LIFE SEC ADAPT PROJECT

Upgrading Sustainable Energy Communities in Mayor Adapt initiative by planning Climate Change Adaptation strategies

CLIMATE BASELINE ASSESSMENT REPORT

Municipality of Fabriano

LIFE SEC ADAPT
LIFE14 CCA/IT/000316

PROGRAMME	LIFE 2014 – 2020 – Climate Change Adaptation
PROJECT ACRONYM	LIFE SEC ADAPT
PROJECT CODE	LIFE14/CCA/IT/00036
TITLE	Current Climate Baseline Assessment Report
ACTION/TASK RELATED	A.1
DATE OF DELIVERY	31/10/2016
VERSION	Final
AUTHOR(S)	Pian. Ter. Giovanni Vicentini Consulente del Comune di Fabriano

Table of Contents

Executive summary in English 4
Executive summary in national language 5
1. Introduzione 6
1.1 L'obiettivo del progetto Life Sec Adapt 6
1.2 Azione A1: definizione della Baseline climatica a livello locale 6
2. Comune di Fabriano: il contesto geografico e climatico 7
3. Selezione delle serie storiche climatiche e controllo di qualità 11
3.1 Metodologia di analisi dei trend climatici 13
4. Analisi dei trend delle anomalie climatiche 16
4.1 L'analisi del trend delle precipitazioni 16
4.2 L'analisi del trend delle temperature 19
5. Analisi degli indici climatici 31
5.1 L'analisi degli indici climatici relativi alle temperature 31
5.2 L'analisi degli indici climatici relativi alle precipitazioni 40
6. Riferimenti 46

Executive summary in English

The trend of the multi annual series of maximum temperatures seems quite well defined and with a good statistical significance. The trend is generally increasing, particularly on an annual basis and in the second and third quarter (spring and summer). As regards the minimum temperatures, the Mann-Kendall test highlights a situation without a great statistical reliability; during the second and third quarter the trends are growing while in the first and the forth ones and on an annual basis are decreasing or stationary (however with a very low angular coefficient). Regarding the average temperatures the situation is dual: on one hand the temperatures are increasing on an annual basis and during the hottest months of the year (summer and spring); on the other hand the cold months (winter and autumn) are facing a stationary trend.

The indices calculated on temperatures give a clear and evident signal on what is happening at a local level: the situation is still split. During the summer period the maximum and minimum temperatures are significantly increasing. All the parameters describe this trend in the same way (SU25 Summer Days, SU30 Hot Days, TX90P Warm Days, WSDI, TR20 Tropical Nights, TN90P Warm Nights). During the winter period the situation is opposite, because the number of days with rigid climatic conditions is growing, as underlined by two parameters: FD0 Frost Days and TN10P Cold Nights.

From a first evaluation of the multi annual trend of precipitations the data highlights a reduction along the series, both on an annual basis and for three quarters (except in autumn). Regarding the statistical significance of these trends, only for the second quarter and for the whole year the coefficient is acceptable. The reduction is generally more evident for the first quarter.

The precipitations indices confirm the decreasing, also for the extreme events. On one hand the number of days without significant precipitations is reducing and also the number of consecutive dry days. On the other hand the daily peaks and the precipitations in days with very intense rainfalls are decreasing. The same behaviour for the number of days with more than 20 millimetres of precipitations. As a final consideration, despite the reduction of daily peaks, the average precipitations in wet days is increasing, denoting a diffusion of an intermediate situation, which could be even worst.

Executive summary in national language

L'andamento pluriennale delle temperature massime sembra piuttosto ben definito e con una buona significatività statistica, con un trend di crescita (molto evidente su base annua e nel periodo primaverile ed estivo). Per quanto concerne le temperature minime, il test di Mann-Kendall evidenzia una situazione tendenzialmente priva di significatività statistica; si rileva comunque un incremento del trend nel secondo e terzo trimestre (in parallelo a quanto avviene per le temperature massime) ma una stazionarietà nel periodo invernale e autunnale. Per le temperature medie i dati evidenziano una duplice situazione: d'un lato il coefficiente Tau mostra un chiaro andamento di incremento delle temperature medie su base annua e per il periodo primaverile ed estivo; dall'altro si evince una sostanziale assenza di tendenza nel primo ed ultimo trimestre, ad indicare un andamento stazionario nel periodo autunnale-invernale.

Gli indici calcolati sulle temperature danno un chiaro ed evidente segnale di quanto sta avvenendo nel territorio comunale. Si verificano in particolare due trend apparentemente opposti, ma assolutamente compatibili tra loro. Da un lato un trend di crescita delle temperature estreme nel periodo estivo, con valori crescenti di giorni con temperature massime superiori a 25°C (SU25), a 30°C (SU30), al 90° percentile del trentennio di riferimento (TX90P) e con successioni di giorni con temperature molto elevate sempre più marcate (WSDI). Si verifica inoltre un incremento del numero di giorni con temperatura minima superiore a 20°C (TR20) e superiore al 90° percentile del trentennio di riferimento (TN90P). Parallelamente, si verifica un inasprimento del numero di giornate di gelo nel periodo invernale, con una crescita del numero di giorni con temperatura minima < di 0°C (FD0) e al 10°percentile del trentennio di riferimento (TN10P).

Da una prima valutazione dell'andamento pluriennale delle precipitazioni si evince un trend di decremento nella serie storica (sia su base annua che per tre trimestri, con l'unica eccezione del periodo autunnale). Dal punto di vista della significatività dei risultati, tuttavia, solo per il periodo primaverile e per l'analisi su base annua il valore è accettabile. I dati evidenziano un calo molto più marcato nel primo trimestre (inverno) rispetto agli altri periodi considerati.

Gli indici climatici calcolati sulle precipitazioni confermano una situazione di tendenziale riduzione delle precipitazioni, anche in forma estrema e parallelamente un incremento dei periodi di siccità, anche prolungata. I picchi giornalieri di precipitazioni (RX 1 Day), la sommatoria delle precipitazioni nei giorni con piogge maggiori del 95° percentile sul trentennio di riferimento (R95p) e il numero di giorni con precipitazioni intense (R20) sono tutti in calo, avvalorando la prima tesi. Viceversa, il numero di giorni consecutivi senza piogge significative (CDD) è in moderato incremento. E' interessante comunque notare come l'intensità media delle piogge nei giorni con più di 1 mm di precipitazioni (SDII) stia aumentando. Il fenomeno sta quindi assumendo un'intensità intermedia, che può anche risultare più problematica della presenza di alcuni brevi picchi. Tutti gli indici analizzati hanno tuttavia una bassa significatività statistica; nessuno di loro ha un valore del *p_value* inferiore a 0,05.

1. Introduzione

1.1 L'obiettivo del progetto Life Sec Adapt

Il principale obiettivo del progetto Life Sec Adapt è quello di contribuire all'incremento della resilienza dei territori e facilitare la transizione verso un'economia delle aree urbane a minor intensità energetica, più efficiente e legata in modo decrescente alle fonti fossili.
Gli sforzi di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici, intrapresi dalle Autorità Locali, sono necessari per creare adeguate condizioni di sostenibilità nel medio-lungo periodo, anche attraverso l'adesione e l'attiva partecipazione all'iniziativa europea del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, finalizzata all'integrazione delle politiche energetiche ed ambientali nelle strategie e nelle azioni locali.
Il progetto Life Sec Adapt mira inoltre all'adozione e all'implementazione di un modello di sviluppo di Comunità Energeticamente Sostenibili, supportando l'attivazione di una governance della variabile climatica, dando avvio ad un processo virtuoso di adattamento al cambiamento climatico nelle Autorità Locali, con il supporto ed il coordinamento delle autorità regionali e delle agenzie di sviluppo regionale.

1.2 Azione A1: definizione della Baseline climatica a livello locale

In accordo con le linee guida della Commissione Europea sullo sviluppo di strategie di adattamento {SWD (2013) 134 final}, 17 Comuni della Regione Marche e dell'Istria, hanno definito una baseline climatica per l'adattamento dei loro territori, includendo serie storiche significative per delineare i trend in atto.
La baseline, sviluppata da tutti i Comuni, include l'analisi dei trend climatici a livello locale, i quali vengono confrontati con le serie storiche, per avere una conoscenza più approfondita delle caratteristiche climatiche del territorio. La metodologia è stata sviluppata dal partner IDA, prendendo in considerazione alcuni spunti dal progetto LIFE ACT.
L'azione A1 intende inoltre creare una base comune di conoscenze sui processi di cambiamento climatico in atto a livello locale, da condividere sia con la componente politica che con quella tecnica all'interno delle amministrazioni comunali, beneficiari del progetto. Viene pertanto realizzata una valutazione della baseline climatica che evidenzi le interconnessioni con le variabili ambientali e socio-economiche, che verranno adeguatamente indagate nell'analisi dei rischi e delle vulnerabilità.

2. Comune di Fabriano: il contesto geografico e climatico

Il Comune di Fabriano è localizzato geograficamente in una valle circondata dalla catena dell'Appennino Umbro-Marchigiano centrale e della dorsale marchigiana, su cui svettano alcuni monti anche superiori ai mille metri sul livello del mare. Dal monte Maggio ha origine il torrente Giano che attraversa la Città, unendosi presso la frazione di Borgo Tufico al fiume Esino. Il confine orientale del Comune dista circa trentacinque chilometri dalla linea di costa del Mar Adriatico. Il Comune pertanto risente di un duplice effetto microclimatico: da un lato la presenza di una catena montuosa e da una marcata rugosità del territorio e dall'altro la prossimità del mare con il suo effetto di mitigazione.

Il territorio comunale è molto vasto, con una superficie di circa duecentosettantadue chilometri quadrati, ed una densità di popolazione di conseguenza abbastanza contenuta; il centro storico ed abitato sono tuttavia caratterizzati da un'elevata densità edilizia, tipica dei centri di matrice medievale dell'Appennino.

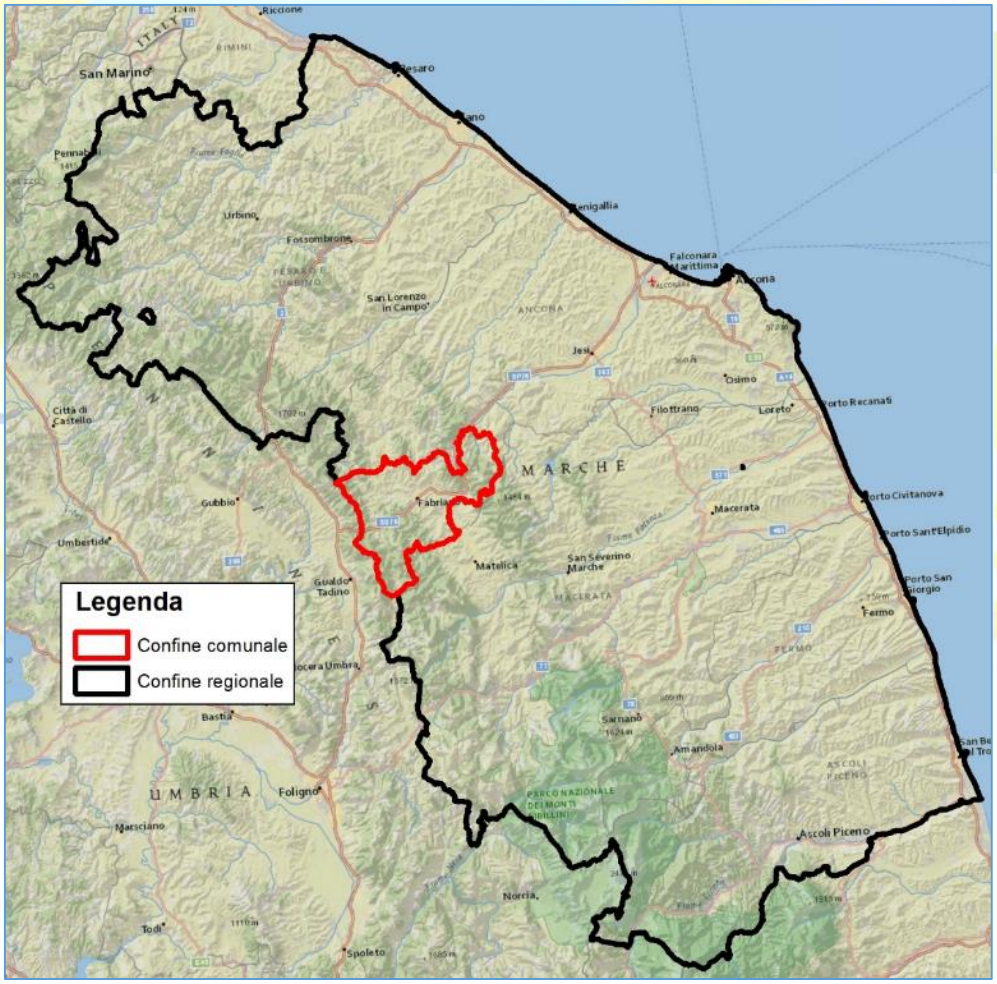


Figura 1 - Inquadramento territoriale del Comune di Fabriano

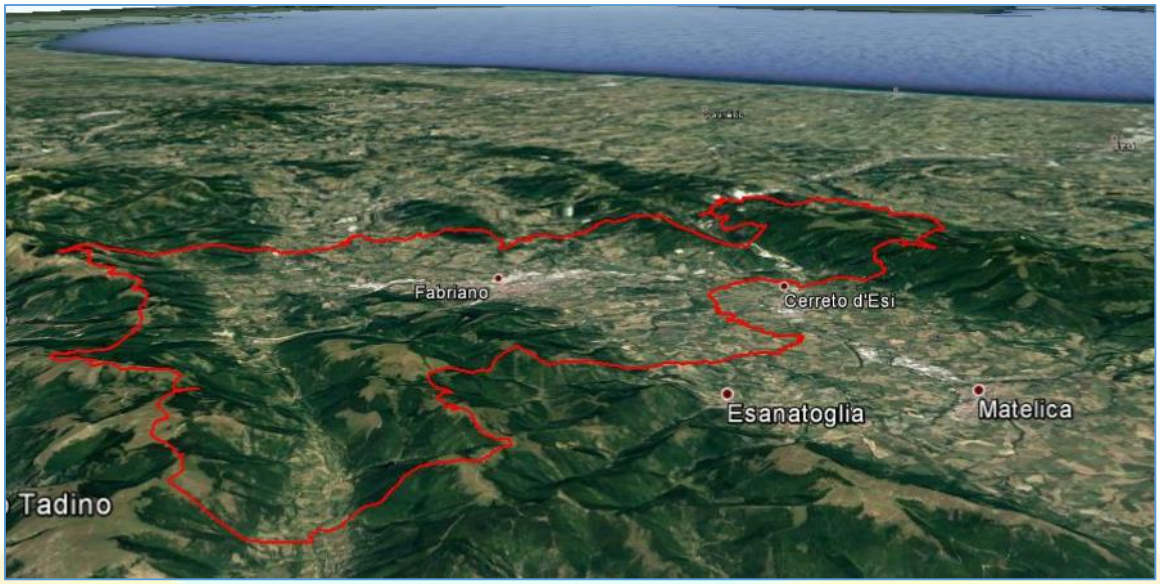


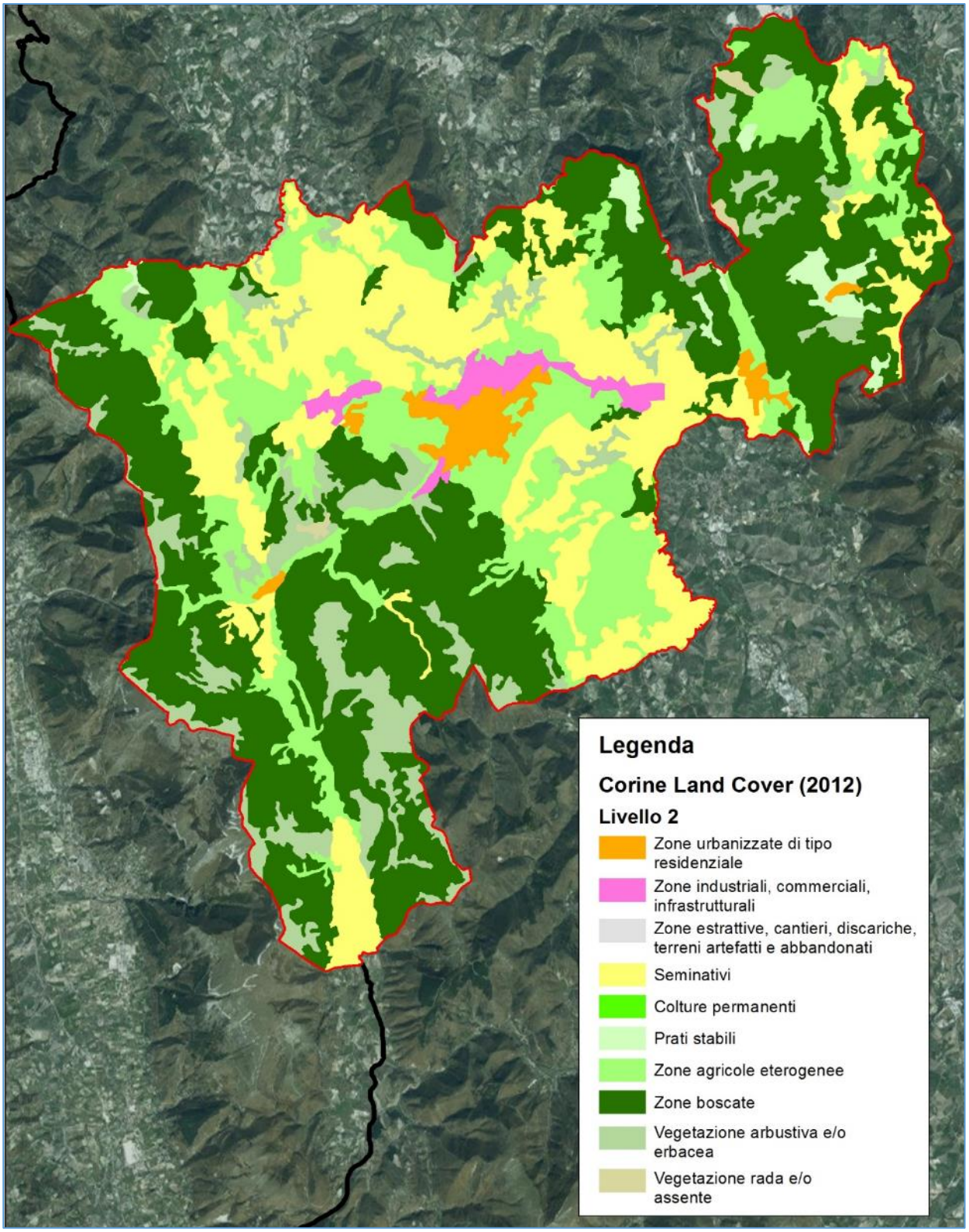
Figura 2 - Inquadramento geomorfologico del Comune di Fabriano

Altezza sul livello del mare (minima; m slm)	**164**
Altezza sul livello del mare (massima; m slm)	**1.410**
Escursione altimetrica (m)	**1.246**
Zona climatica	**Fascia E**
Gradi giorno	**2.198**

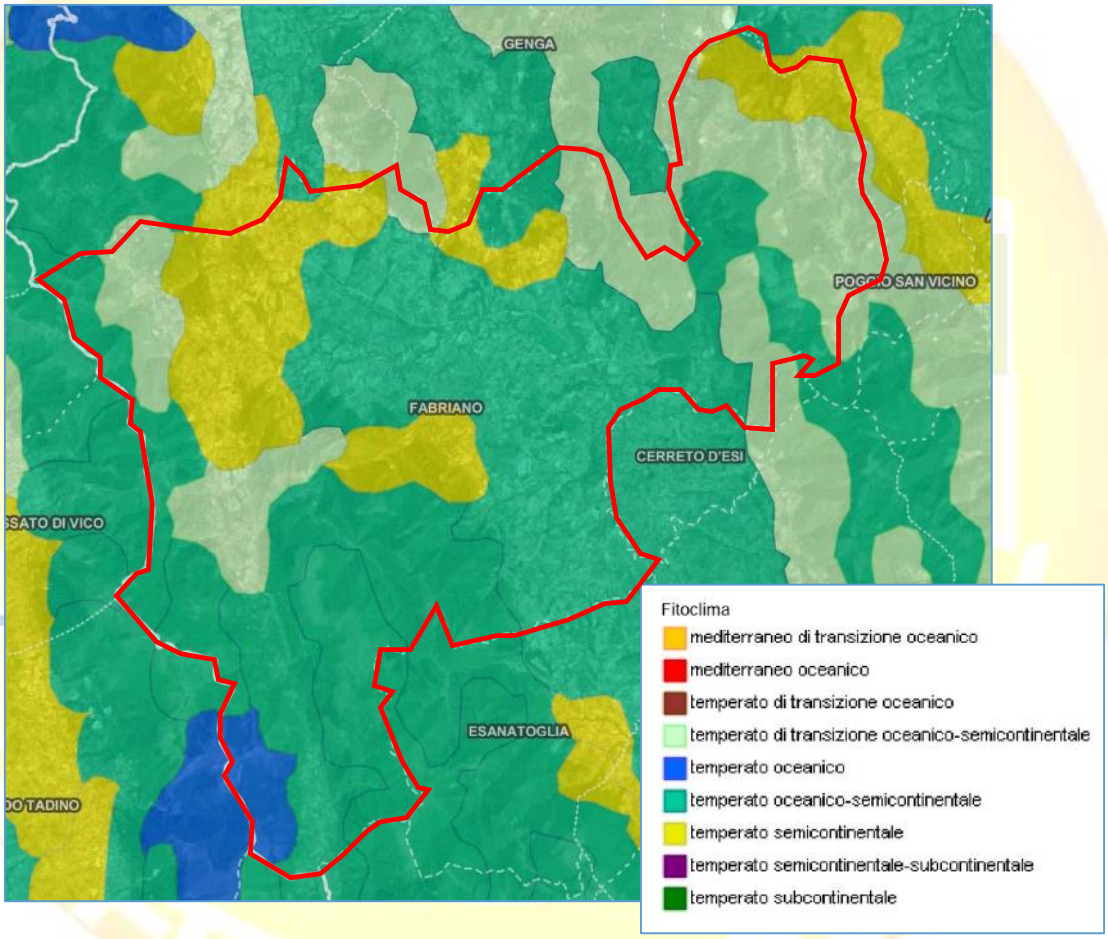
La maggior parte del territorio è occupata da territori boscati e ambienti semi-naturali, che coprono soprattutto le aree a maggiore rugosità e pendenza. Sul territorio vallivo si concentrano invece le superfici agricole utilizzate ed in modo molto concentrato le superfici artificiali. Esse costituiscono infatti solamente il 4% del territorio comunale.

Popolazione (1°gennaio 2016; fonte:DEMOIStat)		**31.480**
Superficie territoriale (km^2)		**272**
Densità demografica (residenti/km^2)		**117**
Corine Land Cover 2012	Superfici artificiali (km^2)	**11**
	Superfici agricole utilizzate (km^2)	**119**
	Territori boscati e ambienti semi-naturali (km^2)	**142**

Nella mappa seguente, elaborata a partire dai dati del progetto Corine Land Cover, aggiornati al 2012, sono state rappresentate le classi di livello 2.


Legenda
Corine Land Cover (2012)
Livello 2
Zone urbanizzate di tipo residenziale
Zone industriali, commerciali, infrastrutturali
Zone estrattive, cantieri, discariche, terreni artefatti e abbandonati
Seminativi
Colture permanenti
Prati stabili
Zone agricole eterogenee
Zone boscate
Vegetazione arbustiva e/o erbacea
Vegetazione rada e/o assente

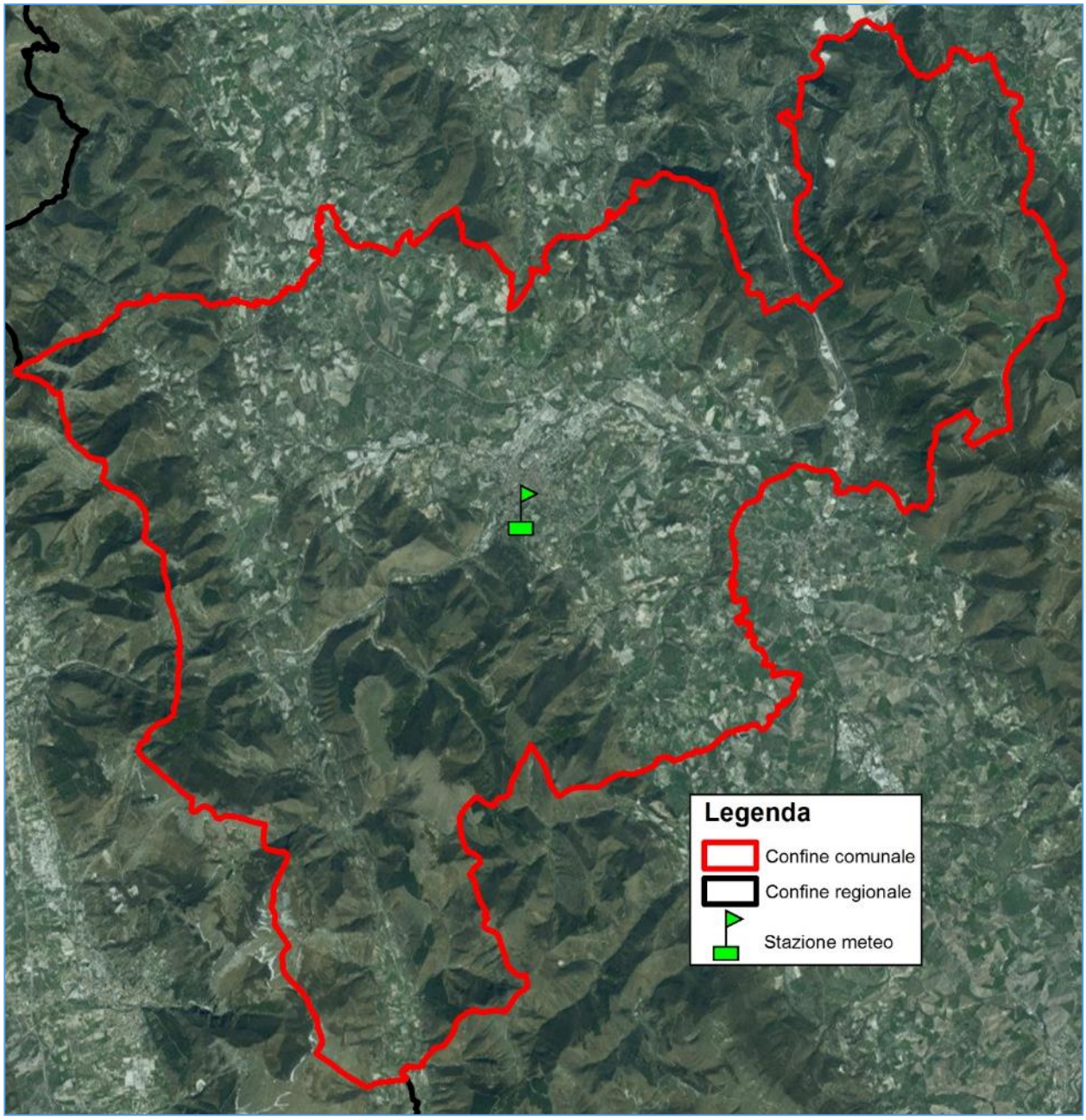
Da un punto di vista climatico il Comune di Fabriano tende ad avere degli inverni molto rigidi, con un clima tendenzialmente di tipo continentale, per effetto della localizzazione in un contesto geomorfologico di tipo montagnoso. Le minime possono raggiungere, anche con una certa frequenza, temperature attorno ai -10°C. Nel periodo estivo, si risente inevitabilmente della latitudine, con periodi molto caldi, ma comunque mitigati dalla vicinanza del mare e dalla presenza delle montagne e di pendii abbastanza accentuati, che creano condizioni di delta termico e di conseguenza favoriscono la formazione di brezze. Per descrivere da un punto di vista climatico la zona di interesse è stato utilizzato la mappa fitoclimatica, messa a disposizione dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.



Sul territorio di Fabriano si rileva la presenza di un fitoclima temperato, con la compresenza di aree a fitoclima temperato semicontinentale, oceanico - semicontinentale, oceanico e di transizione oceanico – semicontinentale.

3. Selezione delle serie storiche climatiche e controllo di qualità

La serie storica dei dati climatici che viene utilizzata per il Comune di Fabriano è stata gentilmente fornita dal Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Marche. Essa è infatti incaricata della raccolta e archiviazione delle serie climatiche registrate dalla rete meteorologica regionale. Nella Città di Fabriano è localizzata una stazione meteorologica a 357 metri sul livello del mare, in via Cappuccini 5, presso la sede dell'Istituto Tecnico Agrario Statale "G.Vivarelli".



Nome stazione	**Fabriano**
Quota (m slm)	**357**
Parametri principali analizzati	**Eliofania, Precipitazione, Radiazione solare, Temperatura, Umidità, Velocità e direzione del vento**
Strumentazione	**Di tipo elettronico**
Serie storica disponibile	**1961 - 2015 (per i dati di temperatura massima e minima)**
	1951 - 2008 (per i dati delle precipitazioni)
Frequenza del dato	**Giornaliera**
Numero di anni coperto dai rilievi	**55 anni (per i dati di temperatura massima e minima)**
	58 anni (per i dati delle precipitazioni)

La serie storica ha subito un'interruzione poiché la stazione meteorologica di Fabriano è stata sottoposta ad una ristrutturazione, a partire dal 2009. I dati degli ultimi anni, per quanto concerne il rilievo della temperatura, fanno riferimento comunque alla stazione meteorologica localizzata nel centro abitato di Fabriano. Il rilievo delle precipitazioni si interrompe viceversa al 2008, poiché i dati relativi agli anni successivi sono inconsistenti. Il numero di anni coperto dai rilievi è comunque estremamente significativo per realizzare delle analisi di trend, anche in virtù del dettaglio su base giornaliera.
I dati che vengono utilizzati per le analisi climatiche sono i seguentI:

Variabile climatica analizzata	Unità di misura
Precipitazioni	mm/giorno
Temperatura minima	°C
Temperatura massima	°C

Per calcolare la temperatura media si è provveduto al calcolo della semplice media aritmetica tra il valore minimo e massimo delle temperature giornaliere.
Nelle serie storiche alcuni dati sono mancanti, e sono stati indicati con un valore di default. Nelle analisi dei trend essi verranno considerati come "Null value". Si tratta comunque di percentuali molto piccole.

Variabile climatica analizzata	% Null values
Precipitazioni	0%
Temperatura minima	0,4%
Temperatura massima	0,4%

3.1 Metodologia di analisi dei trend climatici

A livello metodologico, sono stati dapprima analizzati i trend in atto delle variabili climatiche in possesso del Comune di Fabriano, valutandone la significatività statistica e l'intensità con l'ausilio di procedure consolidate a livello internazionale (test Mann-Kendall, per il calcolo dei coefficienti *Tau* e *p_value* e valutazione del modello di regressione non parametrica *Theil-Sen slope*). Successivamente sono stati calcolati alcuni indici climatici, particolarmente interessanti nella valutazione del cambiamento climatico a livello locale.

Analisi dell'anomalia dei trend delle principali variabili climatiche

Nell'analisi dei trend climatici sono stati dapprima calcolati i parametri medi di riferimento, relativi al CLINO (trentennio 1971-2000), riportati a titolo informativo nella tabella seguente. I parametri medi di riferimento sono stati calcolati su cinque periodi temporali: per l'anno solare e per le quattro stagioni climatiche (inverno, primavera, estate, autunno). Per le precipitazioni, il calcolo è stato realizzato sull'accumulo annuo o stagionale, mentre per le temperature il calcolo è effettuato sui valori medi annui o stagionali.

Variabile climatica analizzata	CLINO (1971-2000)				
	Anno	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Precipitazioni (mm)	**891**	**206**	**218**	**190**	**275**
Temperatura media (°C)	**13,1**	**5,3**	**11,9**	**21,5**	**13,8**
Temperatura minima (°C)	**7,9**	**1,4**	**6,6**	**14,8**	**9,0**
Temperatura massima (°C)	**18,3**	**9,1**	**17,2**	**28,1**	**18,7**

Utilizzando i dati di riferimento del CLINO è possibile calcolare dei trend per ciascuna delle quattro variabili climatiche, sull'intero periodo di riferimento per il quale si dispone dei dati. Il trend, così calcolato, valuta le anomalie annuali e stagionali, misurate in termini di scarto percentuale sul valore di riferimento per le precipitazioni o di scarto assoluto per le temperature.
I risultati della significatività dei trend vengono espressi attraverso i tre coefficienti *Tau*, *p_value* e *TS slope*. Di seguito si fornisce una breve chiave di lettura, che verrà utilizzata nei paragrafi successivi per l'interpretazione dei dati.

Coefficienti	Interpretazione
Tau	Valori positivi (+) indicano un trend crescente Valori negativi (-) indicano un trend decrescente
p_value	Valori elevati (> del livello di confidenza[1]) indicano un trend non significativo Valori bassi (< del livello di confidenza) indicano un trend significativo
TS slope	Misura l'intensità del trend attraverso la pendenza di una curva di regressione non parametrica. Valori positivi (+) indicano un trend crescente Valori negativi (-) indicano un trend decrescente

Calcolo degli indici climatici

L'analisi degli indici climatici è funzionale all'evidenziazione di alcune dinamiche significative nella valutazione del cambiamento climatico. Gli indici che vengono calcolati sono stati definiti da esperti dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale. Gli indici selezionati sono descritti di seguito; nove sono relativi alle temperature, cinque alle precipitazioni.

Indici climatici analizzati	**Variabile climatica coinvolta**	**Unità di misura**
Valore massimo di precipitazioni in un giorno	Precipitazioni	mm
Precipitazioni annue (solo giorni con precipitazioni > del 95° percentile)	Precipitazioni	mm
Precipitazioni annue totali/numero di giorni umidi (con precipitazioni >= 1mm)	Precipitazioni	mm/giorno
Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazioni < 1mm	Precipitazioni	mm
Numero di giorni con precipitazioni > 20mm	Precipitazioni	giorni
Numero di giorni con temperatura minima <0°C	Temperatura	giorni
Numero di giorni con temperatura massima >25°C	Temperatura	giorni
Numero di giorni con temperatura minima >20°C	Temperatura	Giorni
% di giorni con temperatura minima < 10° percentile	Temperatura	%
% di giorni con temperatura minima > 90° percentile	Temperatura	%
% di giorni con temperatura massima < 10° percentile	Temperatura	%

[1] Il livello di confidenza utilizzato nel test MK per il calcolo del p_value è pari a 0,05.

Indici climatici analizzati	Variabile climatica coinvolta	Unità di misura
% di giorni con temperatura massima > 90° percentile	Temperatura	%
Numero di giorni con temperatura massima >= 30°C	Temperatura	giorni
Numero di giorni consecutivi con temperatura > 90° percentile (minimo 6 giorni consecutivi)	Temperatura	giorni

In seguito al calcolo degli indici climatici si è proceduto alla valutazione del trend, con il calcolo dei parametri statistici già descritti nel paragrafo precedente, ovvero *Tau*, *p_value*, *TS slope* ed il coefficiente della retta di regressione lineare semplice. Questi parametri permetteranno una descrizione approfondita delle serie storiche pluriennali, sia da un punto di vista dell'andamento crescente o decrescente del fenomeno, sia della sua intensità che della significatività statistica del risultato ottenuto.

4. Analisi dei trend delle anomalie climatiche

Di seguito, i trend delle anomalie delle principali variabili climatiche, introdotte nel paragrafo precedente, vengono rappresentate graficamente e vengono descritte in relazione alla loro significatività statistica. Il trend delle anomalie è stato costruito sulla base del rapporto tra il dato annuo o stagionale medio (per le temperature) o cumulato (per le precipitazioni) rilevato dalla stazione meteorologica di Fabriano nell'arco di tutta la serie storica a disposizione del Comune, per il dato medio di riferimento calcolato sul trentennio 1971-2000.

4.1 L'analisi del trend delle precipitazioni

Nell'analisi del trend delle precipitazioni è stato applicato innanzitutto il test di Mann-Kendall. Sono stati ottenuti due coefficienti, *Tau* e *p_value*, i cui risultati vengono evidenziati nella seconda tabella. Nella prima tabella vengono riportati i dati descrittivi delle serie storiche analizzate.

Variabile	Anomalia precipitazioni				
	Annue	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Osservazioni	**58**				
Oss. con dati mancanti	**0**				
Oss. senza dati mancanti	**58**				
Minimo	**69%**	**27%**	**49%**	**31%**	**38%**
Massimo	**142%**	**260%**	**212%**	**222%**	**164%**
Media	**103%**	**113%**	**102%**	**100%**	**99%**
Deviazione std.	**18%**	**45%**	**30%**	**44%**	**30%**

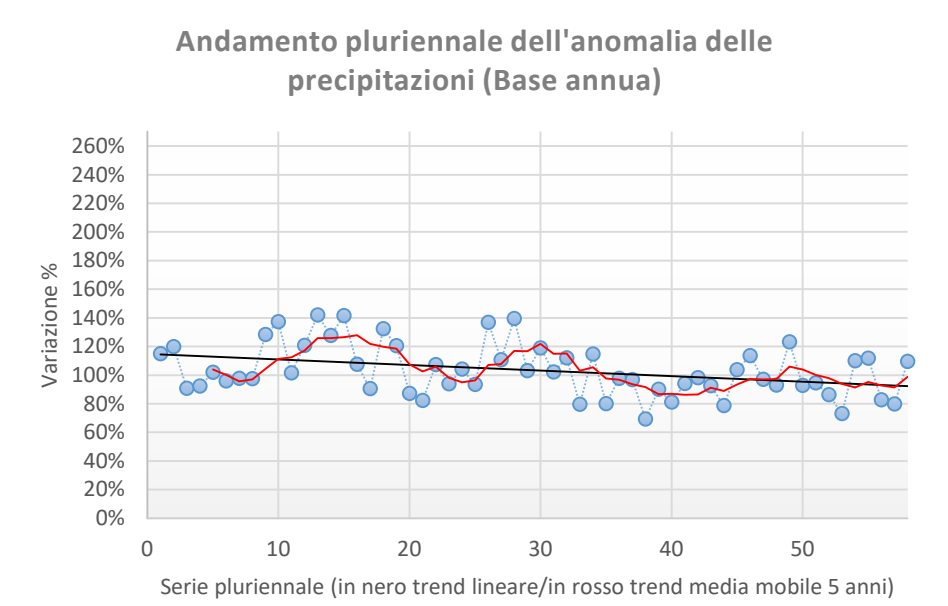
Precipitazioni	Test di Mann-Kendall	
	Tau	*p_value*
Annue	**-0,232**	**0,010**
Inverno	**-0,156**	**0,091**
Primavera	**-0,183**	**0,045**
Estate	**-0,095**	**0,298**
Autunno	**0,002**	**0,983**

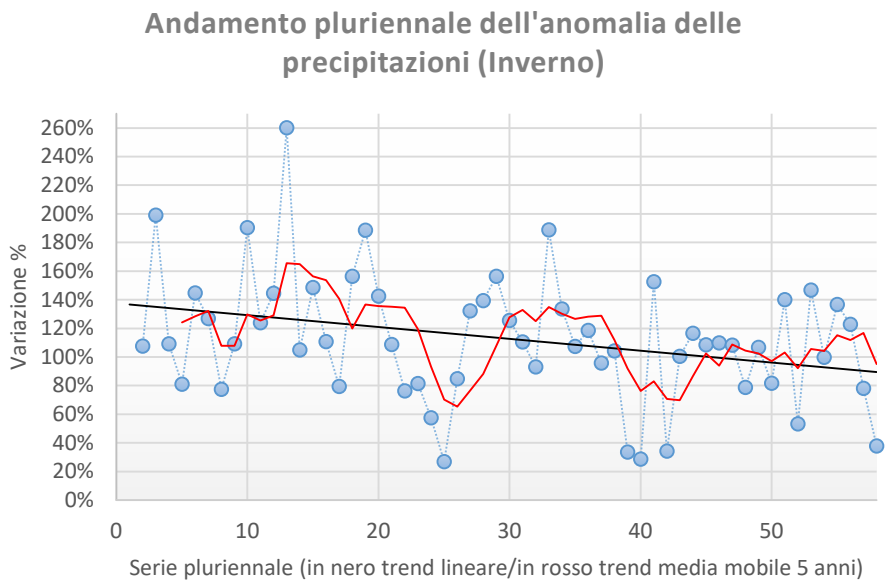
Da una prima valutazione dei risultati si evince che in quattro dei cinque casi i valori del coefficiente *Tau* sono negativi, denotando un trend di decremento delle precipitazioni nella serie storica. Dal punto di vista della significatività dei risultati ottenuti con il test di Mann-Kendall, solo su base annua e per il periodo primaverile il valore è inferiore a 0,05 (livello di confidenza settato), con una buona significatività, mentre nelle altre stagioni i valori sono superiori e pertanto statisticamente meno significativi.

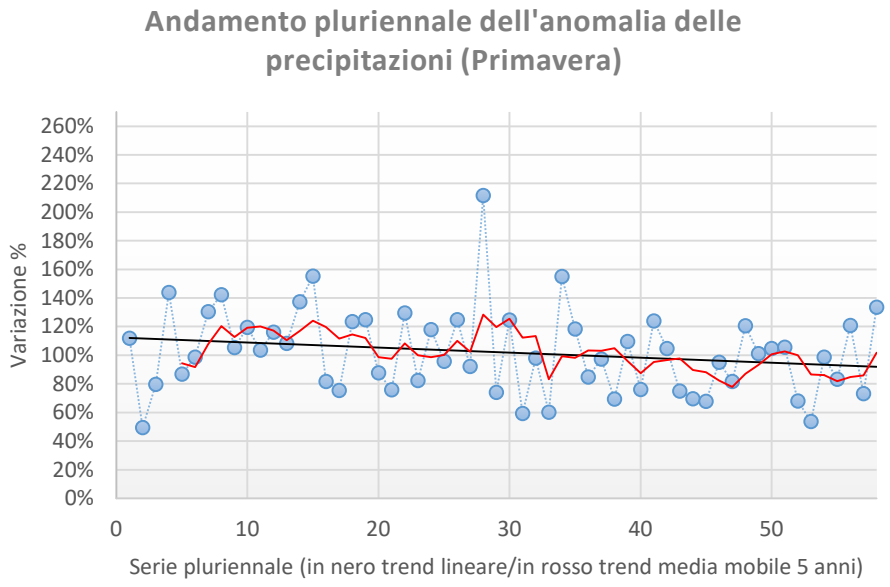
Di seguito si è proceduto alla valutazione dell'intensità dei trend, attraverso il calcolo del coefficiente angolare con un modello di regressione lineare semplice e non parametrico (TS slope). Nei grafici seguenti viene rappresentata solamente la curva di regressione lineare semplice (in nero) e la media mobile utilizzando un periodo di 5 anni (curva rossa).

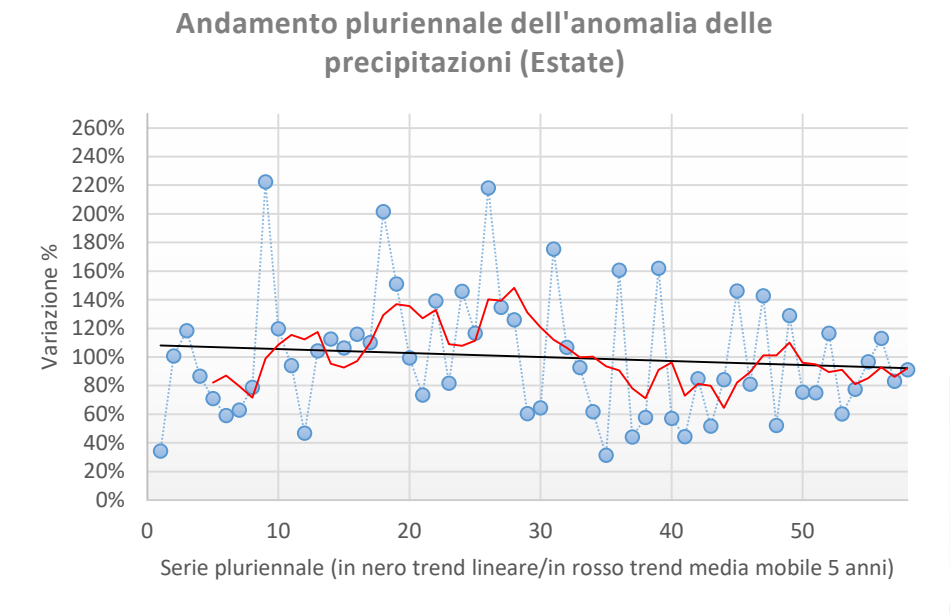
Precipitazioni	Analisi di del trend	
	TS slope	*Regressione lineare*
Annue	**-0,366**	**-0,390**
Inverno	**-0,675**	**-0,827**
Primavera	**-0,372**	**-0,356**
Estate	**-0,197**	**-0,281**
Autunno	**0,014**	**-0,171**

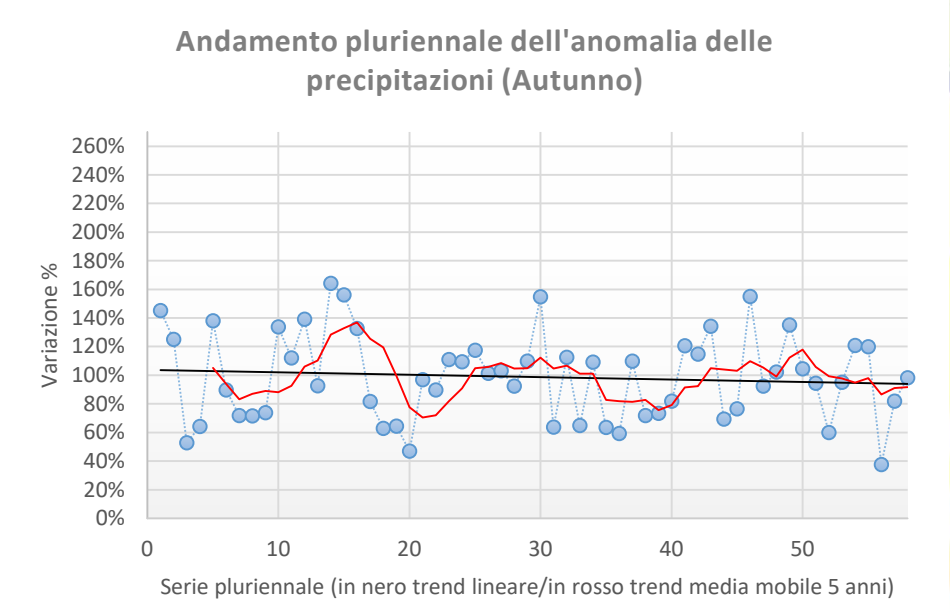
I dati evidenziano un calo molto più marcato nel primo trimestre (inverno) rispetto agli altri periodi considerati. Il calo è comunque importante anche su base annua e per il "periodo primaverile", mentre appare lievemente meno accentuato nel periodo estivo ed in controtendenza nel periodo autunnale (anche se il coefficiente di regressione lineare è negativo).




Andamento pluriennale dell'anomalia delle precipitazioni (Inverno)
Variazione %
260%
240%
220%
200%
180%
160%
140%
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)


Andamento pluriennale dell'anomalia delle precipitazioni (Primavera)
Variazione %
260%
240%
220%
200%
180%
160%
140%
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)





4.2 L'analisi del trend delle temperature

Nell'analisi del trend delle temperature massime, minime e medie è stato applicato, come nel paragrafo precedente, il test di Mann-Kendall. Sono stati ottenuti due coefficienti, *Tau* e *p_value*, i cui risultati vengono evidenziati in tabella. Nella prima tabella vengono riportati i dati descrittivi delle serie storiche analizzate.

Di seguito si è proceduto alla valutazione dell'intensità dei trend, attraverso il calcolo del coefficiente angolare con un modello di regressione lineare semplice e non parametrico (TS slope). Nei grafici seguenti viene rappresentata la curva di regressione lineare semplice e la curva della media mobile calcolata sui 5 anni.

Temperature massime

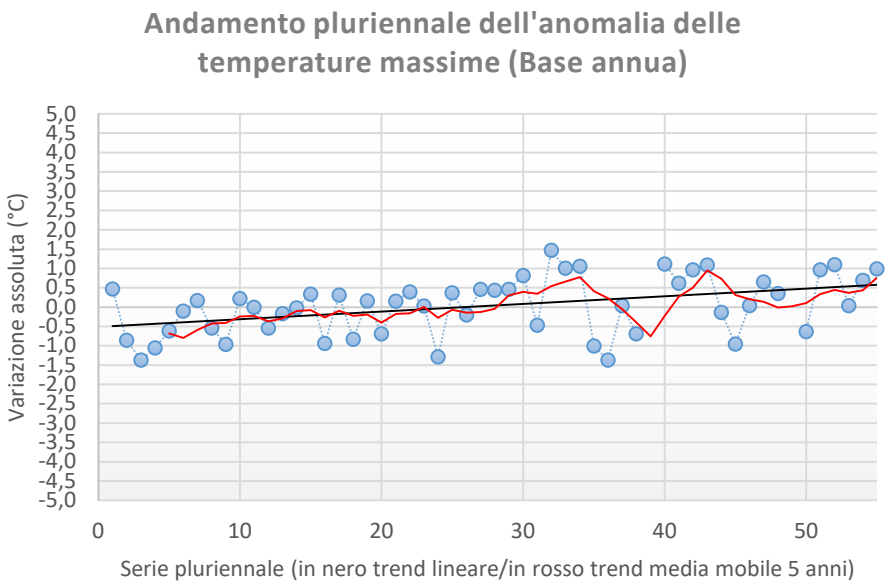
Variabile	Anomalia temperature max.				
	Annue	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Osservazioni	**55**				
Oss. con dati mancanti	**1 (2009)**				
Oss. senza dati mancanti	**54**				
Minimo	**-1,4°C**	**-4,2°C**	**-2,9°C**	**-2,6°C**	**-2,1°C**
Massimo	**+1,5°C**	**+2,2°C**	**+2,0°C**	**+4,3°C**	**+2,6°C**
Media	**0,0°C**	**-0,3°C**	**0,0°C**	**+0,1°C**	**+0,2°C**
Deviazione std.	**0,7°C**	**1,3°C**	**1,2°C**	**1,4°C**	**1,0°C**

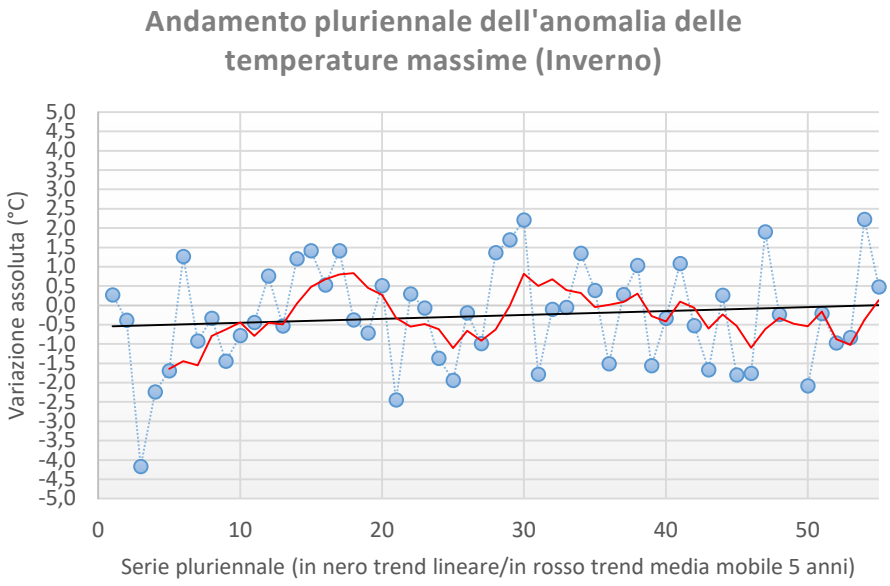
Temp.max	Test di Mann-Kendall	
	Tau	*p_value*
Annue	**0,350**	**0,001**
Inverno	**0,057**	**0,001**
Primavera	**0,293**	**0,002**
Estate	**0,345**	**0,001**
Autunno	**-0,005**	**0,964**

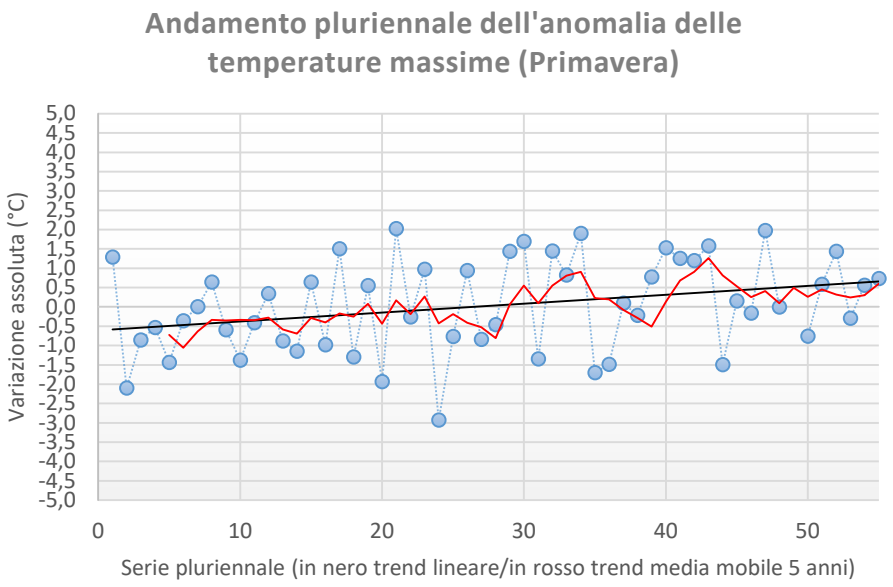
L'andamento pluriennale delle temperature massime sembra piuttosto ben definito e con una buona significatività statistica. Quasi tutti i valori del coefficiente Tau sono positivi, delineando un trend di crescita (molto evidente su base annua e nel periodo primaverile e estivo). La significatività statistica è buona in tutti i casi, con l'unica eccezione della stagione autunnale, per la quale è molto bassa (l'unica stagione con tasso di variazione annua della temperatura negativo).

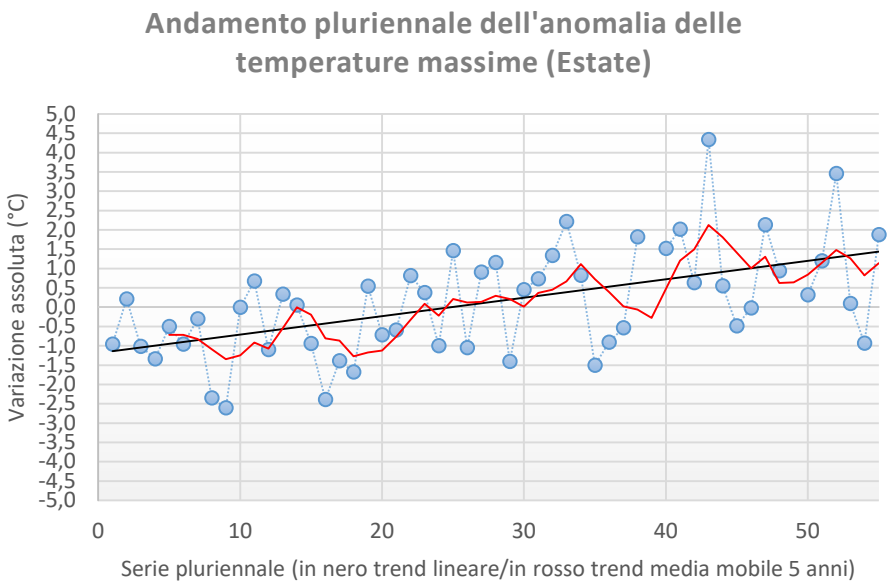
Temp.max	Analisi di del trend	
	Variazione in °C per anno	
	TS slope	*Regressione lineare*
Annue	**+0,023°C**	**+0,020°C**
Inverno	**+0,007°C**	**+0,010°C**
Primavera	**+0,024°C**	**+0,023°C**
Estate	**+0,048°C**	**+0,049°C**
Autunno	**-0,0003°C**	**-0,003°C**

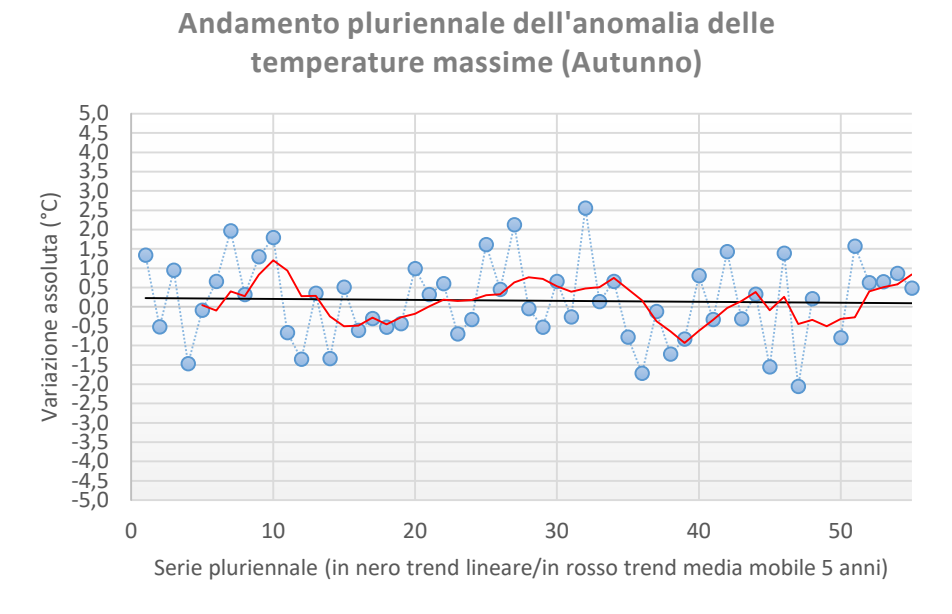
I dati evidenziano un incremento delle temperature massime, generalmente più marcato nel secondo e terzo trimestre (primavera ed estate) rispetto al primo ed al quarto.






Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature massime (Primavera)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)


Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature massime (Estate)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)



Temperature minime

Variabile	Anomalia temperature min.				
	Annue	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Osservazioni	**55**				
Oss. con dati mancanti	**1 (2009)**				
Oss. senza dati mancanti	**54**				
Minimo	**-0,8°C**	**-3,0°C**	**-1,8°C**	**-1,4°C**	**-2,2°C**
Massimo	**+1,3°C**	**+2,9°C**	**+2,1°C**	**+2,8°C**	**+2,7°C**
Media	**+0,1°C**	**-0,3°C**	**0,0°C**	**+0,1°C**	**+0,1°C**
Deviazione std.	**0,5°C**	**1,2°C**	**0,9°C**	**0,8°C**	**1,1°C**

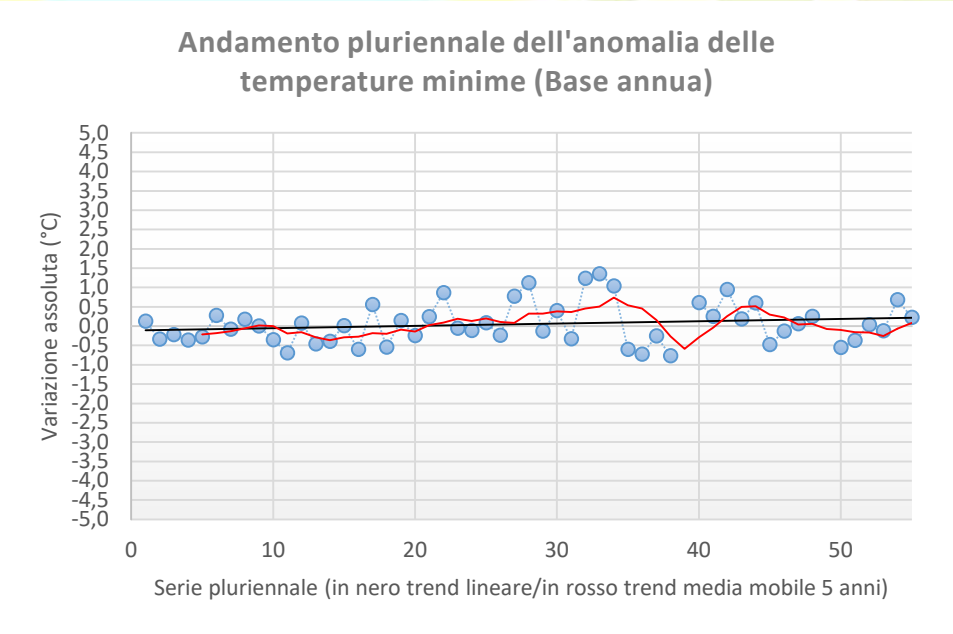
Temp.min	Test di Mann-Kendall	
	Tau	*p_value*
Annue	**0,116**	**0,227**
Inverno	**-0,026**	**0,788**
Primavera	**0,030**	**0,753**
Estate	**0,170**	**0,076**
Autunno	**0,054**	**0,575**

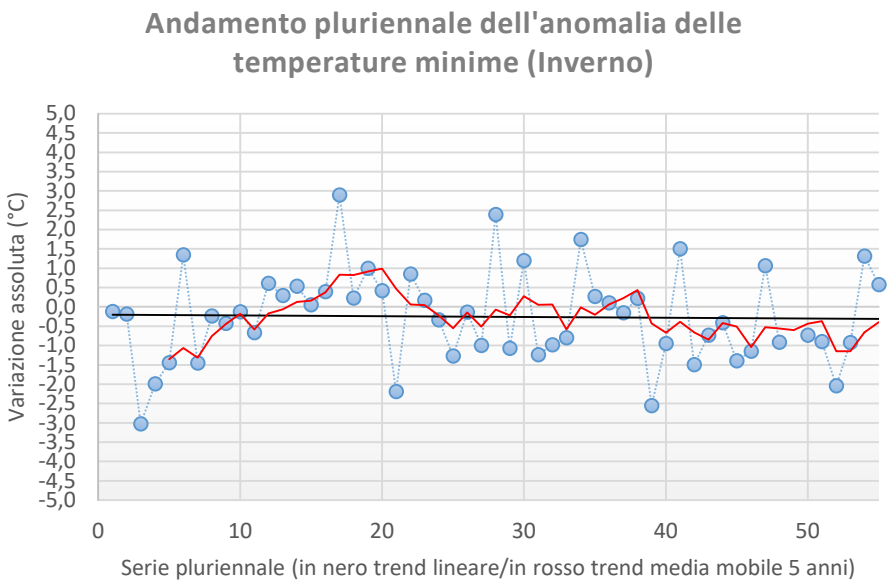
Il test di Mann-Kendall evidenzia una situazione tendenzialmente priva di significatività statistica, poiché i valori del coefficiente *p_value* sono sempre superiori a 0,05. Il coefficiente *Tau* denota

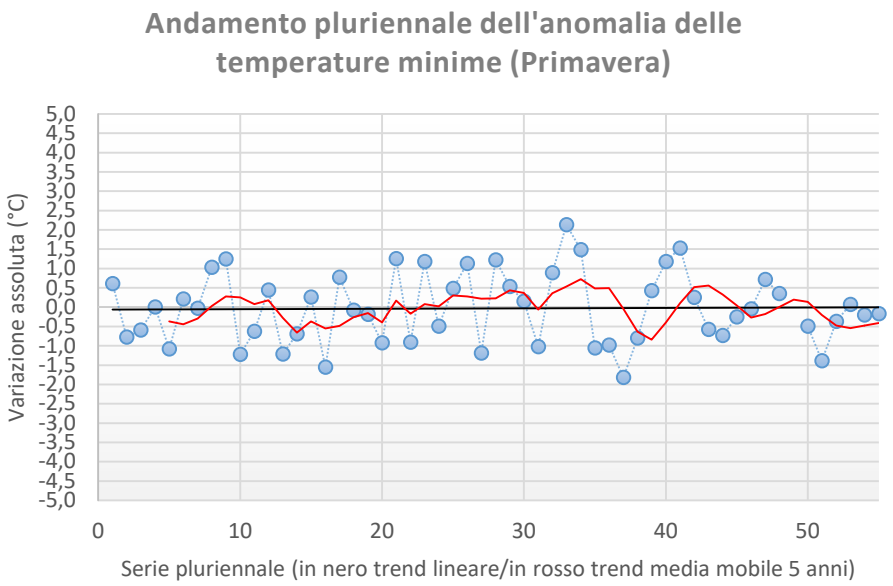
invece un incremento del trend delle temperature minime in tutti i casi, con l'unica eccezione per il periodo invernale.

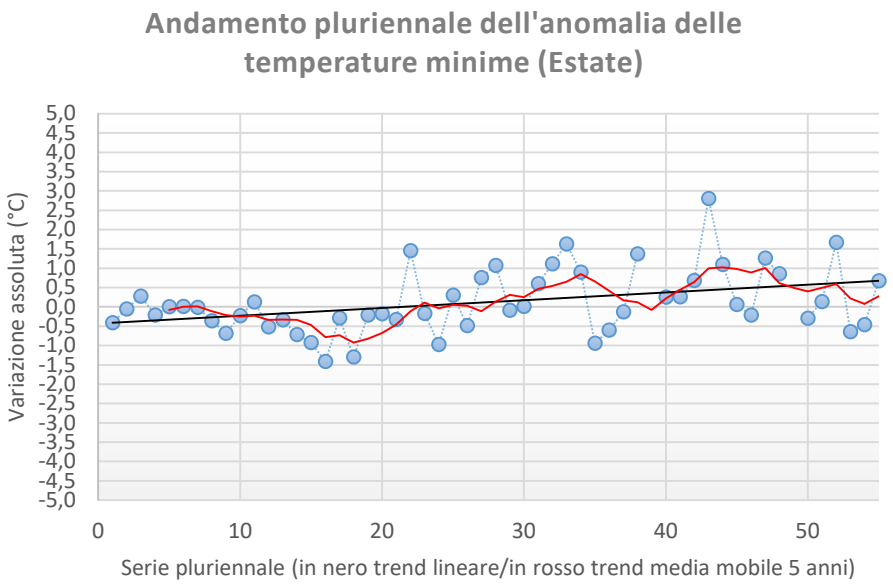
Temp.min	Analisi di del trend	
	Variazione in °C per anno	
	TS slope	*Regressione lineare*
Annue	**+0,005°C**	**+0,006°C**
Inverno	**-0,006°C**	**-0,002°C**
Primavera	**+0,002°C**	**+0,001°C**
Estate	**+0,018°C**	**+0,021°C**
Autunno	**+0,002°C**	**+0,005°C**

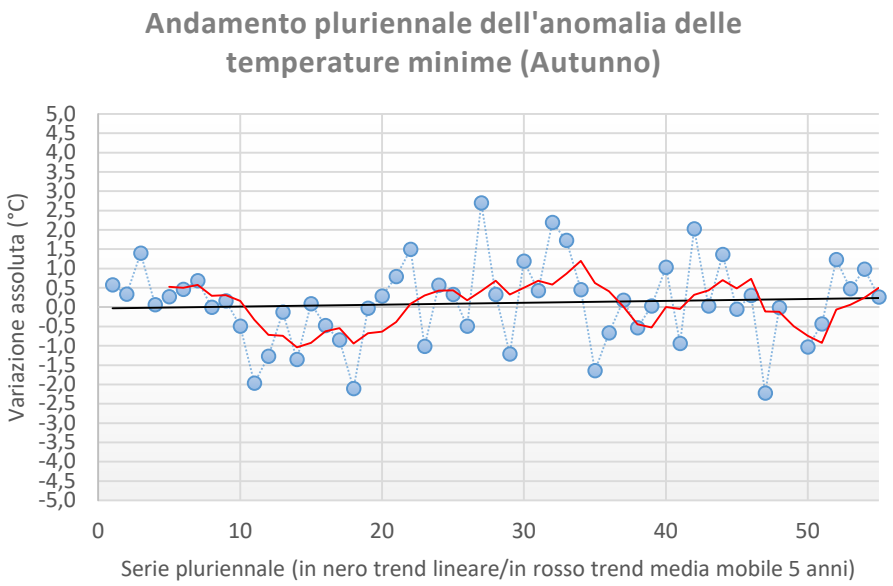
I dati evidenziano dei trend di incremento e di decremento molto poco accentuati. L'unico periodo nel quale il trend presenta un andamento più evidente è la stagione estiva, nella quale le temperature minime in serie storica tendono a crescere in modo più significativo.




Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature minime (Inverno)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)


Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature minime (Primavera)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)


Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature minime (Estate)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)


Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature minime (Autunno)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)

Temperature medie

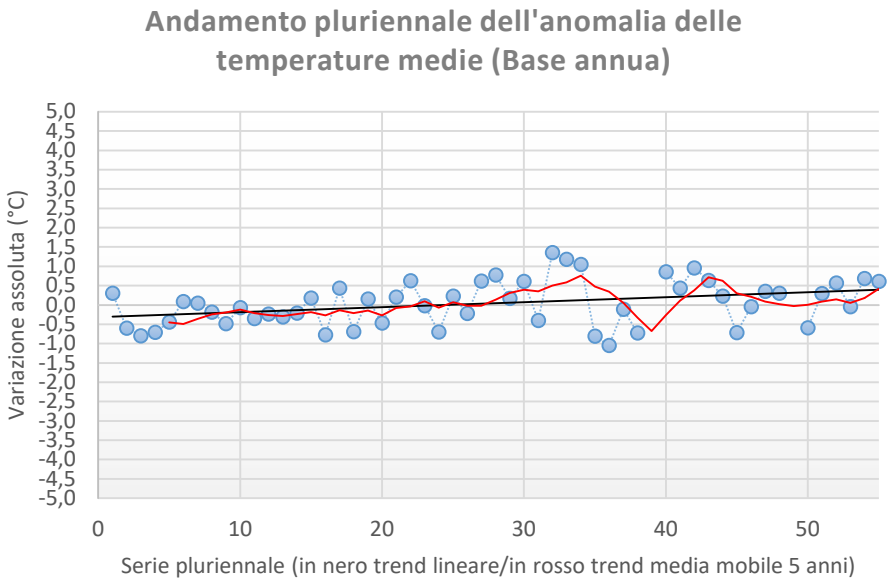
Variabile	Anomalia temperature medie				
	Annue	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Osservazioni	**55**				
Oss. con dati mancanti	**1 (2009)**				
Oss. senza dati mancanti	**54**				
Minimo	**-1,1°C**	**-3,6°C**	**-1,7°C**	**-1,9°C**	**-2,1°C**
Massimo	**+1,4°C**	**+2,2°C**	**+1,7°C**	**+3,6°C**	**+2,4°C**
Media	**0,0°C**	**-0,3°C**	**0,0°C**	**+0,1°C**	**+0,1°C**
Deviazione std.	**0,6°C**	**1,2°C**	**1,0°C**	**1,1°C**	**1,0°C**

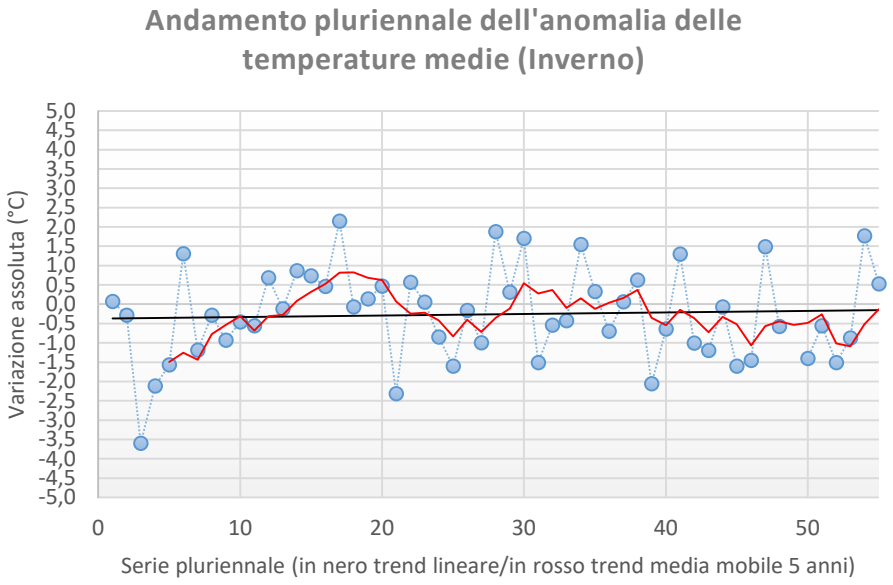
Temp.medie	Test di Mann-Kendall	
	Tau	*p_value*
Annue	**0,262**	**0,006**
Inverno	**-0,001**	**0,993**
Primavera	**0,190**	**0,045**
Estate	**0,296**	**0,002**
Autunno	**0,035**	**0,718**

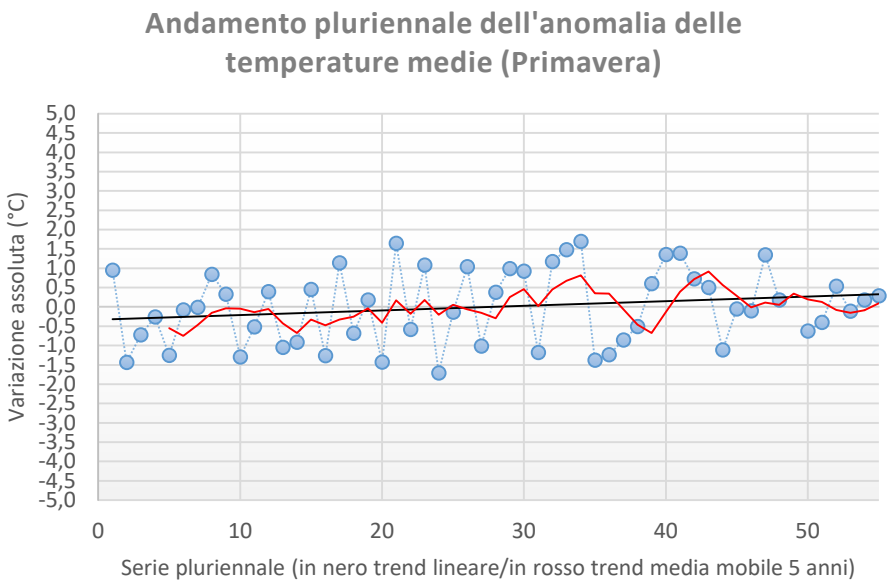
I dati evidenziano una duplice situazione: d'un lato il coefficiente Tau mostra un chiaro andamento di incremento delle temperature medie su base annua e per il secondo e terzo trimestre (periodo primaverile ed estivo); dall'altro si evince una sostanziale assenza di tendenza nel primo ed ultimo trimestre (inverno e autunno). Dal punto di vista della significatività statistica, solo in due casi essa può essere considerata buona (i risultati ottenuti per il periodo primaverile ed estivo); in tutti gli altri casi, il valore del coefficiente è maggiore di 0,05.

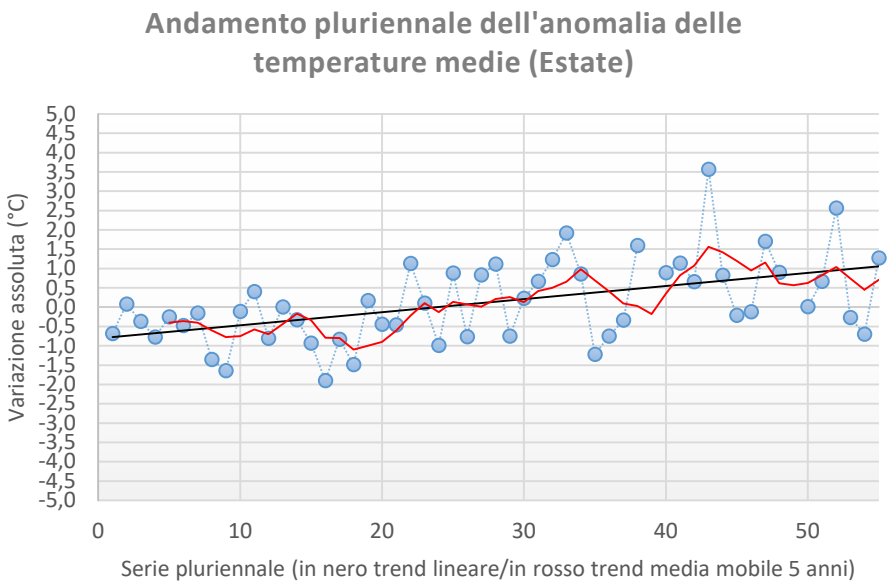
Temp.min	Analisi di del trend	
	Variazione in °C per anno	
	TS slope	*Regressione lineare*
Annue	**+0,015°C**	**+0,013°C**
Inverno	**-0,001°C**	**+0,004°C**
Primavera	**+0,013°C**	**+0,012°C**
Estate	**+0,033°C**	**+0,035°C**
Autunno	**+0,0003°C**	**+0,001°C**

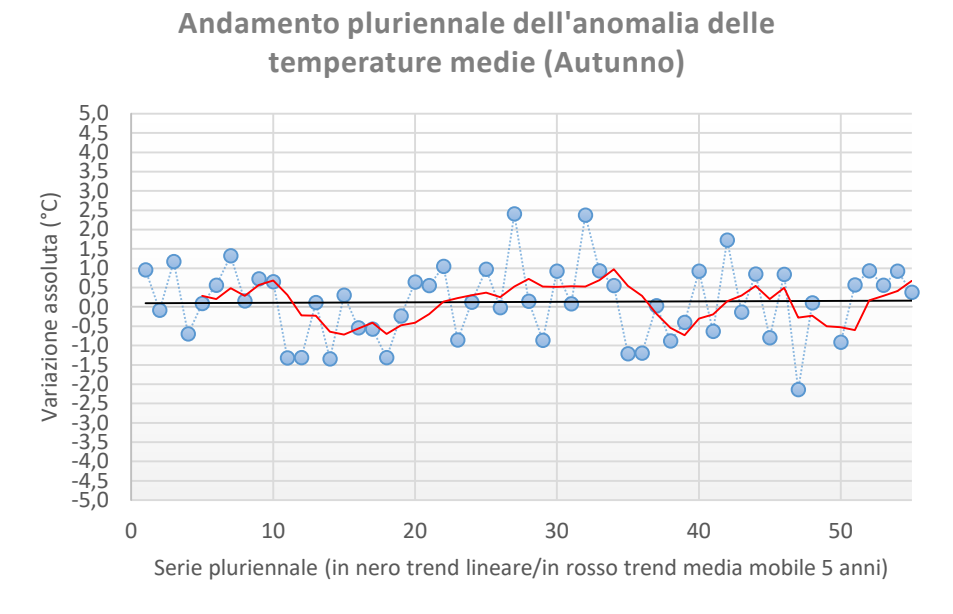
Anche in questo caso, gli andamenti di crescita delle temperature medie nell'arco della serie storica considerata sono più marcati per il periodo primaverile ed estivo. Come per le temperature massime, per le quali il primo e l'ultimo trimestre registrano un trend di tendenziale stazionarietà, anche in questo caso il trend è negativo o poco accentuato. Analizzando gli andamenti con il metodo della regressione lineare semplice, tutti i periodi considerati assumono un andamento positivo.


Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature medie (Base annua)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)


Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature medie (Inverno)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)


Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature medie (Primavera)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)


Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature medie (Estate)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)


Andamento pluriennale dell'anomalia delle temperature medie (Autunno)
Variazione assoluta (°C)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
0
10
20
30
40
50
Serie pluriennale (in nero trend lineare/in rosso trend media mobile 5 anni)

5. Analisi degli indici climatici

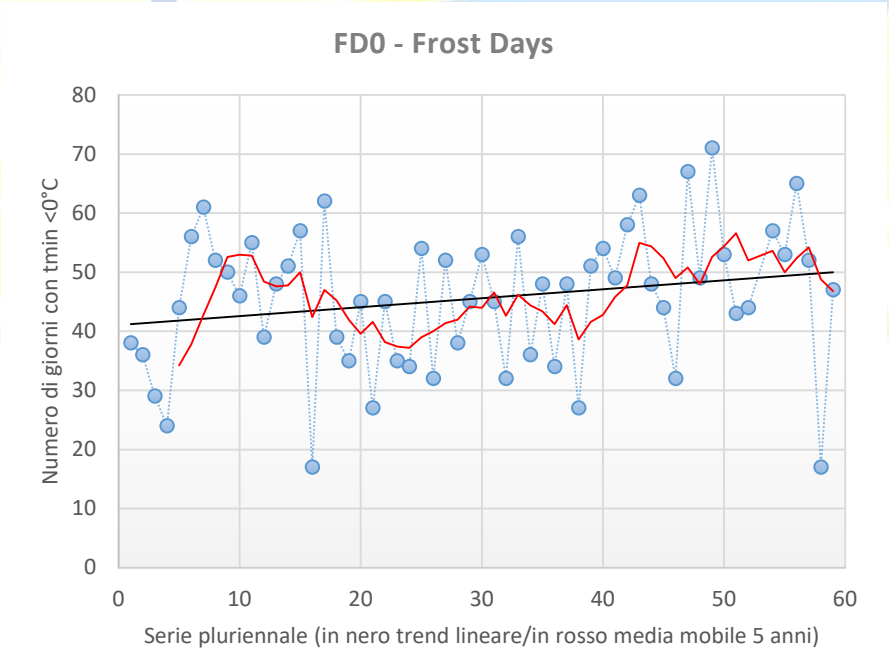
Di seguito si presentano i risultati ottenuti dal calcolo dei quattordici indici climatici selezionati e descritti nel paragrafo 3. Per ciascun indice si valuterà la serie storica, con l'ausilio dei coefficienti *Tau* e *p_value* ed il calcolo dei coefficienti angolari delle curve (*TS slope* e regressione lineare semplice).

5.1 L'analisi degli indici climatici relativi alle temperature

In questo paragrafo vengono analizzati i seguenti nove indici climatici relativi alle temperature minime e massime.

5.1.1 Numero di giorni con temperatura minima inferiore a 0°C (FD0 – Frost Days)

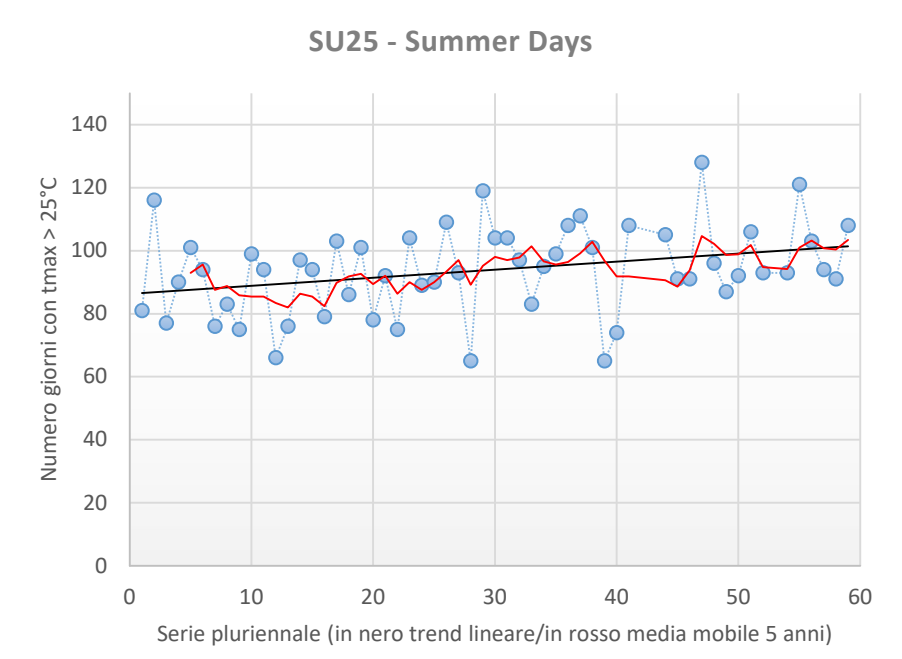
FD0 – Frost Days	
Valore minimo	**17**
Valore massimo	**71**
Media	**45,5**
Deviazione standard	**11,9**
Tau	**0,141**
p_value	**0,122**
TS slope	**0,160**
Coeff.regressione lineare	**0,151**



Questo indicatore evidenzia un trend di crescita nella serie storica pluriennale del numero di giorni con temperatura minima inferiore a 0°C (frost days). Il trend ha una buona significatività statistica e presenta un tasso d'incremento abbastanza marcato.

5.1.2 Numero di giorni con temperatura massima maggiore di 25°C (SU25 – Summer Days)

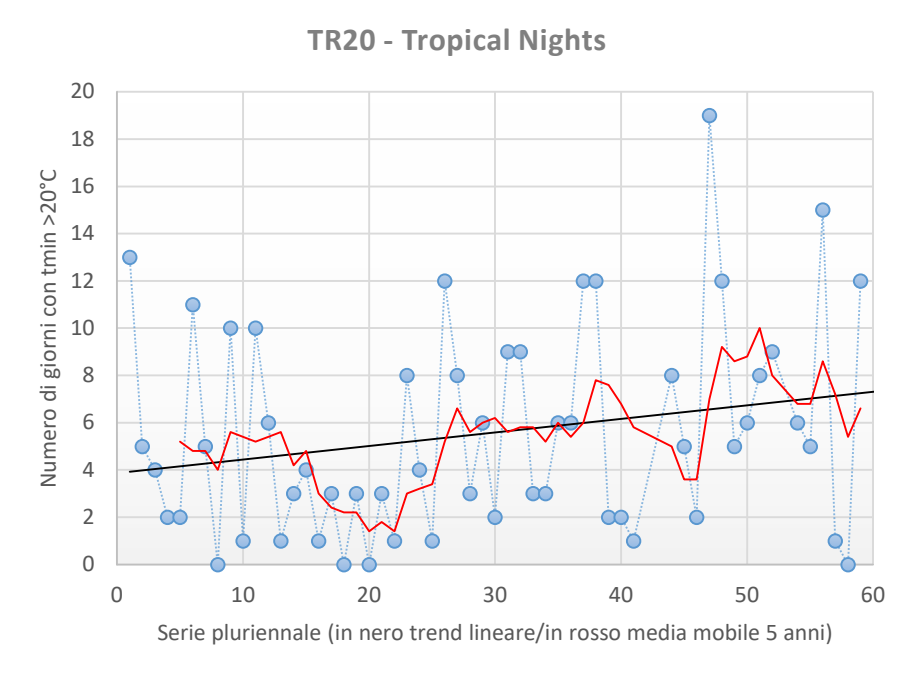
SU25 – Summer Days	
Valore minimo	**65**
Valore massimo	**128**
Media	**93,7**
Deviazione standard	**13,9**
Tau	**0,210**
p_value	**0,024**
TS slope	**0,269**
Coeff.regressione lineare	**0,256**



Anche in questo caso, il trend è di evidente crescita. La significatività statistica è molto buona ed il tasso di incremento della curva è addirittura maggiore rispetto al numero di Frost Days. Queste due prime curve evidenziano un trend opposto: nel periodo invernale si incrementano i picchi di gelo, viceversa nel periodo estivo aumentano i picchi di caldo.

5.1.3 Numero di giorni con temperatura minima maggiore di 20°C (TR20 – Tropical Nights)

TR20 – Tropical Nights	
Valore minimo	**0**
Valore massimo	**19**
Media	**5,5**
Deviazione standard	**4,4**
Tau	**0,135**
p_value	**0,155**
TS slope	**0,043**
Coeff.regressione lineare	**0,057**

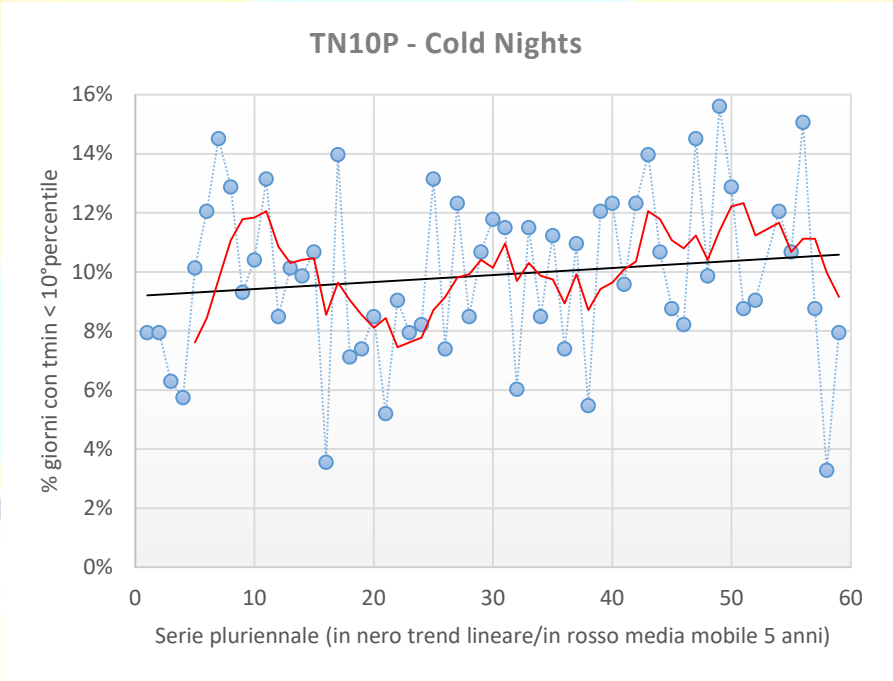


Il trend è nuovamente crescente, anche se in modo molto meno evidente rispetto ai due indici precedenti. Il fenomeno ha una buona significatività statistica. Per numero di giorni l'anno in cui si verifica il superamento dei 20°C di temperatura minima giornaliera e per tasso di crescita del fenomeno, esso non appare comunque netto quanto i due precedenti.

5.1.4 Percentuale di giorni con temperatura minima < 10° percentile (TN10P – Cold nights)

L'indice è stato realizzato calcolando il 10°percentile delle temperature minime sulla serie storica di riferimento 1971-2000. I valori giornalieri di temperatura minima sono stati poi confrontati con il valore di riferimento.

TN10P – Cold nights	
Valore minimo	**3,3%**
Valore massimo	**15,6%**
Media	**9,9%**
Deviazione standard	**2,8%**
Tau	**0,114**
p_value	**0,214**
TS slope	**0,029**
Coeff.regressione lineare	**0,020**

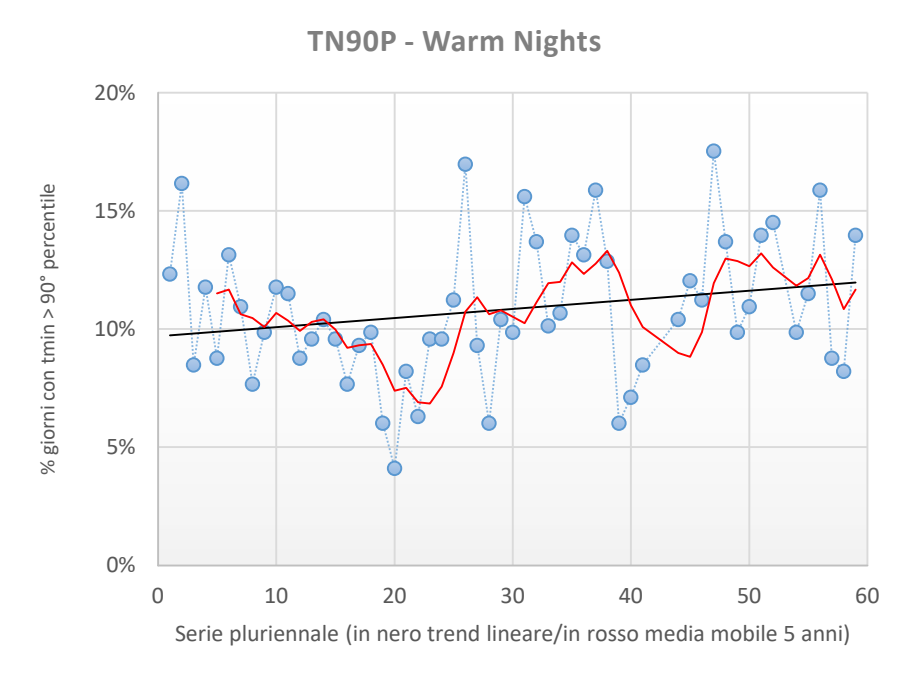


Questo indice mostra nuovamente un comportamento di crescita nella serie storica. Ciò significa per il numero di Cold Nights sta aumentando, sebbene in misura non così accentuata. Tuttavia l'indicatore della significatività statistica è superiore a 0,05. Questo indicatore conferma il risultato dell'andamento di crescita del numero di giorni con temperatura minima inferiore agli 0°C, evidenziando un trend di irrigidimento del clima invernale.

5.1.5 Percentuale di giorni con temperatura minima > 90° percentile (TN90P – Warm Nights)

Analogamente a quanto già fatto per il calcolo del quarto indice, si procede dapprima con il calcolo del 90°percentile sulle temperature minime del CLINO 1971-2000.

TN90P – Warm Nights	
Valore minimo	**4,1%**
Valore massimo	**17,5%**
Media	**10,8%**
Deviazione standard	**3%**
Tau	**0,147**
p_value	**0,116**
TS slope	**0,042**
Coeff.regressione lineare	**0,040**

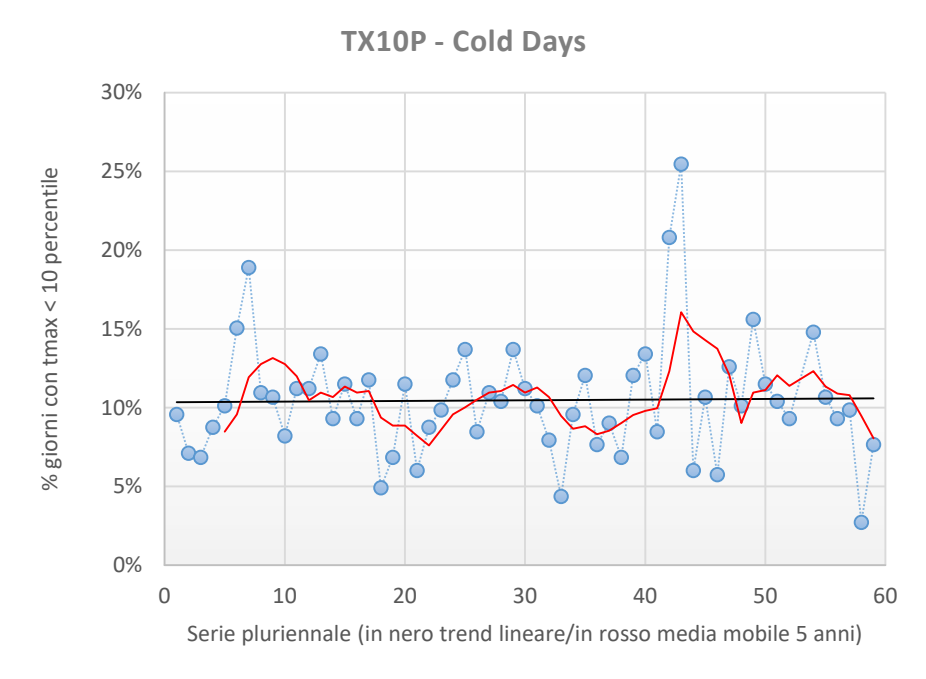


Confermando quanto già evidenziato attraverso il calcolo dell'indice Tropical Nights, anche l'indice Warm Nights mostra un trend di crescita, tuttavia con una limitata significatività statistica. Il trend è mediamente marcato.

5.1.6 Percentuale di giorni con temperatura massima < 10° percentile (TX10P – Cold Days)

Analogamente a quanto già fatto per il calcolo del quarto indice, si procede dapprima con il calcolo del 10°percentile sulle temperature massime del CLINO 1971-2000.

TX10P – Cold days	
Valore minimo	**2,7%**
Valore massimo	**25,5%**
Media	**10,5%**
Deviazione standard	**3,8%**
Tau	**0,002**
p_value	**0,984**
TS slope	**0**
Coeff.regressione lineare	**0,004**

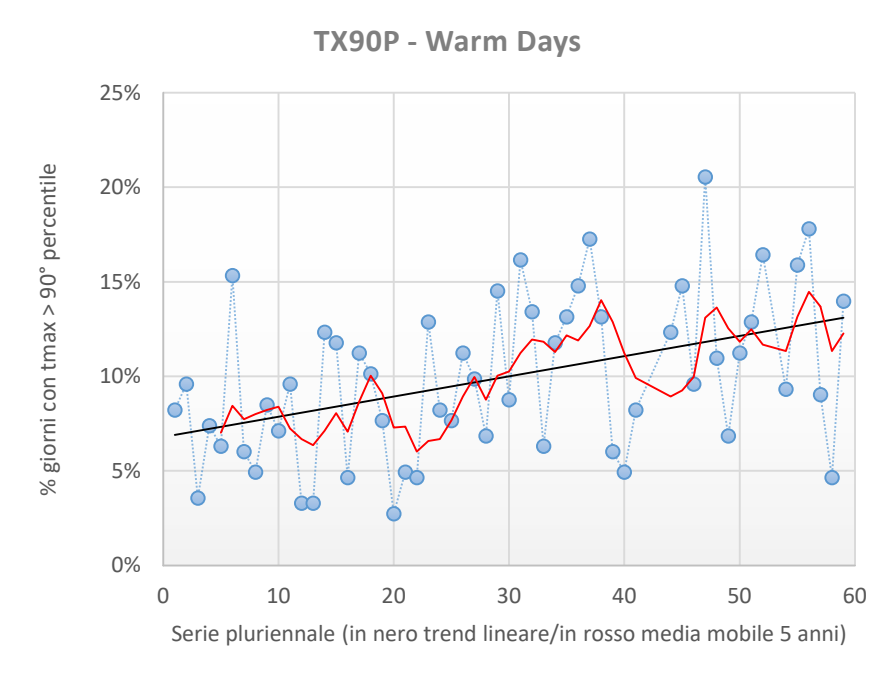


L'indice Cold Days evidenzia un trend di tendenziale stazionarietà del numero di giorni con temperature massime inferiori al 10° percentile del CLINO. Si tratta di un dato che ci stupisce solo parzialmente e completa la lettura dell'indicatore Cold Nights. Aumentano i giorni con picchi di freddo, ma mediamente non il numero di giorni freddi. Va detto che, in questo caso, la significatività statistica è molto bassa.

5.1.7 Percentuale di giorni con temperatura massima > 90° percentile (TX90P – Warm Days)

Analogamente a quanto già fatto per il calcolo del quarto indice, si procede dapprima con il calcolo del 90°percentile sulle temperature massime del CLINO 1971-2000.

TX90P – Warm days	
Valore minimo	**2,7%**
Valore massimo	**20,5%**
Media	**9,9%**
Deviazione standard	**4,2%**
Tau	**0,290**
p_value	**0,002**
TS slope	**0,117**
Coeff.regressione lineare	**0,110**

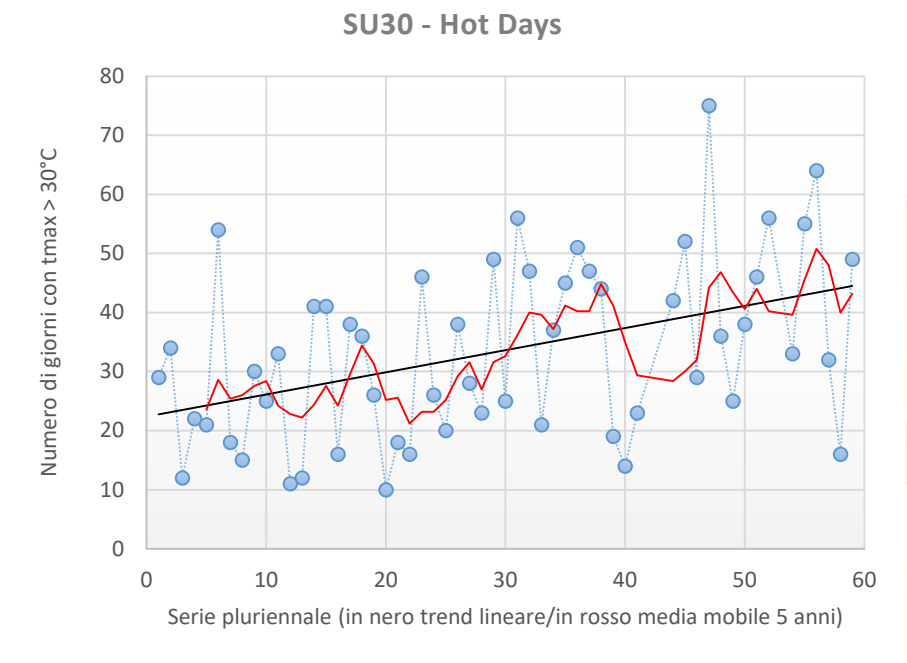


Questo indice mostra un chiaro segnale di incremento, anche piuttosto marcato, nell'arco della serie storica considerata nell'analisi. Il coefficiente di significatività statistica è molto buono.

5.1.8 Numero di giorni con temperatura massima >= 30°C (SU30 – Hot Days)

SU30 – Hot days	
Valore minimo	**10**
Valore massimo	**75**
Media	**33,3**
Deviazione standard	**15**
Tau	**0,285**
p_value	**0,002**

SU30 – Hot days	
TS slope	**0,400**
Coeff.regressione lineare	**0,374**

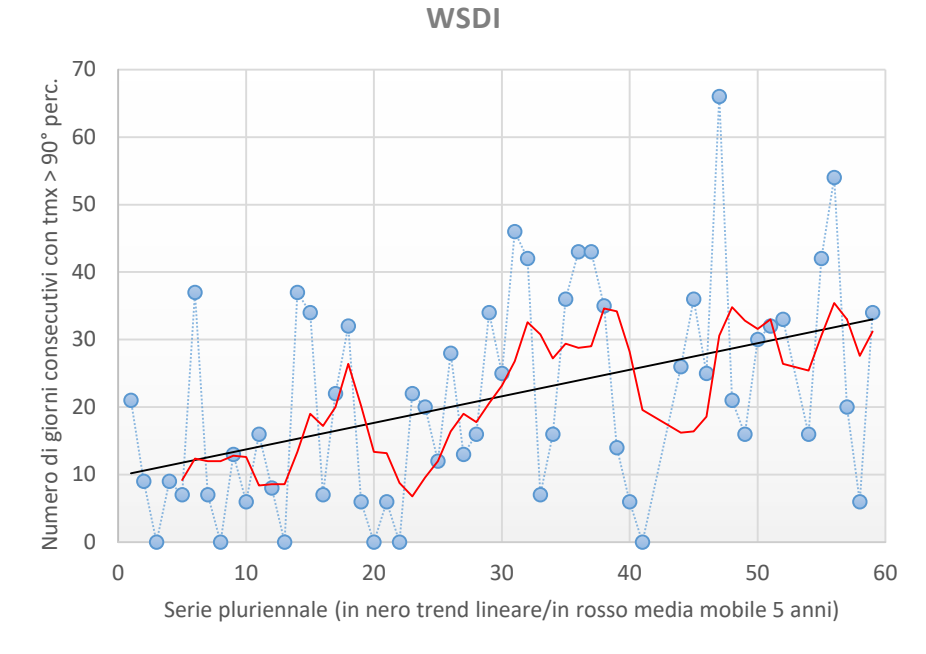


La valutazione del trend dei giorni molto caldi, con temperatura massima superiore a 30°C, mette nuovamente in evidenza un trend di crescita piuttosto marcata. La significatività statistica della serie è molto buona.

5.1.9 Numero di giorni consecutivi con temperatura massima > 90° percentile (minimo 6 giorni consecutivi) (WSDI)

Analogamente a quanto già fatto per il calcolo del quarto indice, si procede dapprima con il calcolo del 90°percentile sulle temperature massime del CLINO 1971-2000.

WSDI	
Valore minimo	**0**
Valore massimo	**66**
Media	**21,3**
Deviazione standard	**15,5**
Tau	**0,281**
p_value	**0,003**
TS slope	**0,408**
Coeff.regressione lineare	**0,393**



Questo ultimo indicatore relativo all'analisi pluriennale delle temperature, ed in particolare alla successione di giorni con temperature massime molto elevate (maggiori del 90° percentile del CLINO), mette nuovamente in evidenza un trend di crescita, con una buona affidabilità statistica del dato e un'intensità molto marcata.

5.1.10 Sintesi dei 9 indici sulle temperature

Nella tabella seguente vengono riproposti tutti e nove gli indici calcolati in precedenza. Per ciascuno viene riportato il Tau, che indica l'incremento o il decremento della serie storica ed il p_value che indica la significatività statistica della serie analizzata.

Indici climatici analizzati	Tau	p_value
FD0 – Frost Days	0,141	0,122
SU25 – Summer Days	0,210	0,024
TR20 – Tropical Nights	0,135	0,155
TN10P – Cold Nights	0,114	0,214
TN90P – Warm Nights	0,147	0,116
TX10P – Cold Days	0,002	0,984
TX90P – Warm Days	0,290	0,002
SU30 – Hot Days	0,285	0,002
WSDI	0,281	0,003

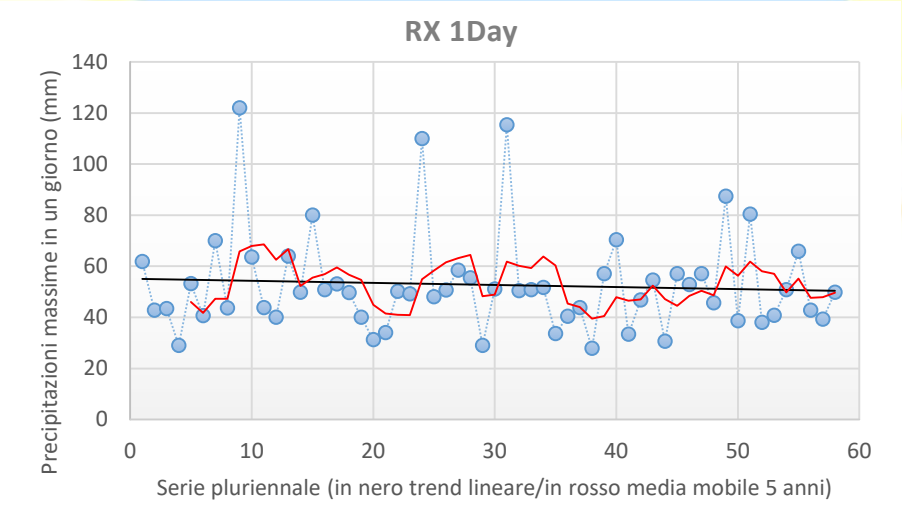
Gli indici danno un chiaro ed evidente segnale di quanto sta avvenendo nel territorio comunale di Fabriano nella serie storica analizzata. Si verificano in particolare due trend apparentemente opposti, ma assolutamente compatibili tra loro. Da un lato un trend di crescita delle temperature estreme nel periodo estivo, con valori crescenti di giorni con temperature massime superiori a 25°C (SU25), a 30°C (SU30), al 90° percentile del trentennio di riferimento (TX90P) e con successioni di giorni con temperature molto elevate sempre più marcate (WSDI). Si verifica inoltre un incremento del numero di giorni con temperatura minima superiore a 20°C (TR20) e superiore al 90° percentile del trentennio di riferimento (TN90P). Parallelamente, si verifica un inasprimento del numero di giornate di gelo nel periodo invernale, con una crescita del numero di giorni con temperatura minima < di 0°C (FD0) e al 10°percentile del trentennio di riferimento (TN10P).

5.2 L'analisi degli indici climatici relativi alle precipitazioni

In questo paragrafo vengono analizzati i seguenti cinque indici climatici relativi alle precipitazioni.

5.2.1 Precipitazioni massime in un giorno (RX 1Day – Max 1 Day precipitation amount)

RX 1Day	
Valore minimo	**27,8 mm**
Valore massimo	**122 mm**
Media	**52,8 mm**
Deviazione standard	**19,6 mm**
Tau	**-0,022**
p_value	**0,814**
TS slope	**-0,023**
Coeff.regressione lineare	**-0,082**

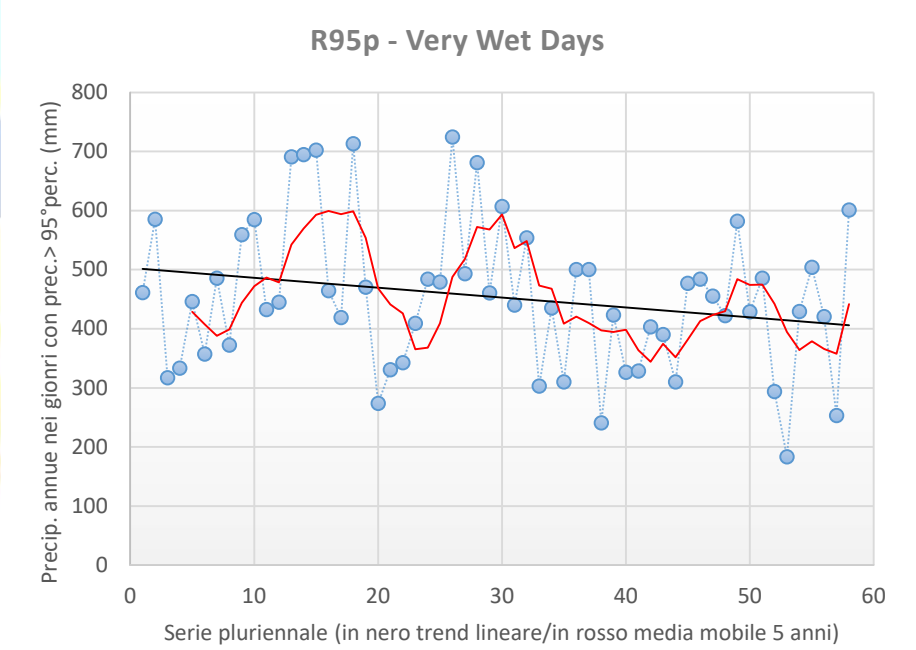


L'indice relativo alle precipitazioni massime nell'arco delle 24 ore mette in evidenza un trend di tendenziale riduzione del picco raggiunto, nel corso della serie storica analizzata. Il trend non è molto marcato e ha un deficit di significatività statistica, dato che il coefficiente p_value è maggiore di 0,05.

5.2.2 Precipitazioni annue nei giorni con precipitazioni > 95° percentile (R95p – Very wet days)

L'indice è stato realizzato calcolando il 95°percentile delle precipitazioni sulla serie storica di riferimento 1971-2000. I valori giornalieri di precipitazioni sono stati poi confrontati con il valore di riferimento.

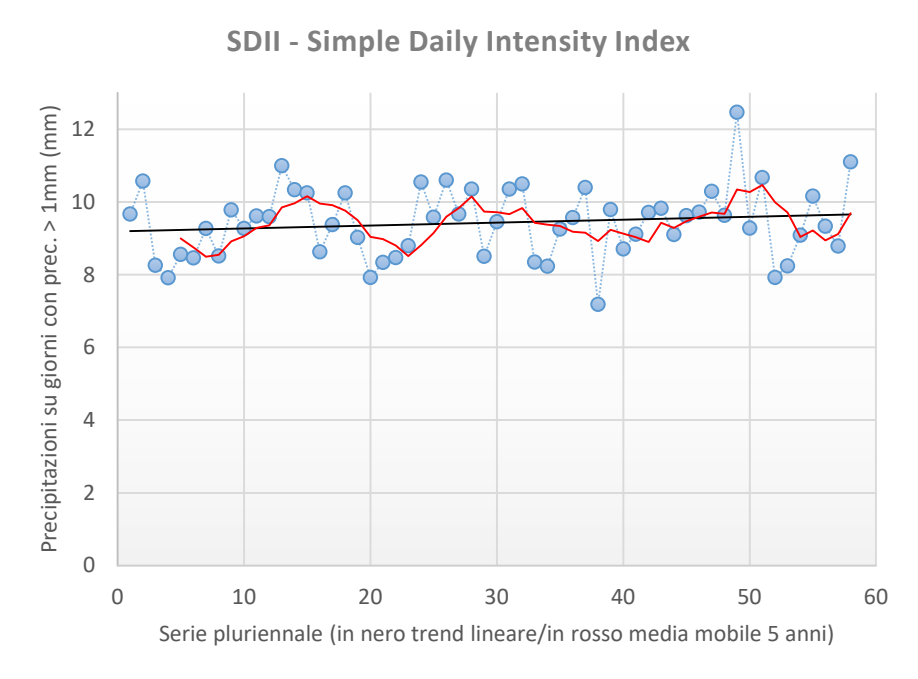
R95p – Very Wet Days	
Valore minimo	**183,4 mm**
Valore massimo	**724,8 mm**
Media	**453,5 mm**
Deviazione standard	**126 mm**
Tau	**-0,116**
p_value	**0,200**
TS slope	**-1,108**
Coeff.regressione lineare	**-1,669**



L'indice Very Wet Days evidenzia un trend di marcata riduzione delle precipitazioni annue nei giorni con precipitazioni maggiori del 95° percentile del trentennio di riferimento. Il fenomeno ha tuttavia un coefficiente di significatività statistica maggiore di 0,05.

5.2.3 Precipitazioni annue su giorni con precipitazioni >= 1mm (SDII – Simple Daily Intensity Index)

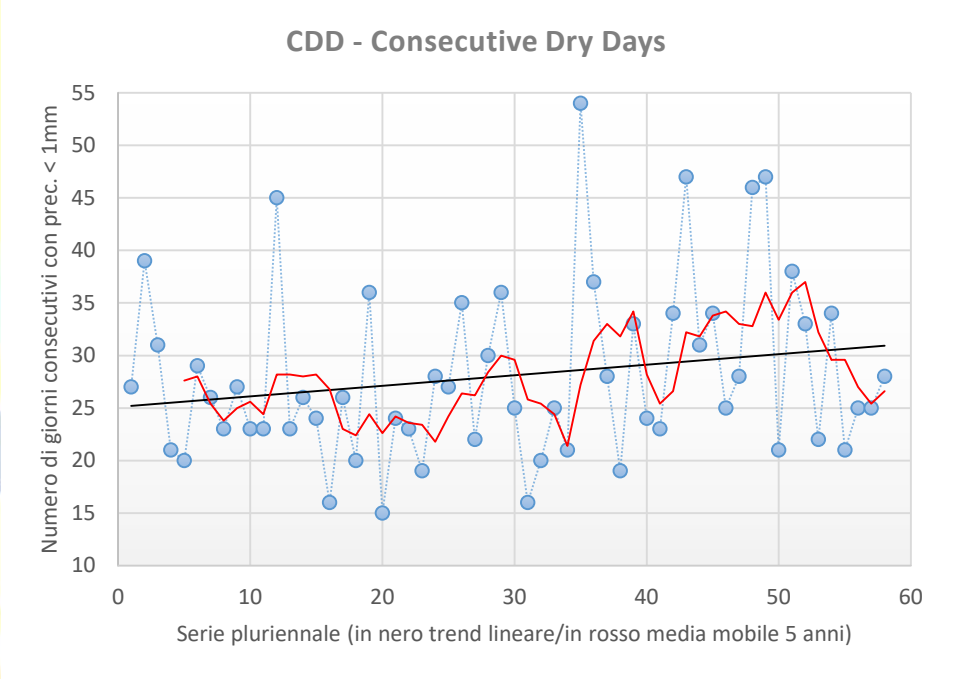
SDII – Simple Daily Intensity Index	
Valore minimo	**7,2 mm**
Valore massimo	**12,5 mm**
Media	**9,4 mm**
Deviazione standard	**1 mm**
Tau	**0,089**
p_value	**0,327**
TS slope	**0,007**
Coeff.regressione lineare	**0,008**



L'indice rappresenta la precipitazione giornaliera media annua, suddividendo le precipitazioni totali annue per il numero di giorni con precipitazioni superiori ad almeno 1mm. Il trend è in questo caso di lievissimo incremento, ma presenta un livello di significatività statistica molto basso. Ciò significa che, nonostante la riduzione tendenziale dei picchi giornalieri nelle precipitazioni, nell'arco dell'anno esse sono mediamente più intense, seppur di poco.

5.2.4 Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazioni < 1mm (CDD – Consecutive Dry Days)

CDD – Consecutive Dry Days	
Valore minimo	**15**
Valore massimo	**54**
Media	**28,1**
Deviazione standard	**8,4**
Tau	**0,122**
p_value	**0,185**
TS slope	**0,067**
Coeff.regressione lineare	**0,100**

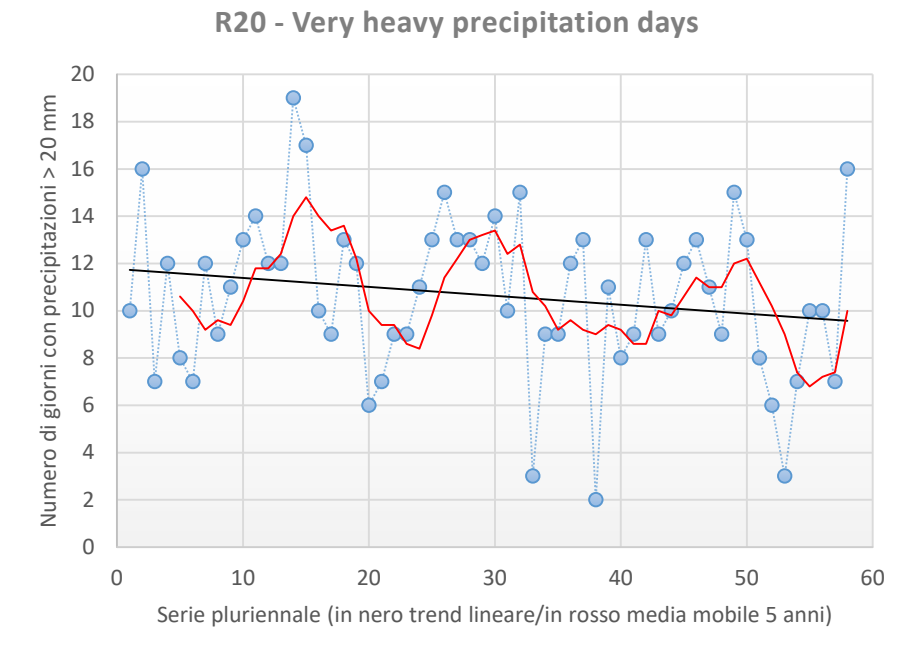


L'indice rappresenta il fenomeno dell'assenza prolungata di precipitazioni su un territorio. La serie storica analizzata mostra chiaramente un trend di crescita, mediamente intensa. Il trend però non presenta un adeguato grado di affidabilità statistica.

5.2.5 Numero di giorni con precipitazioni > 20mm (R20 – Very heavy precipitation days)

R20 – Very heavy precipitation days	
Valore minimo	**2**
Valore massimo	**19**
Media	**10,6**

R20 – Very heavy precipitation days	
Deviazione standard	**3,4**
Tau	**-0,100**
p_value	**0,289**
TS slope	**-0,023**
Coeff.regressione lineare	**-0,038**



Quest'ultimo indice rappresenta il trend del numero di giorni con precipitazioni superiori a 20 mm, indicatore di precipitazioni pesanti. Il trend è in decremento, seppur non così marcato e con un livello di affidabilità statistica piuttosto basso.

5.2.6 Sintesi dei 5 indici sulle precipitazioni

Nella tabella seguente vengono riproposti tutti e cinque gli indici calcolati in precedenza. Per ciascuno viene riportato il Tau, che indica l'incremento o il decremento della serie storica ed il p_value che indica la significatività statistica della serie analizzata.

Indici climatici analizzati	Tau	p_value
RX 1 Day – Max 1 Day precip. amount	-0,022	0,814
R95p – Very Wet Days	-0,116	0,200
SDII – Simple Daily Intensity Index	0,089	0,327
CDD – Consecutive Dry Days	0,122	0,185
R20 – Very heavy precipitation days	-0,100	0,289

Gli indici climatici calcolati sulle precipitazioni confermano una situazione di tendenziale riduzione delle precipitazioni, anche in forma estrema e parallelamente un incremento dei periodi di siccità, anche prolungata. I picchi giornalieri di precipitazioni (RX 1 Day), la sommatoria delle precipitazioni nei giorni con piogge maggiori del 95° percentile sul trentennio di riferimento (R95p) e il numero di giorni con precipitazioni intense (R20) sono tutti in calo, avvalorando la prima tesi. Viceversa, il numero di giorni consecutivi senza piogge significative (CDD) è in moderato incremento. E' interessante comunque notare come l'intensità media delle piogge nei giorni con più di 1 mm di precipitazioni (SDII) stia aumentando. Il fenomeno sta quindi assumendo un'intensità intermedia, che può anche risultare più problematica della presenza di alcuni brevi picchi. Tutti gli indici analizzati hanno tuttavia una bassa significatività statistica; nessuno di loro ha un valore del *p_value* inferiore a 0,05.

6. Riferimenti

- Desiato F., Fioravanti G., Fraschetti P., Perconti W., Piervitali E., 2012. *Elaborazione delle serie temporali per la stima delle tendenze climatiche*. Rapporto ISPRA/Stato dell'Ambiente 32/2012

- Desiato F., Fioravanti G., Fraschetti P., Perconti W., Piervitali E., 2013. *Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura in Italia*. Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 37/2013

- Kendall M.G., 1976. *Rank Correlation Methods*. 4th ed. Griffin, London

- Klein Tank A.M.G., Können G.P., 2003. *Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99*. Journal of Climate, 16, 3665-3680

- Klein Tank A.M.G., Zwiers F.W., Zhang X., 2009. *Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation*. Climate Data and Monitoring WCDMP, 72, WMO-TD N. 1500, 56pp

- Mann H.B., 1945. *Nonparametric tests against trend*. Econometrica, 13, 245-259

- Sen P.K., 1968. *Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau*. J. Am. Stat. Assoc. 63, 1379–1389.

- Riferimento web agli indici climatici utilizzati nel documento http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/opace/opace4/ET-SCI-4-1.php

- Riferimento web alla fonte dei dati climatici utilizzati per la redazione del documento http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Protezione-Civile