$

ipotesi alternativa H_1 : serie non è omogenea

$\longrightarrow Z_i \in N(\mu_1, \sigma)$ per $i \in \{1, \dots, a\}$
 $\longrightarrow Z_i \in N(\mu_2, \sigma)$ per $i \in \{a+1, \dots, n\}$

T : quantità test che separa H_1 da H_0 $\longrightarrow T_{\max} = \max_{1 \leq a \leq n-1} \{a \bar{z}_1^2 + (n-a) \bar{z}_2^2\}$

L'anno in cui si ha T_{\max} è quello in cui è più probabile che vi sia il break.

Un esempio di test statistico: SNHT(3)

PRAGA: livello di confidenza fissato al 5%
Serie a disposizione per l'Atlante aventi dai 30 ai 50 anni

	Anni serie						
Livello significatività	10	20	30	40	50	70	100
T90	5.05	6.10	6.65	7	7.25	7.55	7.85
T95	5.70	6.95	7.65	8.10	8.45	8.8	9.15

Risultati dei test di omogeneità sulle serie storiche liguri

PRECIPITAZIONI

- 59 stazioni del “set iniziale”: 5 risultate non omogenee
- 12 stazioni toscane nel bacino del Magra: 2 risultate non omogenee
- 7 stazioni liguri aggiunte nei versanti tirrenici: tutte omogenee
- 25 stazioni versanti padani: test non ancora effettuati sulla totalità delle stazioni

TEMPERATURE

- Esecuzione test omogeneità per le 57 stazioni termometriche in corso per la totalità delle stazioni

Cosa fare per omogeneizzare le serie non omogenee?

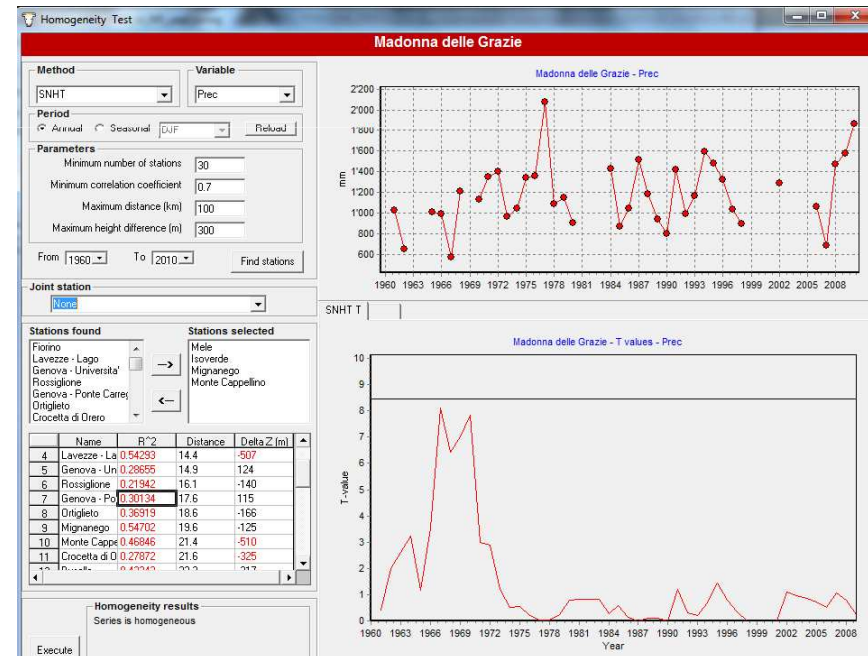
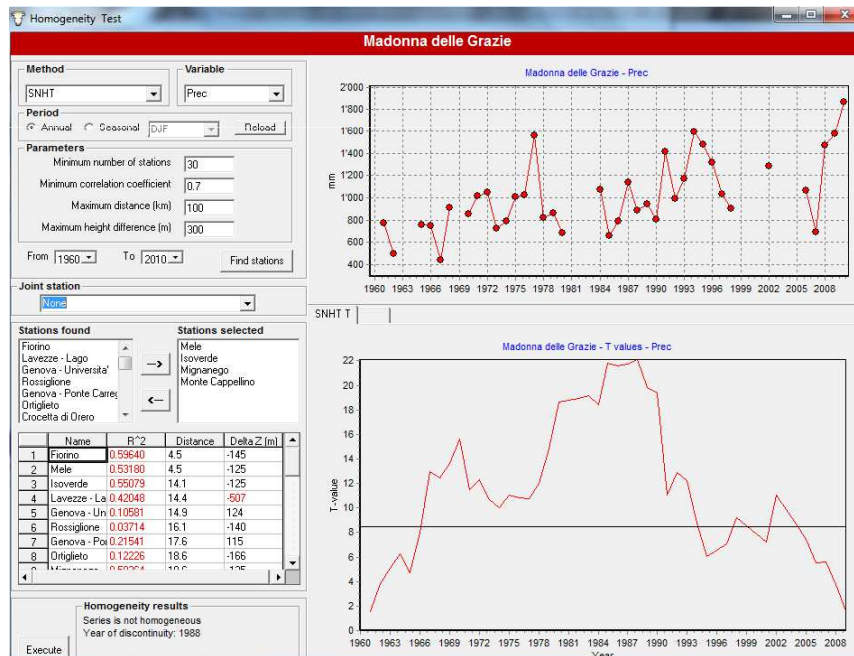
$$\bar{q}_1 = \sigma_Q \bar{z}_1 + \bar{Q} \rightarrow \text{fino all'anno del break}$$

$$\bar{q}_2 = \sigma_Q \bar{z}_2 + \bar{Q} \rightarrow \text{dall'anno del break in poi}$$

Fattore di correzione da applicare alle serie fino all'anno del break:

$$\frac{\bar{q}_2}{\bar{q}_1} \rightarrow \text{precipitazioni}$$

$$\bar{q}_2 - \bar{q}_1 \rightarrow \text{temperature}$$



Atlante climatologico ligure (1)

Sezione Cartografica (Mappe)

Precipitazione

- Livello annuale e stagionale: cumulate, gg di pioggia, intensità precipitazione giornaliera (medie 1961-90, 1971-00, 1981-10, 1991-10, intera serie)
- Livello stagionale: lunghezza max periodi secchi e periodi umidi (medie 1961-90, 1971-00, 1981-10, 1991-10, intera serie)
- Valori massimi precipitazione in 24h per tempo di ritorno pari a 30 anni

Temperatura

- Livello annuale e stagionale: temperature minime, massime e medie (come media delle due precedenti), escursione termica giornaliera (medie 1961-90, 1971-00, 1981-10, 1991-10, intera serie)
- Livello stagionale: frost days, 10° perc T_{min} , 90° perc T_{max} (medie 1961-90, 1971-00, 1981-10, 1991-10, intera serie)

Atlante climatologico ligure (2)

Sezione Tabellare (Grafici)

Precipitazione

- Livello annuale e stagionale: cumulate, con sovrapposte linee medie dei trentenni di riferimento e dell'ultimo ventennio. Test di Student per trend su tutta la serie, test di Welch per differenze valori medi 1991-10 - 1961-90
- Tempi ritorno precipitazione per massimi a 24h e forse anche a 1h, 3h, 6h, 12h

Temperatura

- Livello annuale e stagionale: temperature minime, massime e medie (come media delle due precedenti), con sovrapposte linee medie dei trentenni di riferimento e dell'ultimo ventennio. Test di Student per trend su tutta la serie, test di Welch per differenze valori medi 1991-10 - 1961-90
- In base a 10° perc T_{min} , 90° perc T_{max} su 1961-90 a livello stagionale: # gg con $T_{min} < T_{min10p}$ e con $T_{max} > T_{max90p}$, con sovrapposte linee medie dei trentenni di riferimento e dell'ultimo ventennio. Test di Student per trend su tutta la serie, test di Welch per differenze valori medi 1991-10 - 1961-90

Atlante climatologico ligure (3)

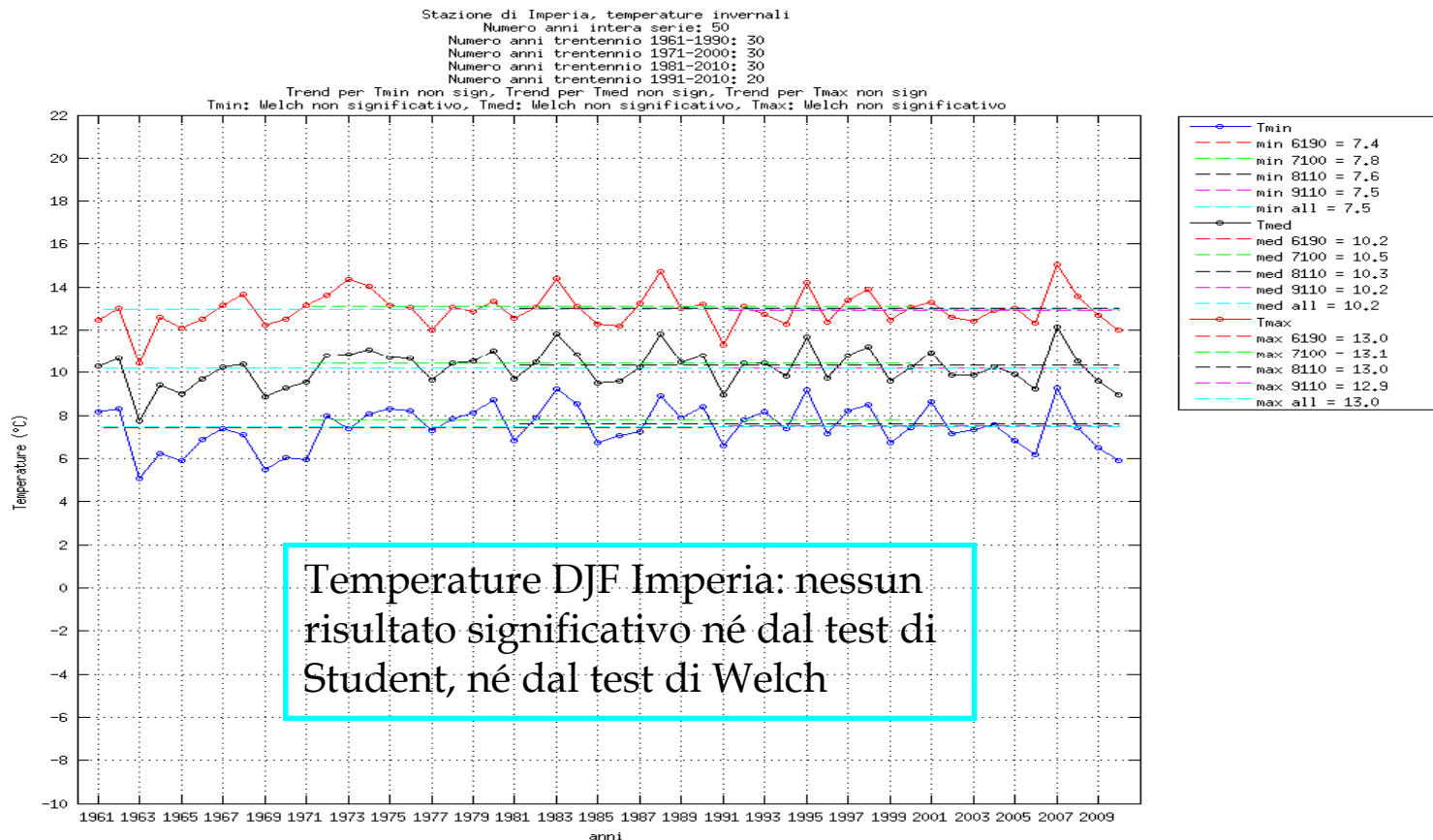
Sezione Tabellare (Grafici+Tabelle)

Precipitazione e Temperatura

- Grafici di temperature e precipitazioni medie mensili su 1961-90, 1971-00, 1981-10 di temperatura e precipitazione
- Tabella con T_{\min} e T_{\max} assolute, valore massimo della T_{\min} , valore minimo della T_{\max} , massimo assoluto precipitazione in 24h e forse anche a 1h, 3h, 6h, 12h



Alcuni esempi di quanto finora fatto: temperature (1)



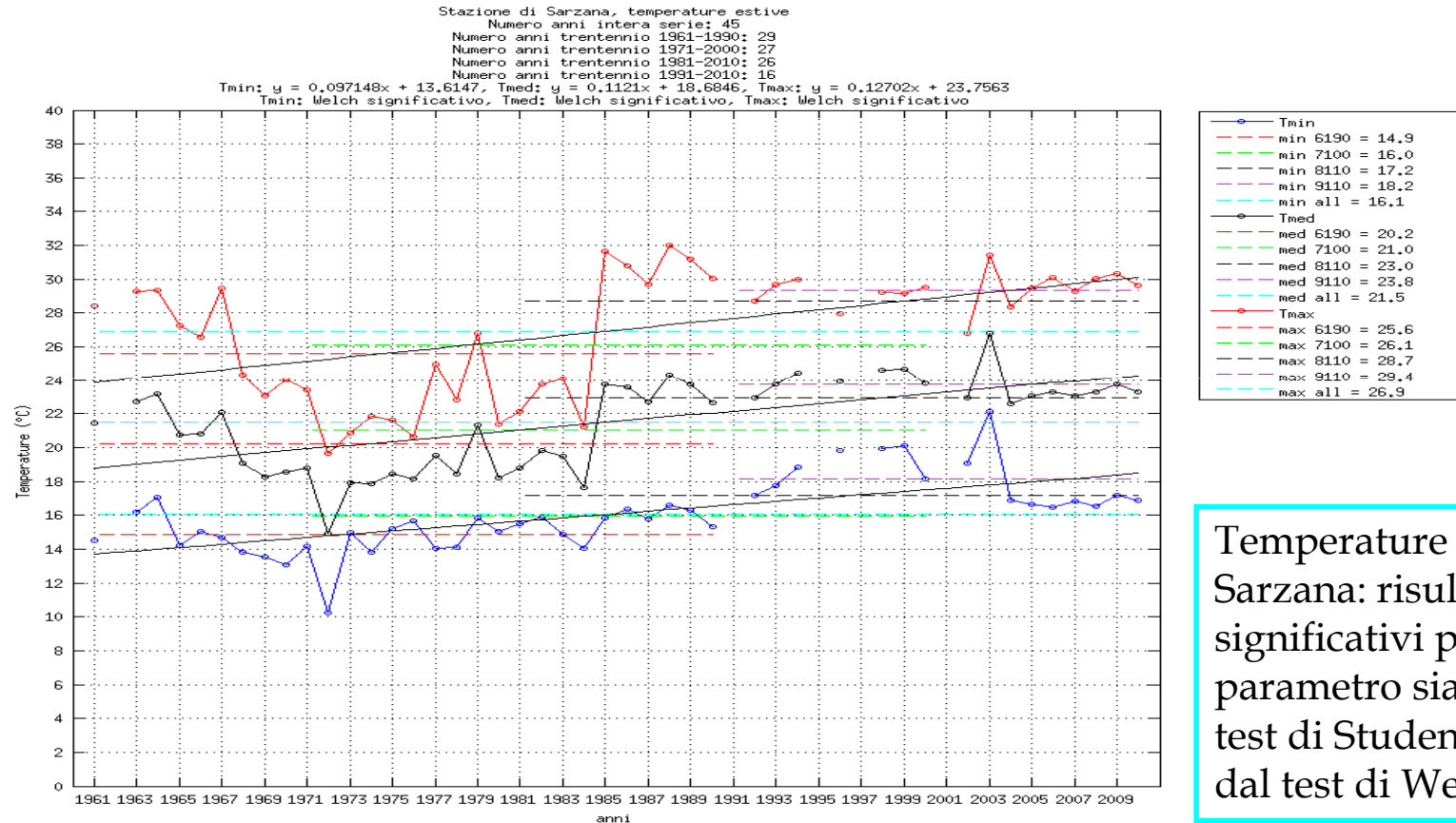


MARITTIMO - IT FR - MARITIME
TOSCANA - LIGURIA - SARDEGNA - CORSE



RESEAU POUR L'ENVIRONNEMENT DANS L'ESPACE MARITIME
RETE DI TUTELA AMBIENTALE NELLO SPAZIO MARITTIMO

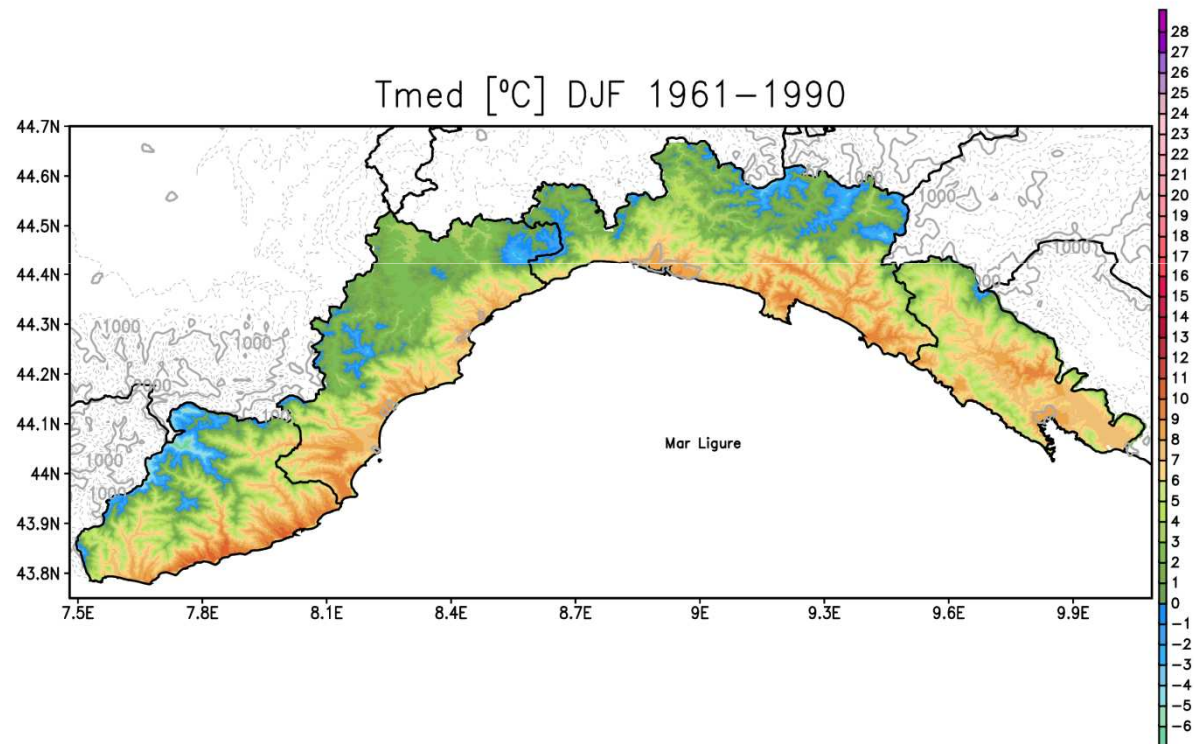
Alcuni esempi di quanto finora fatto: temperature (2)



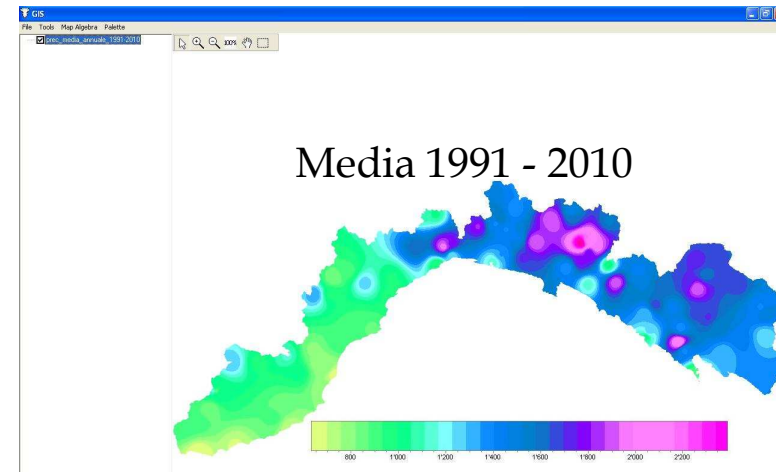
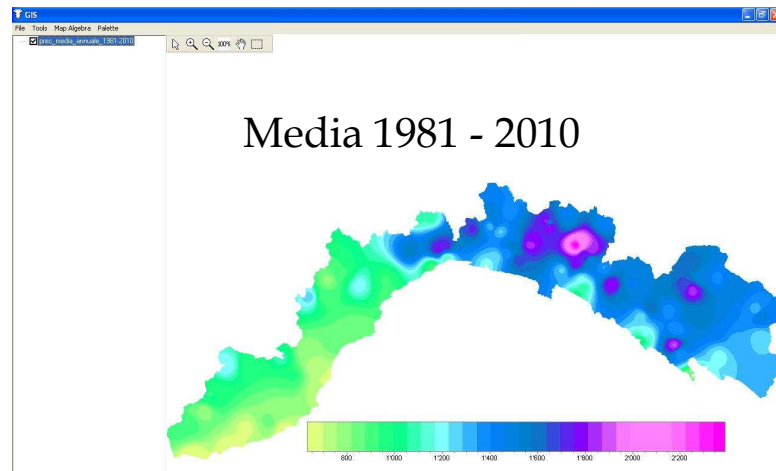
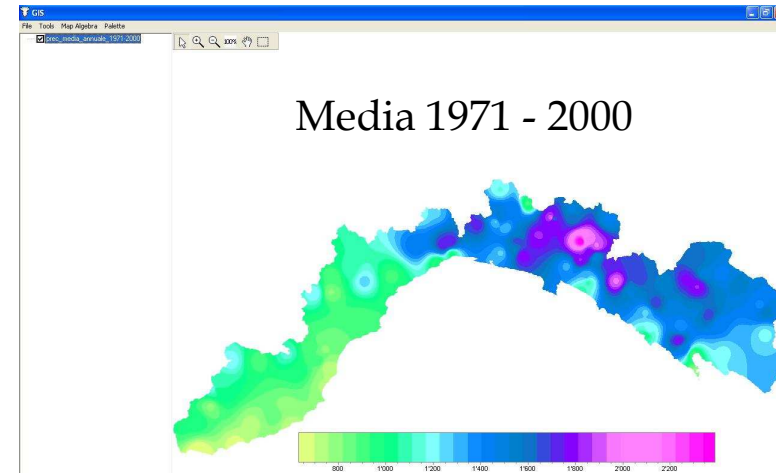
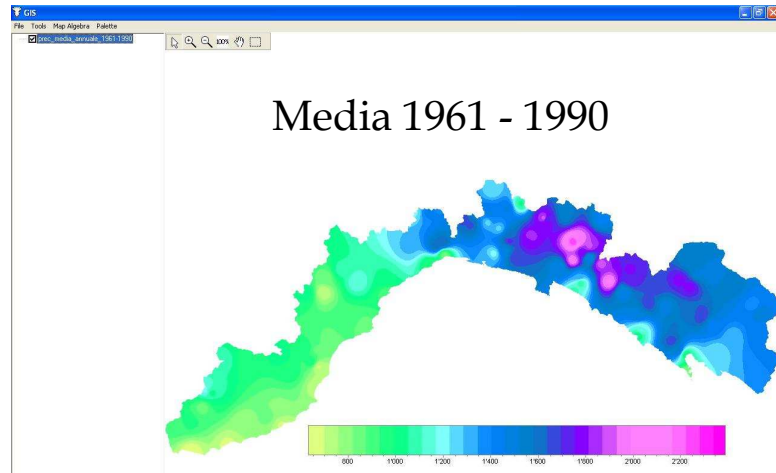
Temperature JJA
 Sarzana: risultati
 significativi per ogni
 parametro sia dal
 test di Student, sia
 dal test di Welch



Alcuni esempi di quanto finora fatto: temperature (3)



Alcuni esempi di quanto finora fatto: precipitazioni





Bibliografia test di omogeneità

Alexandersson H, 1986. A homogeneity test applied to precipitation data.
J. Climatol., 6, 661-675.

Alexandersson H, Moberg A. 1997. Homogenization of Swedish temperature data.
Part 1: homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climatology* 17: 25–34.

Tuomenvirta H 2002. Homogeneity Testing and Adjustment of Climatic Time Series in Finland
Geophysica, 38(1-2), 15-41





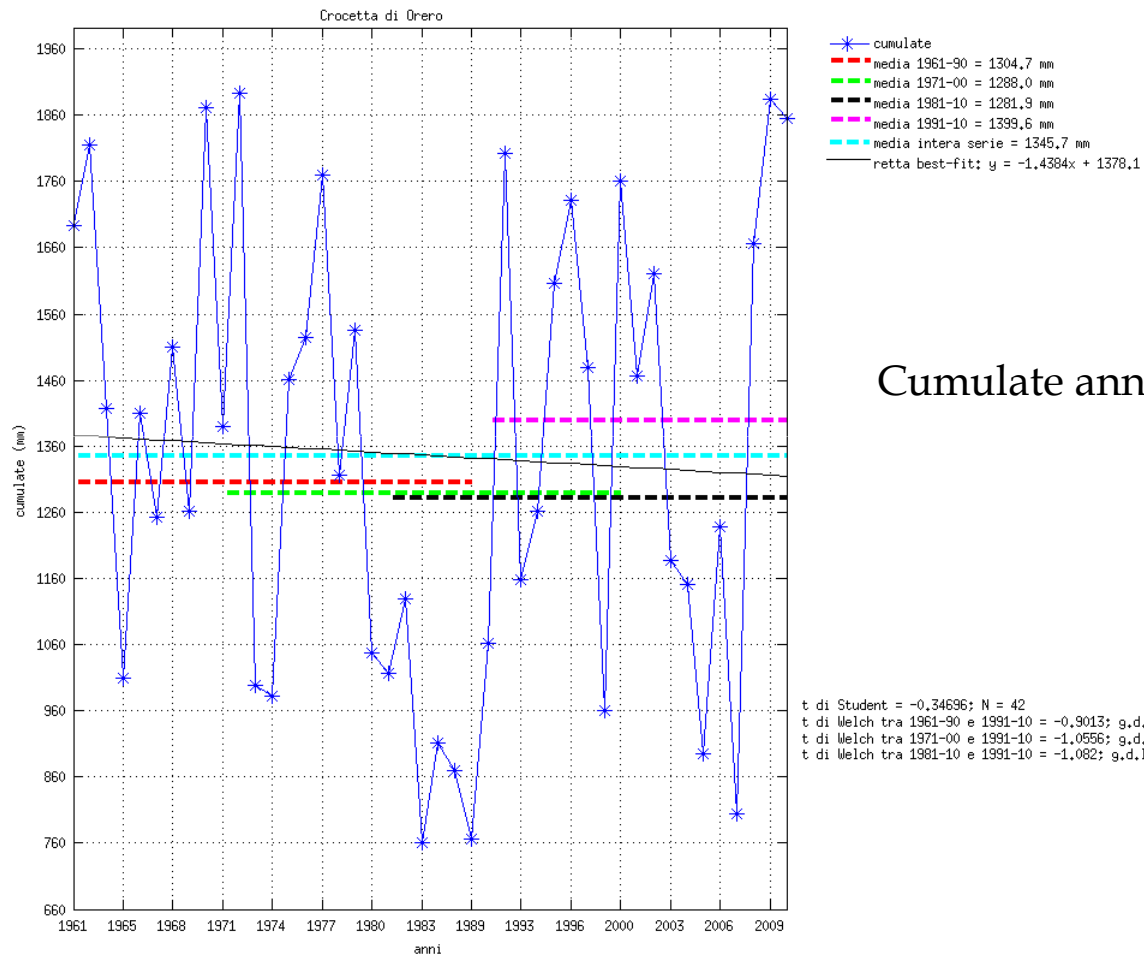
Grazie per l'attenzione!

Programma cofinanziato con il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Programme cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional





Cumulate annuali Crocetta d'Orero

Test di Student per la verifica della significatività di trend calcolati su base lineare

$$r = \frac{\text{cov}(x, y)}{s_x s_y} \quad t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Tavola della t di Student. Valori di t_p^g dove g sono i gradi di libertà

g	p	0.75	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995	0.9995
1		1.00000	3.07768	6.31375	12.70620	31.82052	63.65674	636.61925
2		0.81650	1.88562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484	31.59905
3		0.76489	1.63775	2.35338	3.18245	4.54070	5.84091	12.92398
4		0.74070	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60410	8.61030
5		0.72669	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03216	6.86883
6		0.71756	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743	5.95882
7		0.71114	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948	5.40790
8		0.70639	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539	5.04131
9		0.70272	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984	4.78091
10		0.69981	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927	4.58689
11		0.69745	1.36343	1.79588	2.20099	2.71808	3.10581	4.43698
12		0.69548	1.35622	1.78229	2.17881	2.68100	3.05454	4.31779
13		0.69383	1.35017	1.77093	2.16037	2.65031	3.01228	4.22083
14		0.69242	1.34503	1.76131	2.14479	2.62449	2.97684	4.14045
15		0.69120	1.34061	1.75305	2.13145	2.60248	2.94671	4.07277
16		0.69013	1.33676	1.74588	2.11991	2.58349	2.92078	4.01500
17		0.68920	1.33338	1.73961	2.10982	2.56693	2.89823	3.96513
18		0.68836	1.33039	1.73406	2.10092	2.55238	2.87844	3.92165
19		0.68762	1.32773	1.72913	2.09302	2.53948	2.86093	3.88341
20		0.68695	1.32534	1.72472	2.08596	2.52798	2.84534	3.84952
21		0.68635	1.32319	1.72074	2.07961	2.51765	2.83136	3.81928
22		0.68581	1.32124	1.71714	2.07387	2.50832	2.81876	3.79213
23		0.68531	1.31946	1.71387	2.06866	2.49987	2.80734	3.76763
24		0.68485	1.31784	1.71088	2.06390	2.49216	2.79694	3.74540
25		0.68443	1.31635	1.70814	2.05954	2.48511	2.78744	3.72514
26		0.68404	1.31497	1.70562	2.05553	2.47863	2.77871	3.70661
27		0.68368	1.31370	1.70329	2.05183	2.47266	2.77068	3.68959
28		0.68335	1.31253	1.70113	2.04841	2.46714	2.76326	3.67391
29		0.68304	1.31143	1.69913	2.04523	2.46202	2.75639	3.65941
30		0.68276	1.31042	1.69726	2.04227	2.45726	2.75000	3.64596
40		0.68067	1.30308	1.68385	2.02108	2.42326	2.70446	3.55097
60		0.67860	1.29582	1.67065	2.00030	2.39012	2.66028	3.46020
120		0.67654	1.28865	1.65765	1.97993	2.35782	2.61742	3.37345
∞		0.67449	1.28155	1.64485	1.95996	2.32635	2.57583	3.29053

Test di Welch per la verifica della significatività della differenza dei valori medi calcolati sui due periodi 1991-2010 e 1961-1990

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

Tavola della t di Student. Valori di t_p^g dove g sono i gradi di libertà

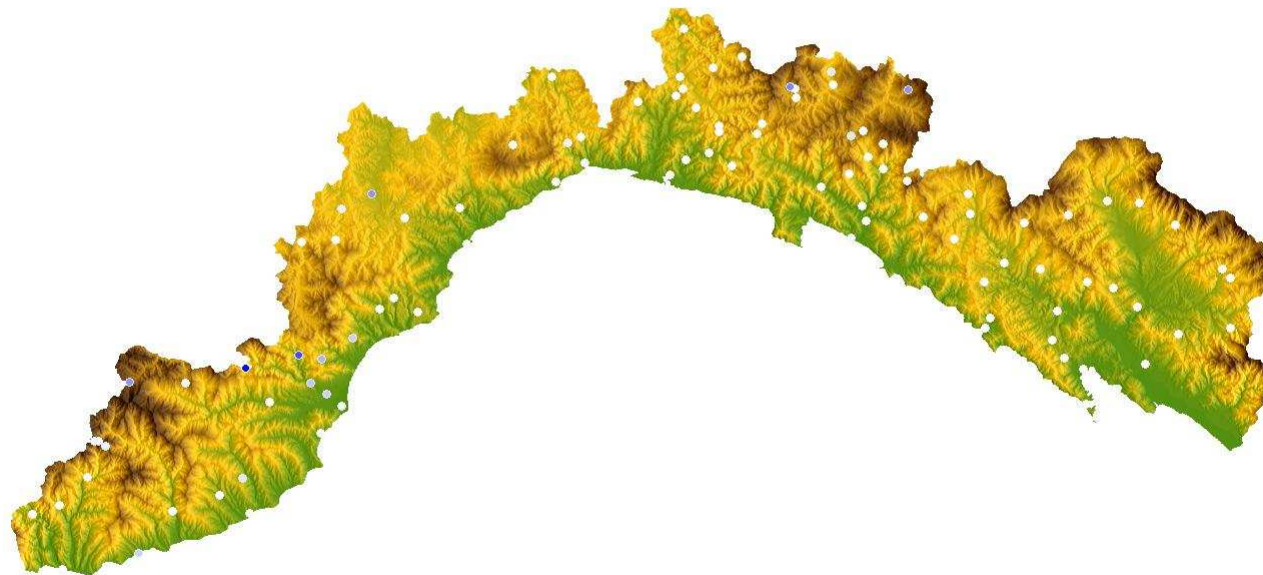
g	p	0.75	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995	0.9995
1		1.00000	3.07768	6.31375	12.70620	31.82052	63.65674	636.61925
2		0.81650	1.88562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484	31.59905
3		0.76489	1.63775	2.35338	3.18245	4.54070	5.84091	12.92398
4		0.74070	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60410	8.61030
5		0.72669	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03216	6.86883
6		0.71756	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743	5.95882
7		0.71114	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948	5.40790
8		0.70639	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539	5.04131
9		0.70272	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984	4.78091
10		0.69981	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927	4.58689
11		0.69745	1.36343	1.79588	2.20099	2.71808	3.10581	4.43698
12		0.69548	1.35622	1.78229	2.17881	2.68100	3.05454	4.31779
13		0.69383	1.35017	1.77093	2.16037	2.65031	3.01228	4.22083
14		0.69242	1.34503	1.76131	2.14479	2.62449	2.97684	4.14045
15		0.69120	1.34061	1.75305	2.13145	2.60248	2.94671	4.07277
16		0.69013	1.33676	1.74588	2.11991	2.58349	2.92078	4.01500
17		0.68920	1.33338	1.73961	2.10982	2.56693	2.89823	3.96513
18		0.68836	1.33039	1.73406	2.10092	2.55238	2.87844	3.92165
19		0.68762	1.32773	1.72913	2.09302	2.53948	2.86093	3.88341
20		0.68695	1.32534	1.72472	2.08596	2.52798	2.84534	3.84952
21		0.68635	1.32319	1.72074	2.07961	2.51765	2.83136	3.81928
22		0.68581	1.32124	1.71714	2.07387	2.50832	2.81876	3.79213
23		0.68531	1.31946	1.71387	2.06866	2.49987	2.80734	3.76763
24		0.68485	1.31784	1.71088	2.06390	2.49216	2.79694	3.74540
25		0.68443	1.31635	1.70814	2.05954	2.48511	2.78744	3.72514
26		0.68404	1.31497	1.70562	2.05553	2.47863	2.77871	3.70661
27		0.68368	1.31370	1.70329	2.05183	2.47266	2.77068	3.68959
28		0.68335	1.31253	1.70113	2.04841	2.46714	2.76326	3.67391
29		0.68304	1.31143	1.69913	2.04523	2.46202	2.75639	3.65941
30		0.68276	1.31042	1.69726	2.04227	2.45726	2.75000	3.64596
40		0.68067	1.30308	1.68385	2.02108	2.42326	2.70446	3.55097
60		0.67860	1.29582	1.67065	2.00030	2.39012	2.66028	3.46020
120		0.67654	1.28865	1.65765	1.97993	2.35782	2.61742	3.37345
∞		0.67449	1.28155	1.64485	1.95996	2.32635	2.57583	3.29053

$$v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2} \right)^2}{\frac{s_1^4}{N_1^2 v_1} + \frac{s_2^4}{N_2^2 v_2}}$$

Meteo Map

Variable Edit Show POINTS GRID CLIMATE DEM TIN Zoom Export

PUNTI - Precipitazione (mm) - Mean Giornaliera - 31/07-31/07



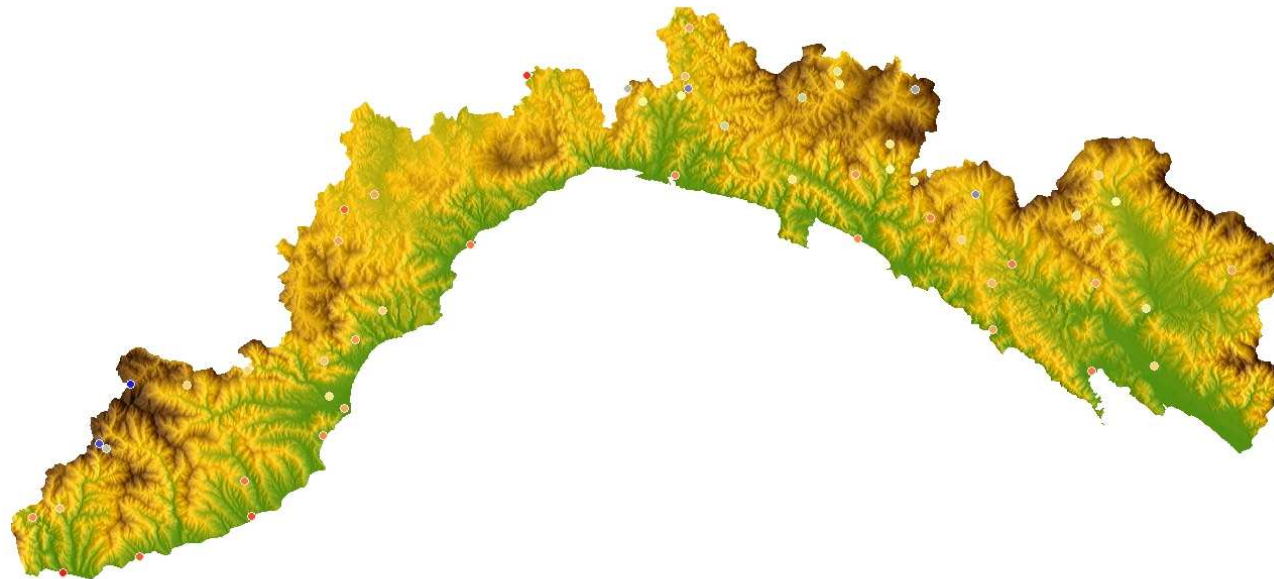
X: 501758.6 Y: 4905070



Meteo Map [Icons]

Variable Edit Show POINTS GRID CLIMATE DEM TIN Zoom Export

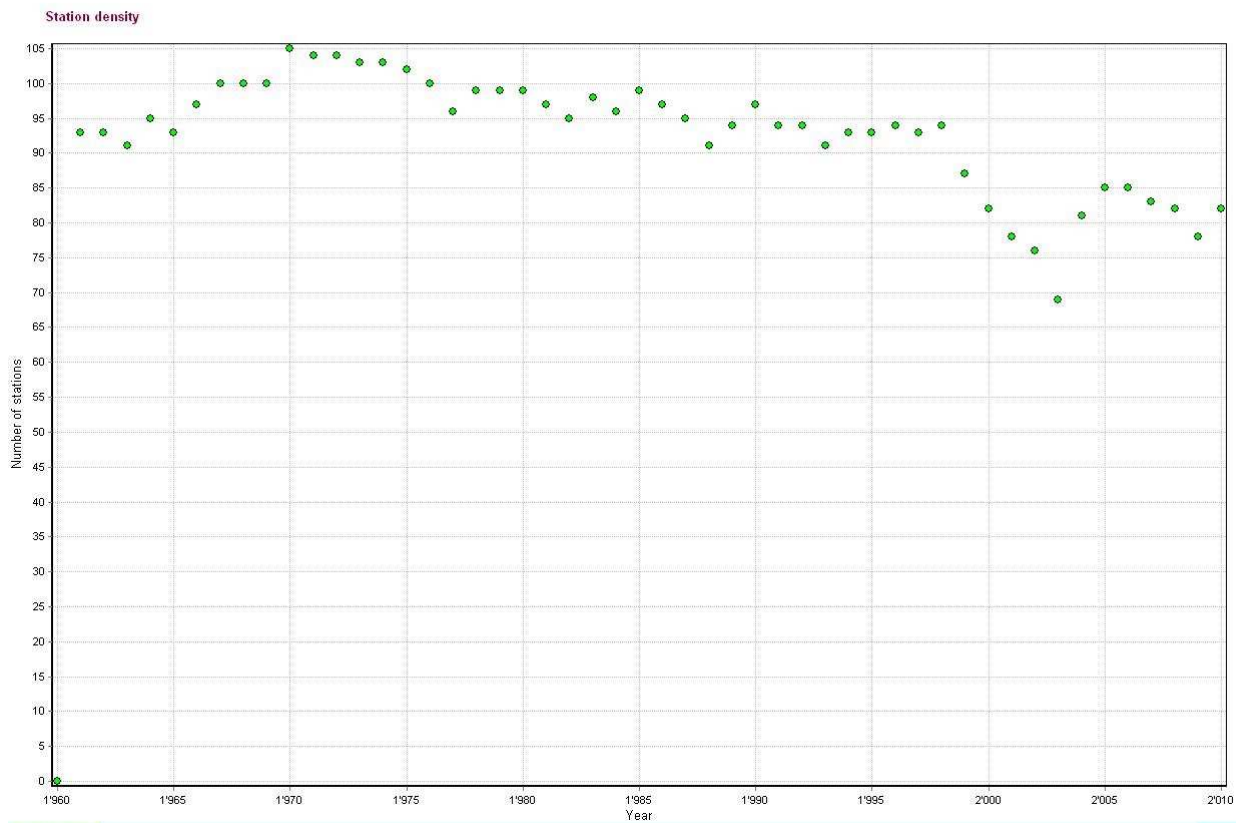
[Icons] PUNTI - Temperatura media (°C) - 31/07/1980



X: 538768.3 Y: 4976296

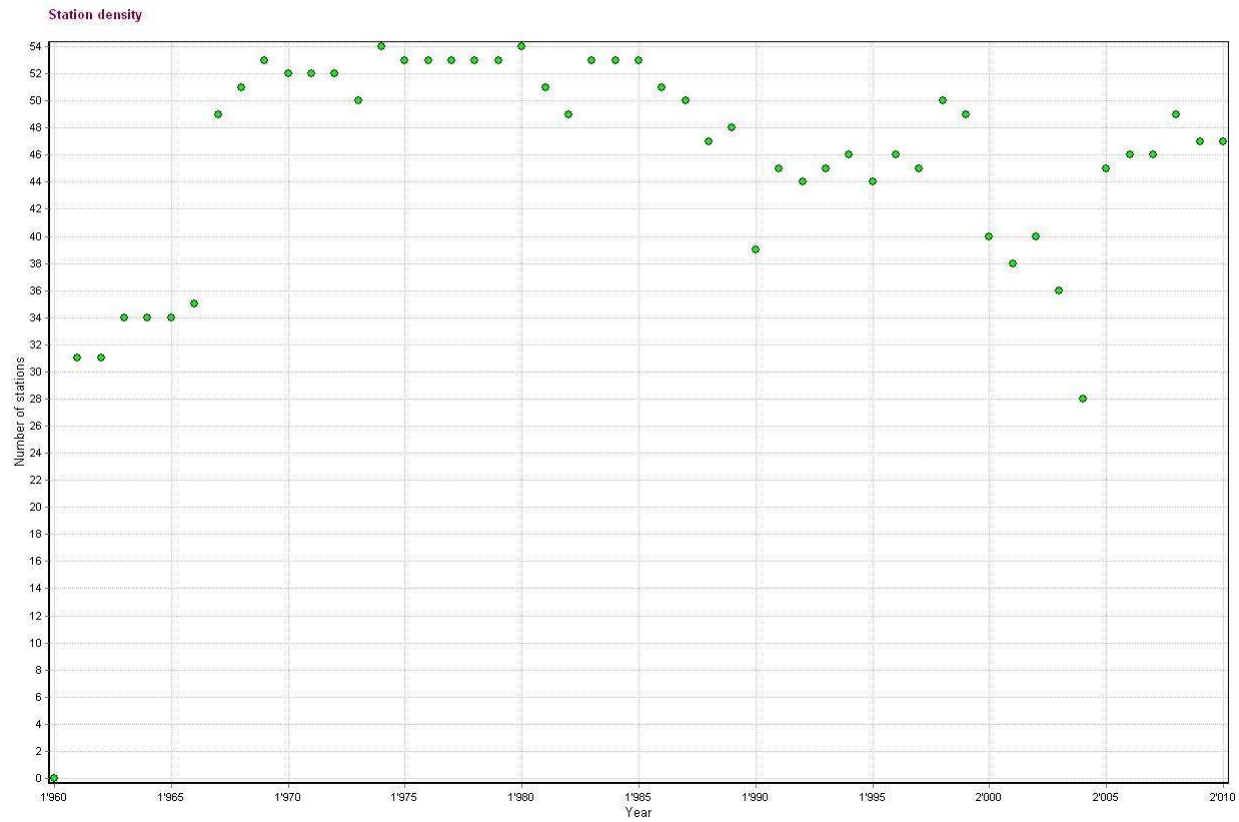


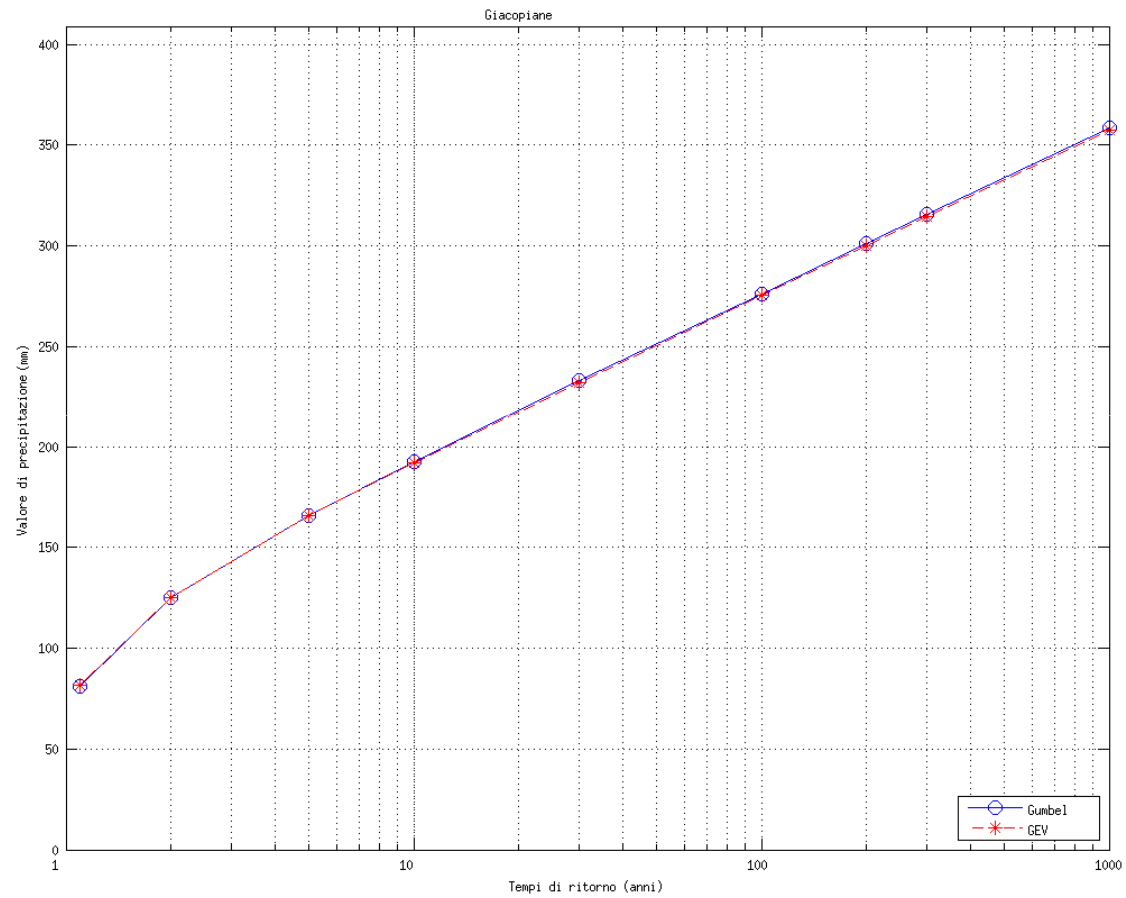
Precipitazioni

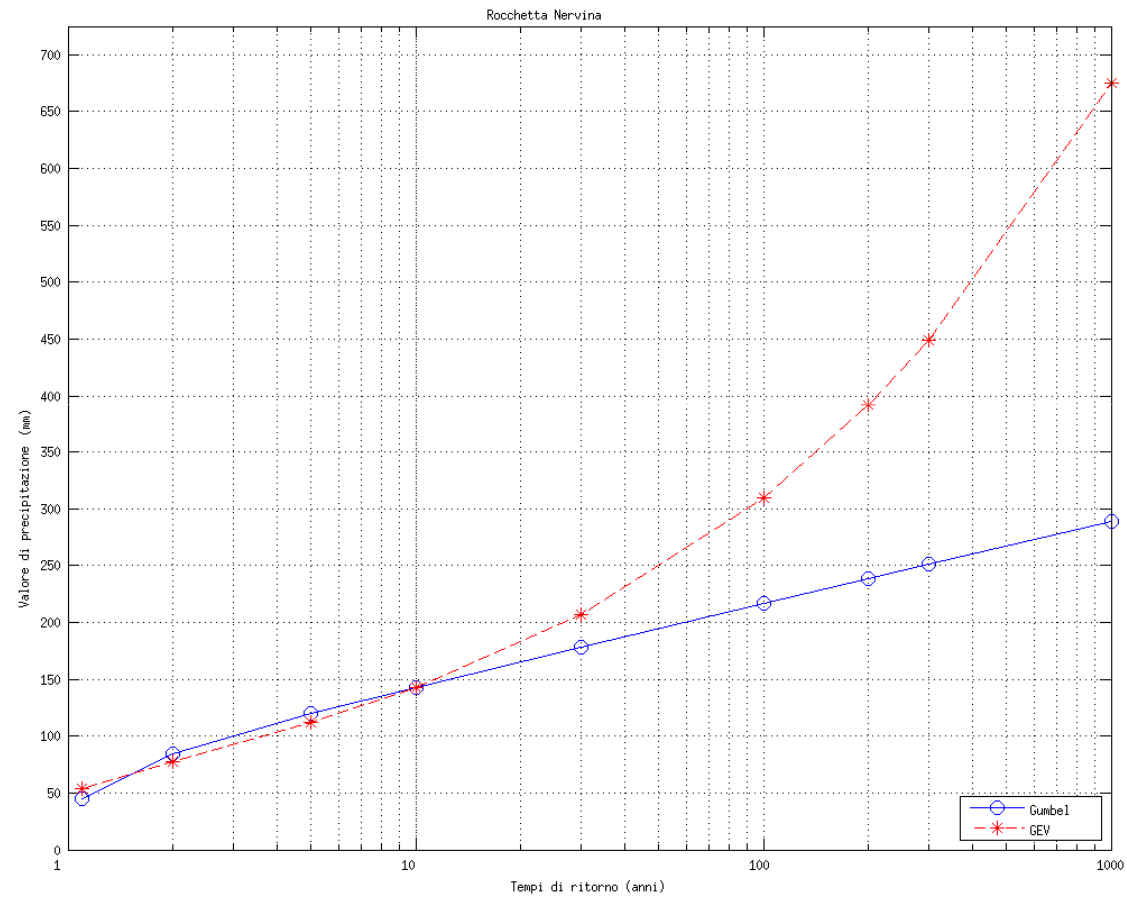


Graph Edit

Temperature







$$x_p = -d \ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right) + \mu \quad d = \sigma \frac{\sqrt{6}}{\pi} \quad F = \exp \left(-\exp \left(-\frac{1}{\sigma} (x_p - \mu) \right) \right)$$

$$x_p = \mu_E + \frac{\sigma_E}{k} \left[-1 + \frac{1}{\{\ln[T/(T-1)]\}^k} \right] \quad F = \exp \left(- \left[1 + k \left(\frac{x_p - \mu_E}{\sigma} \right) \right]^{-1/k} \right)$$

μ_E posizione

σ_E scala

k forma