



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

Dipartimento di Ingegneria Civile,
Ambientale e Meccanica

LUCA ZANIBONI, DINO ZARDI, LORENZO GIOVANNINI
Gruppo di fisica dell'atmosfera

**RICOSTRUZIONE E ANALISI DELLA SERIE STORICA
DELLE MISURE DI TEMPERATURA DELL'ARIA
RILEVATA NELLA CITTÀ DI TRENTO
NEL PERIODO 1816-2015**

Sommario

INTRODUZIONE	5
1. LE SERIE STORICHE PARZIALI DI MISURE DELLA TEMPERATURA	9
1.1. Le Osservazioni di Joseph Wessely (1816 – 1832)	9
1.2. Le Osservazioni di Francesco Lunelli (1820 – 1858 e 1864 - 1867)	12
1.3. Le Osservazioni di Giuseppe Garbari (1851 – 1871)	17
1.4. Le Osservazioni dell'Istituto Bacologico alle Laste (1874 – 1875)	20
1.5. Le Osservazioni della Scuola di Agricoltura di San Giorgio (1876 – 1882)	22
1.6. Le Osservazioni del Seminario Vescovile (1883)	24
1.7. Le Osservazioni di Casa Wolkenstein (1885-1915)	24
1.8. Le Osservazioni dell'Istituto Bacologico (1898, 1902-1903, 1908, 1910-1911): TRIENT II	27
1.9. Le Osservazioni estive al Convento di San Bernardino (giugno-agosto 1900-1913).....	29
1.10. Le Osservazioni di Padre Guglielmo Scartezzini (1916-1919)	31
1.11. Le Osservazioni presso il Convento di San Bernardino (1919-1993)	33
1.12. Le Osservazioni della Stazione alle Laste (1920-2016)	42
1.13. Serie Storiche di Temperatura della Città di Trento: riepilogo	49
1.14. Serie storica con medie stagionali	53
1.15. Confronto tra serie sovrapposte	55
2. RICOSTRUZIONE DELLA SERIE	105
2.1 Selezione delle serie di partenza.....	105
2.2 Serie stagionali.....	111
2.3 Ricostruzione delle serie	112
2.4 Riempimento delle lacune.....	117
2.5 Serie Completate	126
3. OMOGENEIZZAZIONE DELLA SERIE	130
3.1 Eliminazione dei “single shifts” dalla serie delle medie mensili	130
3.2 Serie delle temperature medie stagionali dopo l’eliminazione dei “single shift”	137

3.3 Eliminazione dei “single shifts” dalla serie di medie stagionali prese stagione per stagione	139
3.4 Serie omogeneizzate.....	147
3.5 Correzione delle variazioni anomale nei trend di temperatura: Mann-Kendall Test.....	151
3.6 Correzione degli outliers	152
3.7 Confronto delle serie prima e dopo l'omogeneizzazione.....	152
3.8 Omogeneizzazione mediante il software “Homer”	158
3.9 Confronto fra serie omogeneizzate con diversi metodi	163
3.10 Calcolo delle anomalie dalla media trentennale delle serie annuali e stagionali	164
3.11 Confronto con le serie di medie annuali di Innsbruck, Milano, Padova e Verona	168
3.12 Confronto con il trend globale di cambiamento climatico stimato dall'IPCC.....	170
3.13 Analisi spettrale.....	172

INTRODUZIONE

Nel 2016 ricorre il bicentenario dell'inizio delle misurazioni di temperatura della città di Trento. È infatti dal 1816 che tali osservazioni sono reperibili con continuità, sebbene raccolte da osservatori differenti e riportate da differenti fonti.

Il lavoro qui descritto ha lo scopo primario di raggruppare tutte le osservazioni disponibili, uniformandole ai valori medi su base mensile. Effettuato ciò, si può procedere alla scelta dei dati migliori, nei periodi di sovrapposizione, ed al riempimento dei buchi, ossia quei mesi ove non sono presenti le misure, ottenendo una serie unica e continua. Tale serie può poi essere omogeneizzata, eliminando le discontinuità ed appunto, le disomogeneità dovute alla presenza di fonti, stazioni ed osservatori differenti, nonché ad eventuali errori strumentali e diversi metodi di osservazione. La serie ottenuta può poi essere confrontata con altre serie già omogeneizzate, di Trento e di città vicine, ed il trend della temperatura può essere anche comparato con quello continentale. Altre osservazioni possono essere fatte riguardo a determinate ciclicità presenti nella serie.

La comunità scientifica sta da tempo effettuando un notevole sforzo per la ricostruzione dell'evoluzione climatica documentata da osservazioni strumentali negli ultimi due secoli. Risultati importanti si sono ottenuti anche in Italia, almeno per quanto riguarda temperature e precipitazioni. Essi non riguardano solo l'analisi di singole serie di dati, ma anche l'indagine di ampi archivi di serie termo-pluviometriche, in modo da poter descrivere l'andamento del clima su scala regionale in maniera più efficace di quanto non sia possibile fare sulla base delle serie di singole stazioni [4].

Nella ricostruzione di serie climatiche storiche, risulta chiave il concetto di omogeneizzazione.

Secondo Conrad e Pollack (1950) una serie temporale di variabili climatiche si definisce omogenea, se le variazioni in tale serie sono ascrivibili solo a fattori di natura meteorologica e climatica. Nella realtà tuttavia le serie sono spesso influenzate da diversi fattori non climatici, che le rendono meno rappresentative delle reali variazioni occorse al clima, come cambiamenti negli strumenti, della posizione della stazione di misura, nelle formule usate per calcolare la media e nelle condizioni ambientali della stazione di misura. Il dato termometrico risulta addirittura il più sensibile alle variazioni di tali fattori anche a causa delle diversità costruttive dei termometri e della loro maggiore attenzione necessaria per la taratura dello strumento [4]. Questo è vero in particolare per il caso della serie di Trento, i cui dati, specialmente quelli relativi al primo dei due secoli considerati, provengono da molteplici osservatori differenti, come si vedrà in seguito.

Un importante studio riguardante gli effetti dei cambiamenti della posizione delle stazioni di misura e dell'urbanizzazione sulla serie di temperatura della città di Trento è stato effettuato da Giovannini, Zardi e de Franceschi nel 2013. Esso consisteva in una serie di analisi

combinare dei risultati di campagne di misura e simulazioni numeriche, con lo scopo di ricostruire la serie storica della temperatura della città di Trento, tenendo conto della variazione della posizione delle stazioni di misura negli anni, e degli effetti dell'urbanizzazione. Sensori di temperatura sono stati posti dove un tempo erano localizzate le vecchie stazioni di misura per identificare le differenze sistematiche nelle misure tra le differenti stazioni. Per tenere conto dell'urbanizzazione, sono state svolte simulazioni numeriche con il modello WRF. Lo studio suggerisce che la maggior parte delle differenze con il passato si hanno nelle stazioni di misura sui crinali della valle, che sono stati progressivamente inglobati nell'area urbana [17].

Alcuni dei fattori elencati provocano brusche discontinuità mentre altri, come le variazioni delle condizioni ambientali, determinano un errore che cresce gradualmente nel tempo. È quindi necessario rimuovere le disomogeneità attraverso l'uso di tecniche o test statistici di omogeneizzazione [4].

Vi sono varie metodologie di omogeneizzazione. Alcune di esse sfruttano una serie di riferimento, già omogenea, altre riconoscono le disomogeneità tramite metodi diversi (ad esempio, grazie alla variabilità o al modulo della pendenza, come il filtro di Kolmogorov-Zubenko).

Vi possono essere tre tipi di discontinuità:

1. "single shift", che identifica una variazione evidente nella media della serie, e quindi un salto brusco ed evidente nelle temperature, dovuto, per esempio, ad una variazione dell'osservatore o della stazione di misura;
2. "trend", che identifica una variazione anomala nel trend delle temperature, per esempio un aumento o una diminuzione graduale dovuti per esempio ad una graduale staratura dello strumento;
3. "outliers", ossia valori anomalmente alti o bassi, probabilmente dovuti ad errori di trascrizione o misura.

Nel Nord-Italia, tra le altre, sono già state omogeneizzate le serie di Verona [8], Padova [9], Mantova [15] e Milano [16].

Varie serie storiche di temperatura e precipitazioni trentine, sono state omogeneizzate e raccolte nel libro "Analisi Climatologica di Serie Storiche delle Precipitazioni e Temperature in Trentino", pubblicato nel 2003 da Dino Zardi ed Alberto Bellin [4]. La serie delle temperature di Trento omogeneizzata in tale lavoro è compresa tra gli anni 1916 e 2003, e può quindi essere integrata utilizzando anche gli anni precedenti e successivi, tenendo conto che per la città di Trento, sono disponibili dati di temperatura media mensile con una certa continuità a partire dal 1816.

È molto importante citare il progetto HISTALP, ultimato nel 2006 e successivamente aggiornato. Esso ha costituito un database contenente le serie omogeneizzate di temperatura, precipitazioni, pressione e altri dati climatici dell'area geografica dell'Arco Alpino e

dintorni. In tale database è presente anche la serie di medie mensili della città di Trento nell'arco storico 1816-2007 [5].

Varie tecniche di omogeneizzazione sono possibili, alcuni qui sotto citati:

1. Double-mass analysis (1949): assimilabile ad altri metodi soggettivi (ossia la cui valutazione dell'omogeneità è affidata alla sensibilità dell'osservatore). Consiste nel produrre una curva che ha in ascissa la cumulata della serie candidata e in ordinata la cumulata della serie di riferimento. Una brusca variazione nella pendenza della retta nel grafico rappresenta una discontinuità [10]
2. Test di Craddock (1979): test di tipo oggettivo, che richiede una serie di riferimento già omogeneizzata. Esso cumula la differenza normalizzata fra la serie di riferimento e quella candidata, assumendo per ipotesi che la differenza tra la serie omogenea e quella da omogeneizzare resti costante (ipotesi legata alla vicinanza dei due luoghi) e in ordinata $y=0$. Si applicano così le correzioni in corrispondenza delle discontinuità rilevate, finché la serie risulta omogenea. Questo test è abitualmente utilizzato dallo ZAMG per omogeneizzazione di pressione e temperatura [4]
3. Standard Normal Homogeneity Test – SNHT (1986, migliorato nel 1997): applicato sulla serie delle differenze tra la serie di riferimento e quella candidata con l'ipotesi che essa debba restare approssimativamente costante nel tempo. La serie delle differenze è normalizzata e viene calcolato un parametro T indicatore del livello di disomogeneità, massimo nell'anno dove, se viene superato un determinato valore di soglia, è presente una disomogeneità. A partire da tale anno si può applicare la correzione [11, 12]. Questo test è abitualmente utilizzato dal DNMI per l'identificazione di disomogeneità nelle serie di precipitazioni, temperatura e pressione [4]
4. Test di Easterling e Peterson (1994): necessita di una serie di riferimento ed è basato sulla combinazione di una analisi di regressione e di statistiche non parametriche. La serie testata è ancora la differenza tra la serie di riferimento e quella testata, e la significatività del test è ottenuta tramite il test di Student. Il test identifica e corregge le disomogeneità in maniera analoga all'SNHT test, ed ha inoltre la possibilità di individuare non solo variazioni brusche, ma anche trend che alterano la serie. Questo test è stato applicato per la costruzione di dataset su scala globale come il GHCN [4, 13]
5. Single series test – Kolmogorov-Zurbenko (KZA) filter (1996): la particolarità di questo test è il fatto che non necessita di una serie di riferimento. Il KZA filter è una media mobile quando si avvicina ad una zona con una potenziale discontinuità (rintracciata tramite la variabilità o il modulo della pendenza), la finestra di applicazione della media varia e ciò da un lato smussa il rumore, dall'altro rende visibili le disomogeneità come salti netti [14]. Questo metodo è stato testato per l'identificazione di evidenti discontinuità nelle serie di dati climatici ed ha dato ottimi risultati, però non essendo basata sul confronto con una serie di riferimento necessata ancor più dei metadati per validare le discontinuità rintracciate [4]

6. Mann-Kendall Test: tale test permette di individuare variazioni anomale nei trend di temperatura, identificando la presenza di un eventuale trend diverso da 0 nella serie temporale, rifiutando o meno l'ipotesi 0 di assenza di trend. In caso di presenza di un trend, il test individua una determinata pendenza, detta Pendenza di Sen [6,7]
7. Test di Grubbs ed il test di Dixon: tali test individuano valori anomali (outliers) in una serie di differenze [7].

Riguardo alle serie citate in precedenza, Padova è stata omogeneizzata tramite il metodo [9], Verona tramite il SNHT [8] e Mantova tramite il Test di Craddock [15]. La serie di Trento di temperatura dal 1926 al 2001 è stata omogeneizzata tramite l'SNHT test nel lavoro "Analisi Climatologica di Serie Storiche delle Precipitazioni e Temperature in Trentino" [4], mentre i test di Craddock, Easterling e Peterson, la double-mass analysis e il KZA filter sono stati applicati come verifica della procedura eseguita [4].

Dal punto di vista dell'archiviazione e la raccolta dati, un importante lavoro è stato svolto tramite il Progetto ASTRO, che mira ad ampliare e integrare le informazioni e le notizie meteo-climatiche storiche serbate nei diversi fondi archivistici della Provincia di Trento e del CRA-CMA, attraverso la creazione e condivisione dell'archivio digitale meteo-climatico trentino. La condivisione punta a valorizzare il patrimonio archivistico di ciascun partner, fa sì che le serie meteorologiche si arricchiscano e le lacune diminuiscano. L'utilità della condivisione digitale sta nella possibilità di salvaguardare il patrimonio informativo, rendendolo allo stesso tempo disponibile: i documenti sono infatti liberamente consultabili online [12].

1. LE SERIE STORICHE PARZIALI DI MISURE DELLA TEMPERATURA

1.1. Le Osservazioni di Joseph Wessely (1816 – 1832)

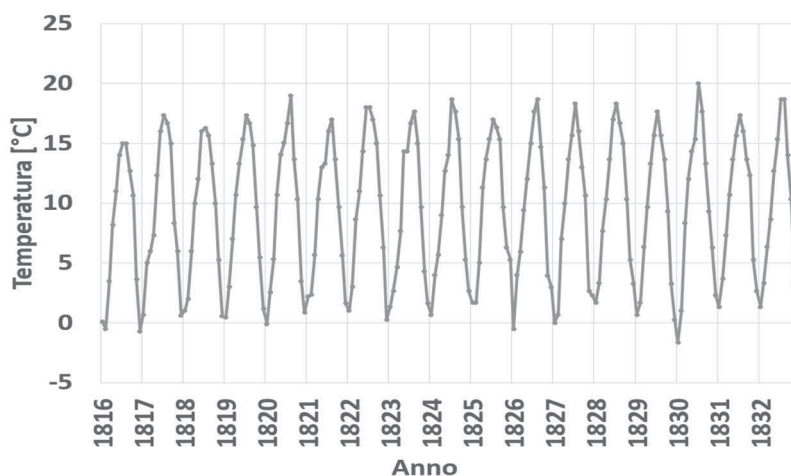


FIGURA 1: LA SERIE DI JOSEPH WESSELY

1. Osservatore

Padre Ignazio Zanol, responsabile delle osservazioni nel Convento di San Bernardino da gennaio a luglio 1919 (quando esse furono affidate a tale convento dal comando della prima armata), scrisse una breve storia della meteorologia trentina, trovata negli archivi del convento e nominò tale Joseph Wessely come colui che raccolse le prime misure di temperatura per la città di Trento. L'annale dello ZAMG del 1848 cita Joseph Wessely come il primo che raccolse misure di temperatura nella città di Trento dal 1816 al 1832. Egli era direttore della Scuola Forestale di Aussee. Un articolo dell'Österreichische Forstzeitung di marzo 1989 riporta il 1814 come anno di nascita di Joseph Wessely, viennese. Risulta pertanto impossibile che egli fosse l'osservatore che prese le misure nella città di Trento a partire dal 1816. Pertanto, Wessely aveva soltanto raccolto le informazioni provenienti dalla città di Trento per gli anni in questione.

2. Luogo delle osservazioni

Non è noto da dove provenissero i dati raccolti da Wessely.

3. Fonte del dato (registri, manoscritti, pubblicazione, ...)

I dati sono raccolti alle pagine 208 e 209 dell'Annale dello ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) del 1848.

4. Dati disponibili

I dati sono disponibili come medie mensili.

5. Eventuali lacune o altre anomalie

Non sono presenti lacune o anomalie. I dati estivi (giugno, luglio e agosto) del 1816 e del 1818 sembrano bassi (14 °C, 15 °C e 15 °C nel 1816; 16 °C, 16.3 °C e 15.7°C nel 1818). Questo, per l'anno 1816, è dovuto alle bassissime temperature notoriamente presenti quell'anno, il famoso "Anno Senza Estate" [1].

Figura 2: Ritratto di Joseph Wessely (Österreichische Forstzeitung, 1989)



6. Strumentazione

Il dato non è disponibile.

7. Orari di osservazione

L'annale del 1848 riporta come orari: alba, 14:00 e 22:00. In realtà i dati riportati sono solo le medie mensili.

8. Metodo calcolo media

La media è calcolata come:

$$T_{media} = \frac{T_{alba} + T_{14} + T_{22}}{3}$$

9. Altri metadati

Non sono presenti altre informazioni.

Mehrjährige Beobachtungen in Trient.

Vom Jahre 1816 bis 1832.

Das meteorologische Tagebuch, aus welchem die folgenden Resultate gezogen worden sind, verdanken wir dem Herrn Joseph Wessely, Director der Forstschule zu Aussee in Mähren.

Die Beobachtungszeiten waren bei Sonnenaufgang, um 2^h Nachmittags und 10^h Abends. Eine Verbesserung der Mittel wegen des täglichen Ganges der Elemente ist nicht vorgenommen worden. Die Temperatur-Angaben sind nur in ganzen Graden, deshalb auch die daraus abgeleiteten Mittel nicht sehr genau, zumal die Berechnung der letzteren von Seite des Beobachters über die ganzen Grade nicht immer ausgehnt worden ist

Die Bewölkung war täglich viermal, wahrscheinlich um 18^h, 22^h, 2^h und 10^h angegeben, mit der Unterscheidung in bedecktem und heiterem Himmel. Bei Berechnung der Mittel wurde sie = 0 angenommen, wenn der Himmel zu keiner Stunde bedeckt war, = 1, wenn dies zu einer, = 2, wenn es zu 2 u. s. w. Beobachtungsstunden der Fall war.

Monat- und Jahresmittel der Lufttemperatur zu festen Beobachtungsstunden.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	J a h r
Son. Aufg.	+ 0°38	+ 0°48	+ 3°85	+ 7°20	+10°80	+13°10	+15°01	+14°59	+12°21	+18°17	+ 3°28	+ 0°60	+ 7°40
2 ^h	+ 2°51	+ 3°33	+ 9°56	+13°18	+16°27	+18°34	+20°63	+20°06	+17°00	+12°71	+ 6°90	+ 3°50	+12°17
10 ^h	- 0°09	+ 1°37	+ 5°47	+ 9°19	+12°47	+14°63	+16°76	+16°17	+13°53	+ 9°47	+ 4°42	+ 1°16	+ 8°37

Allgemeine Monat- und Jahresmittel der Lufttemperatur.

(Die einzelnen Mittel sind durch Differenzen mit den Gesamtmitteln dargestellt. Sie haben das Zeichen +, wenn das Einzelmittel einer höheren Temperatur entspricht als das Gesamtmittel.)

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	J a h r	
													vom 1. Dec.	vom 1. Jäno.
Gesamt- mittel	+ 0°69	+ 2°55	+ 6°30	+ 9°88	+13°18	+15°36	+17°47	+16°04	+14°18	+10°11	+ 4°86	+ 1°72	+ 9°43	+ 9°43
1816	- 0°39	- 3°05	- 2°80	- 1°71	- 2°18	- 1°36	- 2°47	- 1°94	- 1°51	+ 0°55	- 1°23	- 2°43	—	- 1°72
1817	- 0°02	+ 2°45	- 0°30	- 2°55	- 0°85	+ 0°64	- 0°14	- 0°27	+ 0°82	- 1°79	+ 1°10	- 1°09	- 0°28	- 0°17
1818	+ 0°31	- 0°55	- 0°30	+ 0°12	- 1°18	+ 0°64	- 1°17	- 1°27	- 0°85	- 0°12	+ 0°43	- 1°16	- 0°41	- 0°42
1819	- 0°22	+ 0°45	+ 0°70	+ 0°70	+ 0°13	- 0°03	- 0°14	- 0°27	+ 0°65	- 0°45	+ 0°60	- 0°56	+ 0°10	+ 0°15
1820	- 0°79	+ 0°02	- 0°97	+ 0°79	+ 0°88	- 0°33	- 0°80	+ 2°06	- 0°51	+ 0°21	- 1°40	- 0°86	- 0°11	- 0°14
1821	+ 1°48	- 0°22	- 0°63	+ 0°45	- 0°18	- 2°03	- 1°47	+ 0°06	- 0°51	- 0°45	+ 0°77	- 0°09	- 0°29	- 0°23
1822	+ 0°31	+ 0°45	+ 2°37	+ 1°12	+ 1°15	+ 2°64	+ 0°53	+ 0°06	+ 0°82	+ 0°55	+ 1°43	- 1°46	+ 0°95	+ 0°84
1823	+ 0°64	+ 0°12	- 1°63	- 2°21	+ 1°15	- 1°03	- 0°80	+ 0°73	+ 0°82	- 0°45	- 0°57	- 0°09	- 0°30	- 0°19
1824	- 0°02	+ 1°45	- 0°63	- 0°88	- 0°51	- 1°36	+ 1°20	+ 0°73	+ 1°15	- 0°45	+ 0°43	+ 0°91	+ 0°10	+ 0°18

FIGURA 3: LA PRIMA DELLE PAGINE CON I RIASSUNTI DELLE MEDIE MENSILI DELLA CITTÀ DI TRENTO DAL 1816 AL 1832, DALL'ANNALE DELLO ZAMG DEL 1848

1.2. Le Osservazioni di Francesco Lunelli (1820 – 1858 e 1864 - 1867)

1. Osservatore

L'osservatore era Padre Francesco Lunelli (1792-1874), professore di fisica presso l'I. R. Ginnasio, ora Liceo Giovanni Prati.

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni venivano effettuate presso l'I.R. Ginnasio (attuale Liceo Giovanni Prati), dove Padre Francesco Lunelli insegnava. Sugli annali dello ZAMG viene riportata una quota di 200 m s.l.m. Nel manoscritto viene riportata un'altezza del luogo delle osservazioni di 9.48 m dalla soglia del Duomo, il che aveva fatto inizialmente pensare erroneamente che esse venissero effettuate sulla porta maggiore del Duomo.

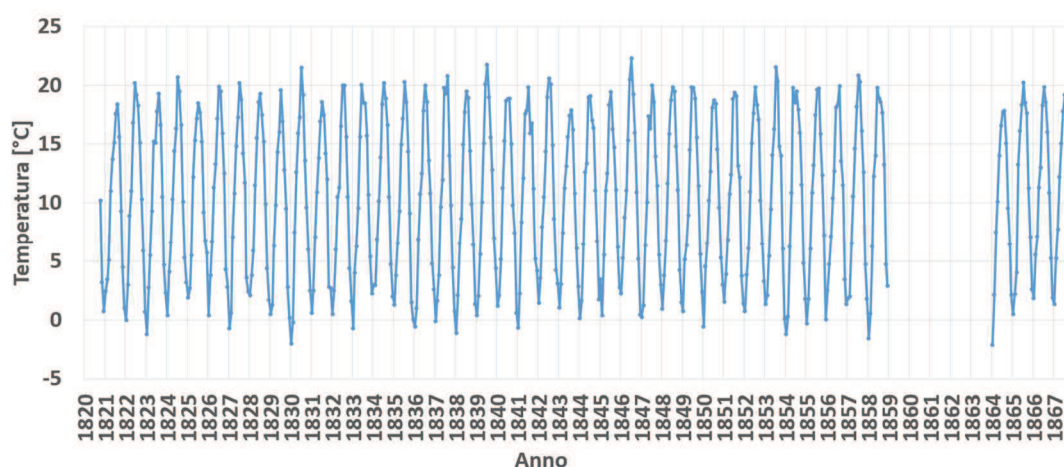


FIGURA 4: LA SERIE DI FRANCESCO LUNELLI

3. Fonte del dato

Per gli anni 1820-1858, i dati sono raccolti in un manoscritto scritto dallo stesso Francesco Lunelli (*“Riassunti meteorologici di Trento descritti da 38 anni di osservazioni fatte e calcolate dal Professor Lunelli”*), conservato presso l'Archivio Storico della Biblioteca Comunale di Trento. Don Lunelli diventò poi osservatore ufficiale per lo ZAMG. I dati raccolti dal Lunelli sono reperibili negli annali dello ZAMG per gli anni 1864-1867, oltre che per l'anno 1856.

4. Dati disponibili

I dati di temperatura sono disponibili nel manoscritto sono disponibili come medie mensili, insieme alle massime ed alle minime. Nell'annale ZAMG del 1856 sono presenti i dati medi mensili alle ore 6:00 ed alle 14:00, oltre che i massimi e i minimi mensili.

5. Eventuali lacune o altre anomalie

Non sono presenti lacune o anomalie. I dati estivi (giugno, luglio e agosto) del 1821, del 1823 e del 1831 sembrano bassi (15.1 °C, 17.6 °C e 18.4 °C nel 1821; 15.1 °C, 17.8 °C e 19.3 °C nel 1823; 16.9 °C, 18.6 °C e 17.5 °C nel 1831).

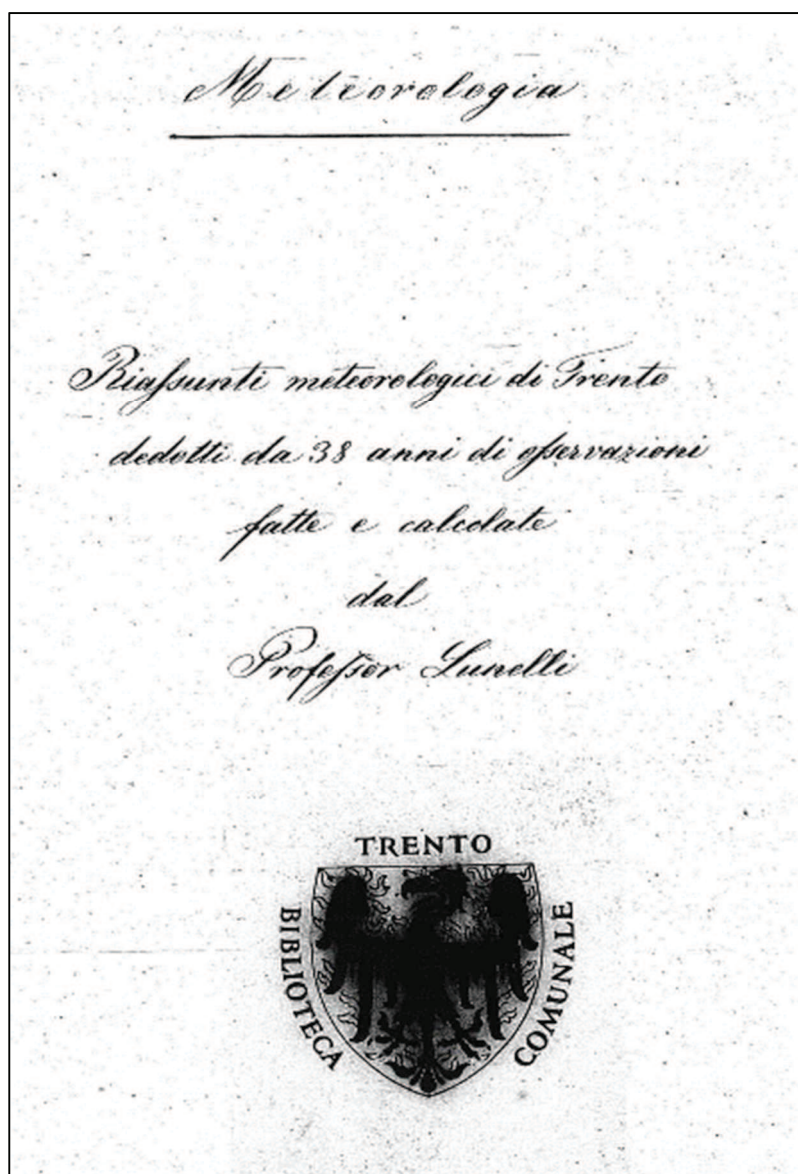


FIGURA 5: IL FRONTESPIZIO DEL MANOSCRITTO DI FRANCESCO LUNELLI
(ARCHIVIO STORICO DELLA BIBLIOTECA COMUNALE DI TRENTO)

6. Strumentazione

Due termometri Reaumur a mercurio costruito dallo stesso Lunelli, tuttora conservati presso il Liceo Prati e la Biblioteca Comunale.

7. Orari di osservazione

I dati di temperatura raccolti nell'annale dello ZAMG del 1856 sono disponibili come medie mensili alle ore 6:00 ed alle 14:00, nonostante la prefazione dello stesso citi le ore 7:00, 15:00 e 21:00. Negli anni 1864 le osservazioni venivano svolte alle ore 7:00, 15:00 e 19:00. Negli 1865-1867 le osservazioni venivano effettuate alle 6:00 ed alle 15:00 da aprile ad ottobre, ed alle 7:00 ed alle 15:00 nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, novembre e dicembre.



FIGURA 6: LA FACCIATA DEL LICEO GIOVANNI PRATI [24]

8. Metodo calcolo media

Dal 1856 la media è calcolata con la regola di Kreil, ossia con la seguente formula, che utilizza le tre temperature misurate alle ore 7:00, 14:00 e 21:00 (T_7 , T_{14} e T_{21}):

$$T_{media} = \frac{T_7 + T_{14} + 2T_{21}}{4}$$

Contare due volte la temperatura delle 21:00 permetteva di ovviare al fatto che non fossero disponibili misure notturne.

9. Altri metadati

Il Professor Lunelli effettuava anche osservazioni barometriche (massima, minima e media mensile), nonché osservazioni qualitative di carattere generale sulla situazione meteorologica, sempre con cadenza mensile, riportando in tabelle il numero di giorni per ogni mese nei quali si era verificata pioggia, neve, pioggia e neve, nebbia, vento, o semplicemente cielo coperto.

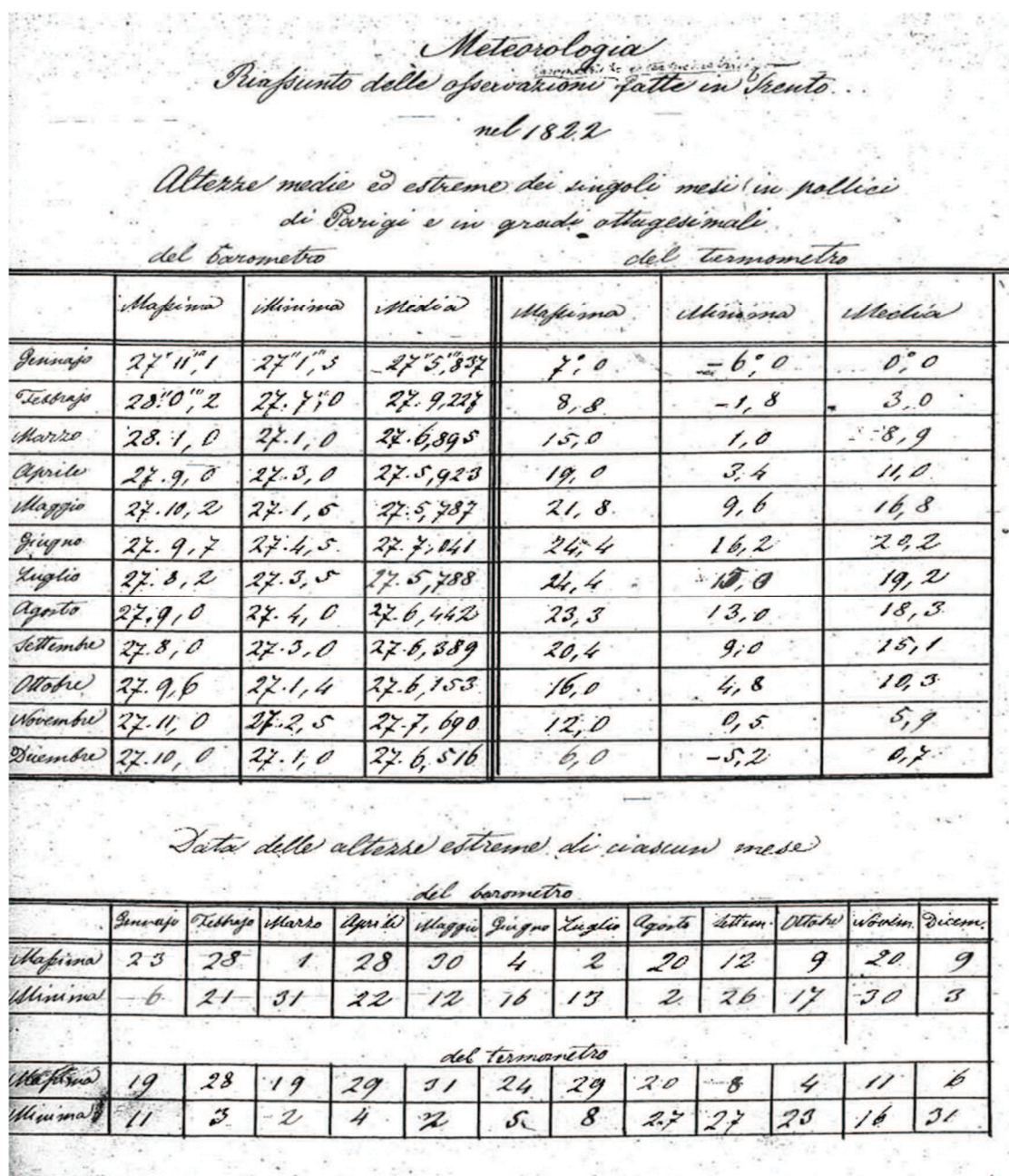


FIGURA 7: MANOSCRITTO DI FRANCESCO LUNELLI: RIASSUNTO DELLE OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE DELL'ANNO 1822. A SINISTRA LE OSSERVAZIONI BAROMETRICHE E A DESTRA LE OSSERVAZIONI TERMOMETRICHE (ARCHIVIO STORICO DELLA BIBLIOTECA COMUNALE DI TRENTO)

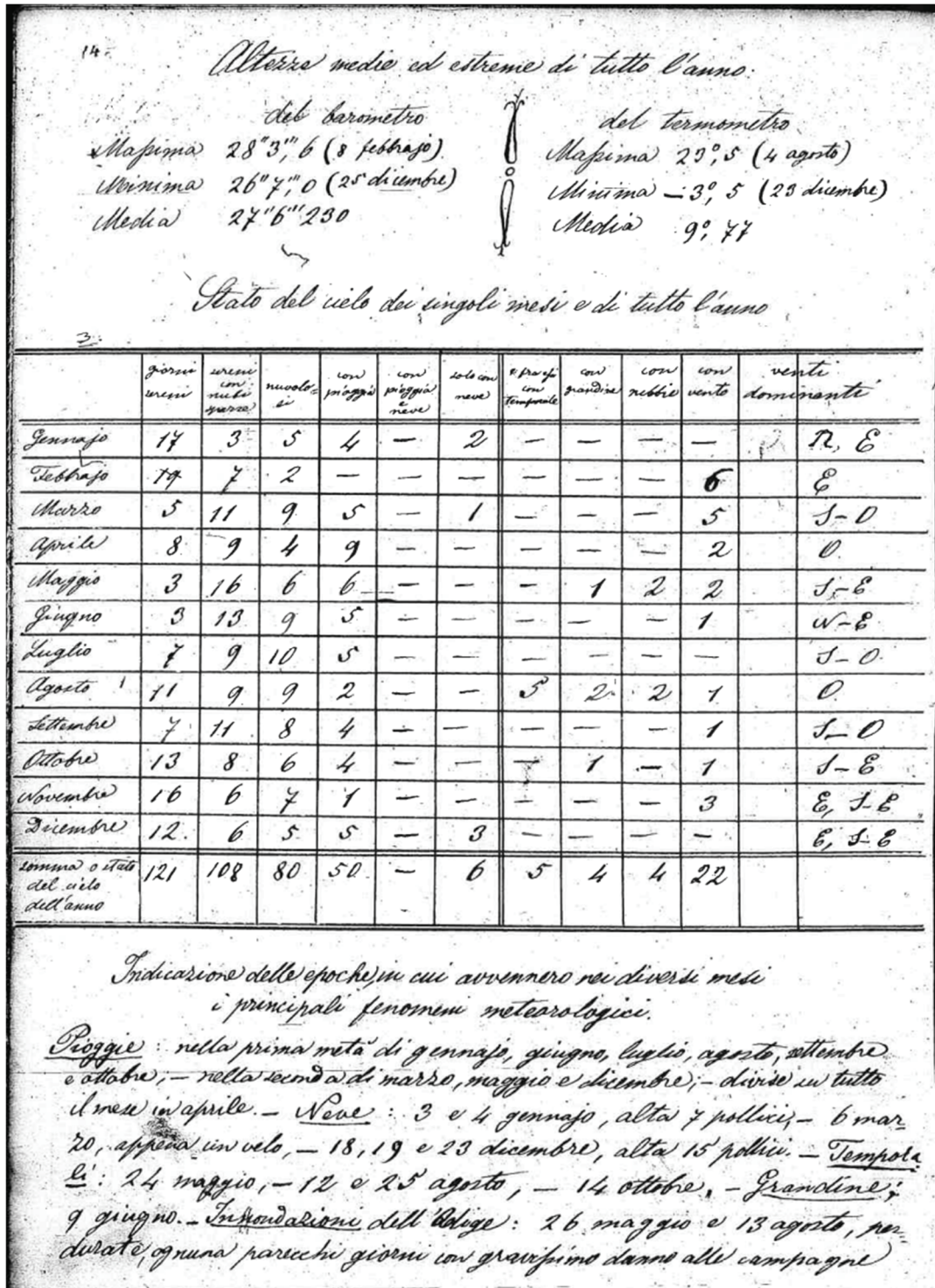


FIGURA 8: MANOSCRITTO DI LUNELLI: MEDIE, MASSIME E MINIME ANNUALI DI PRESSIONE E TEMPERATURA NELL'ANNO 1821, STATO DEL CIELO NELL'ANNO 1821 (ARCHIVIO STORICO DELLA BIBLIOTECA COMUNE DI TRENTO)

1.3. Le Osservazioni di Giuseppe Garbari (1851 – 1871)

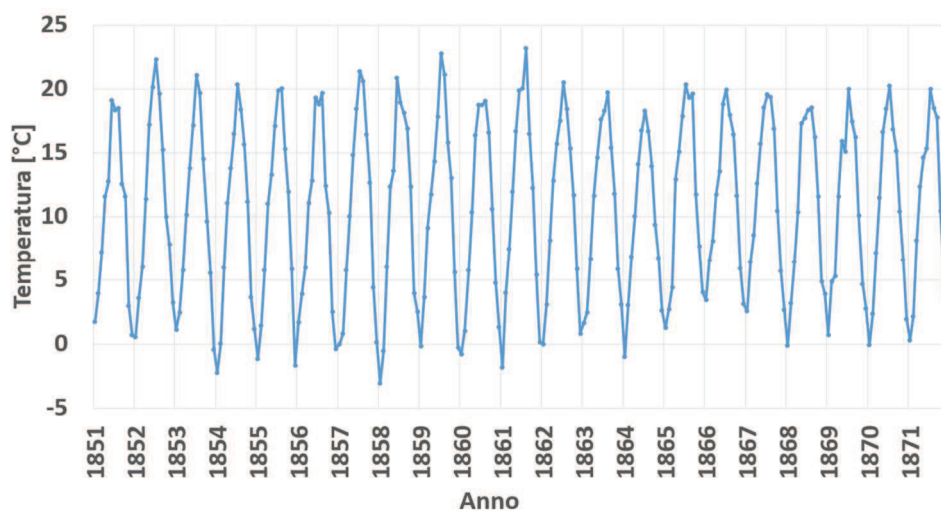


FIGURA 9: LA SERIE DI GIUSEPPE GARBARI

1. Osservatore

L'osservatore era il Signor Giuseppe Garbari (1817-?). Le uniche informazioni relative al Garbari sono state reperite all'Archivio Storico Diocesano di Trento, ove sono raccolti i dati anagrafici precedenti all'anno 1923. Si è potuto ricostruire che Garbari si sposò nell'anno 1850, e si trasferì a vivere in Via S. Maria Maddalena, attuale Trento Centro. Garbari lavorava presso la Casa del Conte Wolkenstein, nello stesso quartiere (San Pietro).

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni venivano effettuate con ogni probabilità nel luogo di lavoro del Garbari, ossia Casa Wolkenstein. Lo stesso luogo verrà utilizzato anni dopo per ulteriori osservazioni raccolte negli annali dello ZAMG, che indicherà una quota altimetrica di 210 m s.l.m.

3. Fonte del dato

I dati sono raccolti in un manoscritto intitolato *Osservazioni meteorologiche fatte in Trento nel mese di Gennaio dell'anno 1851 inclusive 1871*. Come riportato in una nota allegata allo stesso, il manoscritto risulta donato alla Biblioteca Comunale dalla figlia dell'autore, Angelina Garbari.

4. Dati disponibili

Sono disponibili tutti i dati raccolti dal Garbari, anche quelli giornalieri. Nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, aprile, novembre e dicembre i dati sono già mediati nei tre orari di osservazione (7:00, 12:00 e 21:00). È curioso il metodo con il quale i dati sono riportati, infatti appaiono prima tutti i mesi di gennaio, dal 1851 al 1871, poi tutti i mesi di febbraio e così via.

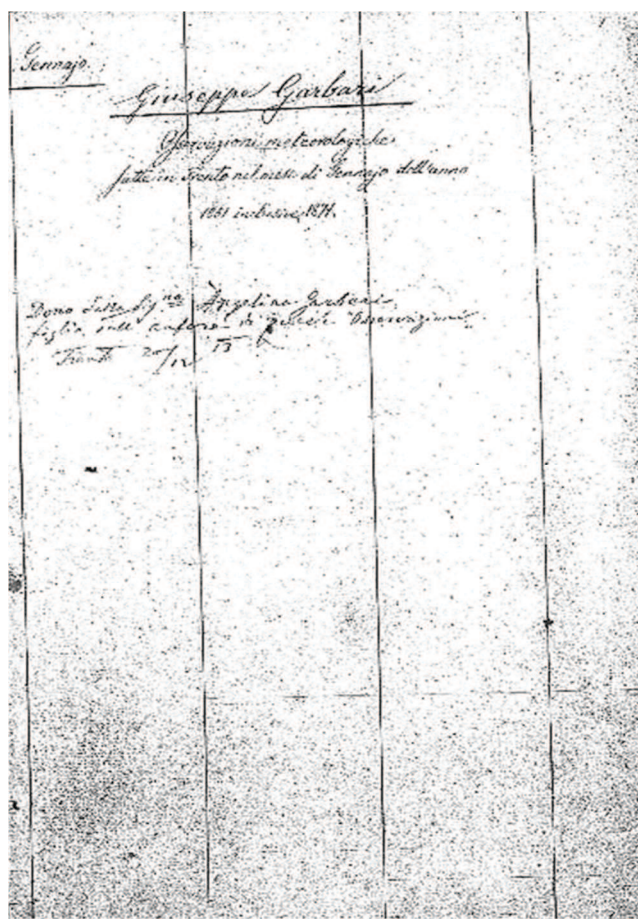


FIGURA 10: IL FRONTESPIZIO DEL MANOSCRITTO DI GIUSEPPE GARBARI (ARCHIVIO STORICO DELLA BIBLIOTECA COMUNALE DI TRENTO)

5. Eventuali lacune o altre anomalie

Non sono presenti lacune o anomalie.

6. Strumentazione

La strumentazione utilizzata non è nota.

7. Orari di osservazione

I dati sono stati raccolti metodicamente nei tre orari 7:00, 14:00 e 21:00.

8. Metodo calcolo media

La media mensile non è stata calcolata dall'autore. È stata calcolata la media giornaliera, come media semplice, nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, aprile, novembre e dicembre. La media verrà ricalcolata applicando la regola di Kreil.

9. Altri metadati

Giuseppe Garbari effettuava anche osservazioni barometriche, nonché osservazioni meteorologiche qualitative di carattere generale, effettuate al momento della rilevazione della temperatura (si veda Figura 12).



FIGURA 11: LA ZONA DI SANTA MARIA MADDALENA, DOVE GIUSEPPE GARBARI VIVEVA ED EFFETTUAVA (CON OGNI PROBABILITÀ) LE OSSERVAZIONI (FOTO: GOOGLE MAPS)

Aprile 1857			Ad ore 7 antimeridiane			Ad ore 2 meridiane			Ad ore 9 pomeridiane		
Giorno	Term. Bar.	Atmosfera	Term. Bar.	Atmosfera	Term. Bar.	Atmosfera	Term. Bar.	Atmosfera	Term. Bar.	Atmosfera	
20	10.2	28.4% Sereno	16.5	28.1	Sereno	14.	28.4	Sereno			
21	12.	28.2% Sereno	17.	28.1	Sereno con vento	14.	28.1	Sereno con vento forte			
22	11.	28.2% Nuvola	14.	28.	Nuvola	10.	27.11%	Nuvola			
23	8.5	27.10% Sereno	13.5	27.9	Nuvola in di larghe	8.	27.9	Sereno			
24	8.5	27.9% Sereno con vento forte	11.	27.9	Sereno con vento forte	8.3	27.9	Sereno con vento forte			
25	9	27.10% Sereno con poco vento	13.7	27.8%	Sereno	10.	27.9	Sereno in di pioggia			
26	6	27.9% Sereno con poco vento	11.	27.8%	Sereno con vento	9.	27.9	Sereno con vento			
27	9.	27.9% Sereno con poco vento	14.	27.9	Sereno	10.	27.9	Sereno			
28	9	27.9% Nuvola	11	27.9%	Nuvola	9	27.10%	Nuvola in di pioggia			
29	7.5	27.11% Sereno	12.8	27.11	Sereno con poco vento in di pioggia	8.	28.	Nuvola			
30	8.5	28	13.5	28	Sereno	10.	28.	Nuvola in di pioggia			
	8.8		13.1			9.1					

Figura 12: Le osservazioni del Garbari nel mese di aprile 1857. Si possono notare i tre orari di misura, nonché le misure barometriche e le note meteorologiche. In basso è presente anche la media mensile calcolate per ognuno degli orari.

1.4. Le Osservazioni dell'Istituto Bacologico alle Laste (1874 – 1875)



FIGURA 13: LA SERIE DELL'ISTITUTO BACOLOGICO DELLE LASTE

1. Osservatore

Come riportano le prefazioni degli annali dello ZAMG relativi, l'osservatore fu il Cavaliere Franz Gerloni.

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni venivano effettuate all'Istituto Bacologico, che probabilmente (desumendo dalla quota) aveva allora sede alle Laste. La quota altimetrica riportata dagli annali è, coerentemente, di 330 m s.l.m.



FIGURA 14: CARTOLINA RAFFIGURANTE LA ZONA DELLE LASTE NEL 1900

3. Fonte del dato

I dati sono disponibili sugli Annali dello ZAMG.

4. Dati disponibili

I dati sono disponibili come medie mensili nei tre orari di osservazione, nonché come medie mensili e come estremi. E' presente anche una seconda serie di medie mensili, ma non è chiaro come essa sia stata ottenuta. Verrà presa in considerazione soltanto la prima serie.

5. Eventuali lacune o altre anomalie

Non sono presenti lacune o anomalie.

6. Strumentazione

La strumentazione utilizzata non è nota.

7. Orari di osservazione

I dati sono stati raccolti nei tre orari 7:00, 14:00 e 21:00.

8. Metodo calcolo media

La media mensile è stata calcolata con la regola di Kreil, già spiegata in precedenza.

9. Altri metadati

Sono presenti anche altre misure, come precipitazioni e pressione.

1.5. Le Osservazioni della Scuola di Agricoltura di San Giorgio (1876 – 1882)

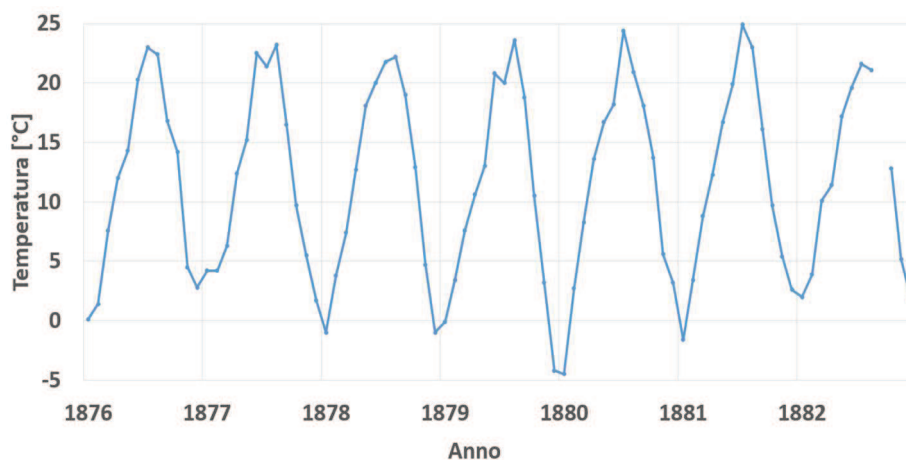


FIGURA 15: LA SERIE DELLA SCUOLA DELL'AGRICOLTURA DI SAN GIORGIO

1. Osservatore

L'osservatore fu il Cavaliere Franz Gerloni fino al 1878. Meneghini (direttore dell'"Ackerbauschule") dal 1879.

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni venivano effettuate alla Scuola dell'Agricoltura, situata a San Giorgio. Viene riportata una quota altimetrica di 258 m s.l.m.

3. Fonte del dato

I dati sono disponibili sugli Annali dello ZAMG. I dati relativi agli anni 1879, 1880, 1881 e 1882 sono tutti raccolti nell'Annale del 1882.

4. Dati disponibili

I dati sono disponibili nei tre orari di osservazione, nonché come medie mensili e come estremi. Dall'1875 al 1878 è presente anche una seconda serie di medie mensili "aggiustate", ma non è chiaro come essa sia stata ottenuta. Verrà presa in considerazione soltanto la prima serie.



FIGURA 16: LA ZONA DI SAN GIORGIO AL GIORNO D'OGGI (FOTO DI LORENZO GIOVANNINI)

5. Eventuali lacune o altre anomalie

Il dato relativo al mese di settembre 1882 non è disponibile. Probabilmente a causa dell'alluvione del 17 settembre.

6. Strumentazione

La strumentazione utilizzata non è nota.

7. Orari di osservazione

I dati sono stati raccolti nei tre orari 7:00, 14:00 e 21:00.

8. Metodo calcolo media

La media mensile è stata calcolata con la regola di Kreil.

9. Altri metadati

Sono presenti anche misure di pressione e precipitazioni.

1.6 Le Osservazioni del Seminario Vescovile (1883)

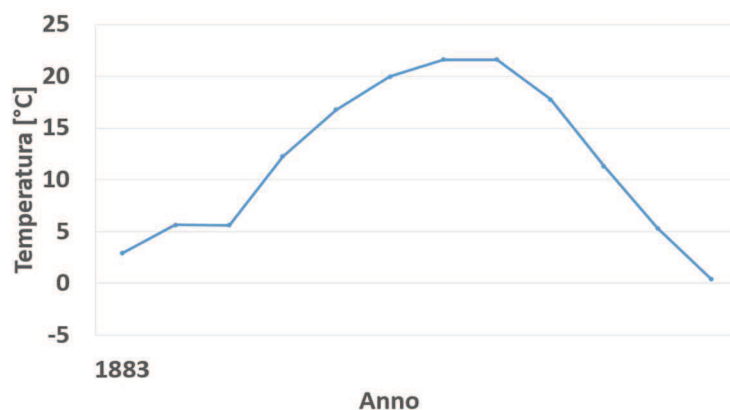


FIGURA 17: LA SERIE DEL SEMINARIO VESCOVILE

1. Osservatore

Il nome dell'osservatore non è noto.

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni venivano effettuate al Seminario Vescovile, che dal 1773 al 1907 si trovava presso l'attuale Biblioteca Comunale [22]. Viene riportata una quota altimetrica di 190 m s.l.m..

3. Fonte del dato

I dati sono disponibili sull'Annale dello ZAMG del 1883.

4. Dati disponibili

Sono disponibili soltanto gli estremi di temperatura mensili assoluti e le medie mensili degli estremi di temperatura giornalieri estremi mediati mensilmente.

5. Eventuali lacune o altre anomalie

Non sono presenti lacune e anomalie.

6. Strumentazione

La strumentazione utilizzata non è nota.

7. Orari di osservazione

Non noti.

8. Metodo di calcolo media

La media mensile può venire calcolata come media tra i due estremi mediati.

9. Altri metadati

Sono presenti anche altre misure, come precipitazioni.

1.7. Le Osservazioni di Casa Wolkenstein (1885-1915)

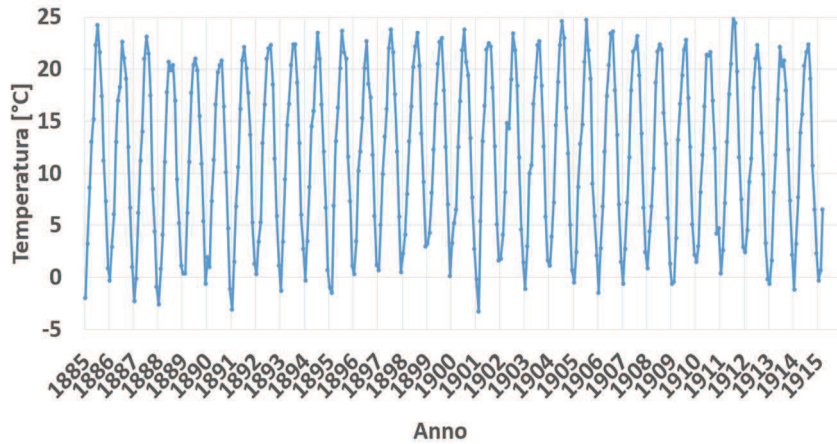


FIGURA 18: LA SERIE DI CASA WOLKENSTEIN

1. Osservatore

Una serie di osservatori si sono succeduti in tale periodo:

- 1885-1896: Prof. Alois Pernter (docente nella sezione tedesca del Ginnasio)
- 1898-1907: Signor Josef Tomasi
- 1910-1915: Signor Domenico Sartori

I nomi degli osservatori per gli anni 1897, 1908 e 1909 non sono riportati sugli annali dell'I. R. Istituto Idrografico. Si può desumere che l'osservatore fosse Pernter o Tomasi nel 1897 e Tomasi o Sartori nel 1908 e 1909.

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni venivano effettuate presso la sede della sezione di lingua tedesca del Ginnasio (Casa Wolkenstein). È riportata una quota altimetrica di 210 m s.l.m.

3. Fonte del dato

I dati sono disponibili sugli annali dello ZAMG per tutto il periodo, tranne l'anno 1897 e l'intervallo 1907-1909. Dal 1896 al 1912 sono riportati anche negli annali dell'I. R. Istituto Idrografico Centrale, che così sopperiscono a quella lacuna.

4. Dati disponibili

Sugli Annali dello ZAMG sono disponibili medie mensili dei dati, nonché estremi di temperatura. Dal 1888 al 1895 sono riportati anche gli estremi giornalieri di temperatura mediati mensilmente.

Sugli annali dell'Istituto Idrografico Centrale sono sempre presenti media mensile ed estremi. I dati giornalieri sono riportati per gli anni 1905-1909, 1911 e 1912.

5. Eventuali lacune o altre anomalie

I dati sono disponibili soltanto fino ad aprile 1915 (entrata in guerra dell'Italia). I dati di settembre 1908 e settembre 1914 non sono certi (indicati tra parentesi negli annali di ZAMG ed Ufficio Idrografico rispettivamente).



FIGURA 19: L'I.R. GINNASIO, AVENTE SEDE PRESSO CASA WOLKENSTEIN, NEGLI ANNI 1910-1920



FIGURA 20: CASA WOLKENSTEIN OGGI (FOTO DI LUCA ZANIBONI)

6. Strumentazione

La strumentazione utilizzata non è nota.

7. Orari di osservazione

I dati sono stati raccolti nei tre orari 7:00, 14:00 e 21:00.

8. Metodo calcolo media

La media mensile è stata calcolata con la regola di Kreil.

9. Altri metadati

Sono presenti anche altre misure, come precipitazioni e pressione.

1.8. Le Osservazioni dell'Istituto Bacologico (1898, 1902-1903, 1908, 1910-1911): TRIENT II

1. Osservatore

L'osservatore principale fu il Signor J. Rampazzo, direttore del Nuovo Istituto Bacologico, che raccolse i dati negli anni 1898, 1902 e 1910. Negli altri anni i dati furono raccolti da impiegati dello stesso istituto, il cui nome è specificato negli Annali dello ZAMG.

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni venivano effettuate presso il Nuovo Istituto Bacologico, attuale Facoltà di Economia. Gli Annali dello ZAMG riportano una quota altimetrica di 200 m s.l.m.

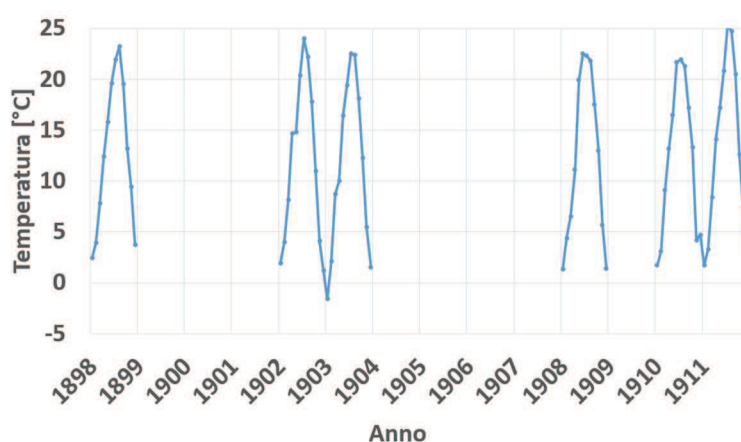


FIGURA 21: LA SERIE DEL NUOVO ISTITUTO BACOLOGICO

3. Eventuali lacune o altre anomalie

Non sono presenti lacune o anomalie.

4. Strumentazione

La strumentazione utilizzata non è nota.

5. Orari di osservazione

I dati sono stati raccolti nei tre orari 7:00, 14:00 e 21:00.

6. Metodo calcolo media

La media mensile è stata calcolata con la regola di Kreil.

7. Altri metadati

Sono presenti anche altre misure, come precipitazioni e pressione.



FIGURA 22: LA FACOLTÀ DI ECONOMIA DI TRENTO, DOVE UN TEMPO ERA PRESENTE IL NUOVO ISTITUTO BACOLOGICO (FOTO: GOOGLE MAPS)



FIGURA 23: IL NUOVO ISTITUTO BACOLOGICO NELL'ANNO 1983 [...]

1.9. Le Osservazioni estive al Convento di San Bernardino (giugno-agosto 1900-1913)

1. Osservatore

Non è indicato l'osservatore, ma i dati sono stati raccolti dai Frati Francescani del Convento di San Bernardino.

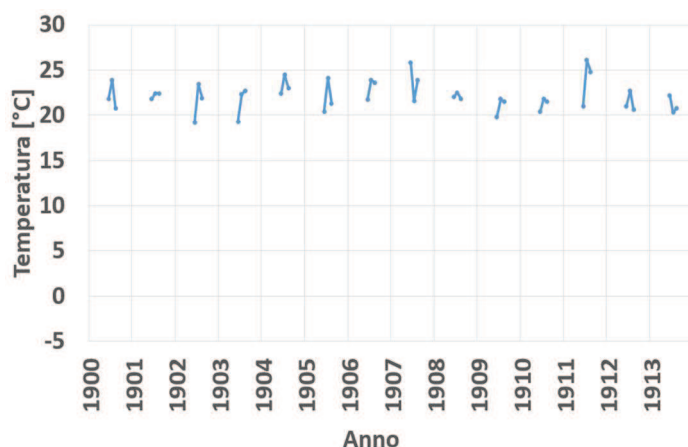


FIGURA 24: LA SERIE DEI PRIMI NOVECENTO DEI FRATI FRANCESCANI

*Osservazioni raccolte dall'Osservatorio Meteorologico
de' PP. Francescani in Trento.
Massima temperatura di 60 anni di osservazioni: fu di 32.4 il max luglio
1845*

Anni	Giugno			Luglio			Agosto		
	Media diurna mensile	Max. mensile	Min. mensile	Media diurna mensile	Max. mensile	Min. mensile	Media diurna mensile	Max. mensile	Min. mensile
1900	21.8°	31.0	14	23.9°	35.0	3.28	20.8°	31.0	1.2
1901	21.8	33.5	2	22.4	31.5	14	22.3	30.5	11
1902	19.2	30.5	3.30	23.4	34.5	9	21.9	30.5	20
1903	19.3	29.5	29	22.3	34.0	12	22.4	32.0	9.10
1904	22.4	30.5	18	24.5	33.5	10	23.0	33.0	6.9
1905	20.4	30.5	21	24.1	34.5	3.5	21.3	32.5	1.5

1900-1913

FIGURA 25: PARTE DEL MANOSCRITTO RECANTE LE OSSERVAZIONI DEI FRATI FRANCESCANI NEI PRIMI ANNI DEL NOVECENTO (FONDAZIONE BIBLIOTECA SAN BERNARDINO, FOTO DI LUCA ZANIBONI)

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni venivano effettuate presso il Convento di San Bernardino, ad una quota di 244 m s.l.m. Non è chiaro se temperature qui raccolte siano state misurate dai frati stessi, o raccolte da differenti fonti, come gli annali dello ZAMG. Non è nemmeno chiaro se i dati fossero stati raccolti presso il convento.

3. Fonte del dato

I dati sono stati trovati su un manoscritto negli archivi della Biblioteca di San Bernardino, parte di uno studio riguardante i massimi di temperatura dei 60 anni precedenti.

4. Dati disponibili

Sono disponibili medie mensili e massimi di temperatura.

5. Eventuali lacune o altre anomalie

Oltre al fatto che le misure sono disponibili soltanto per i mesi estivi di giugno, luglio e agosto, non sono presenti altre lacune o anomalie.

6. Strumentazione

La strumentazione utilizzata non è nota.

7. Orari di osservazione

Il dato non è disponibile.

8. Metodo calcolo media

Il dato non è disponibile.

9. Altri metadati

Per ogni mese è indicata la data in cui è stato misurato il massimo di temperatura.

1.10. Le Osservazioni di Padre Guglielmo Scartezzini (1916-1919)

1. Osservatore

I dati sono stati raccolti dal frate francescano Padre Guglielmo Scartezzini.

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni venivano effettuate presso il Convento di San Bernardino, ad una quota di 244 m s.l.m.

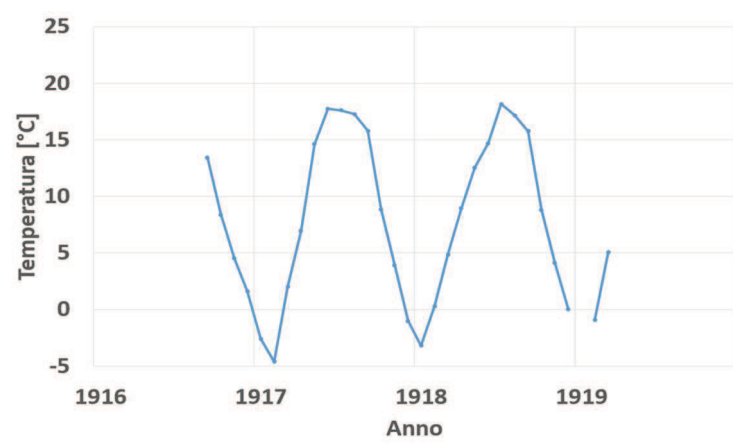


FIGURA 26: LA SERIE DI PADRE SCARTEZZINI

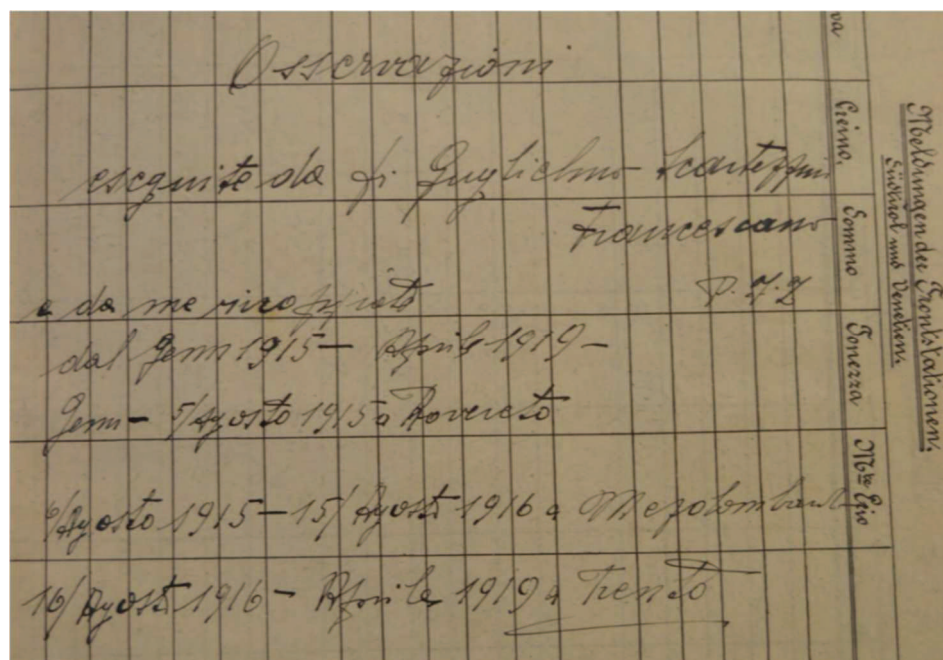


FIGURA 27: IL FRONTESPIZIO DEL MANOSCRITTO CON LE OSSERVAZIONI DI PADRE GUGLIELMO SCARTEZZINI (FONDAZIONE BIBLIOTECA SAN BERNARDINO, FOTO DI LUCA ZANIBONI)

3. Fonte del dato

I dati sono stati reperiti in un manoscritto conservato negli archivi della Biblioteca di San Bernardino, che raccoglie le misure di temperatura effettuate da Padre Guglielmo Scartezini da gennaio 1915 ad aprile 1919. In particolare, i dati sono stati raccolti a Rovereto nel periodo gennaio-agosto 1915, a Mezzolombardo da agosto 1915 al 17 agosto 1916, ed a Trento successivamente.

4. Dati disponibili

Sono disponibili dati giornalieri, una misura per giorno, presumibilmente la mattina (da confronto con altre serie). Soltanto ad ottobre e novembre del 1916 e novembre del 1917 sono presenti tre osservazioni, in orari non precisati.

5. Eventuali lacune o altre anomalie

A gennaio 1919 non sono riportati dati.

6. Strumentazione

La strumentazione utilizzata non è nota.

7. Orari di osservazione

A giudicare dai valori di temperatura, la misura veniva presa probabilmente al mattino.

8. Metodo calcolo media

La media non è stata calcolata, essendo presente un solo dato.

9. Altri metadati

Non sono presenti altri metadati.

1.11 Le Osservazioni presso il Convento di San Bernardino (1919-1993)

1. Osservatore

I dati sono stati raccolti dai frati responsabili delle osservazioni riportati in Tab. 1.

Osservatore	Periodo
Padre Ignazio Zanol	Gennaio 1919 - Luglio 1919
Padre Rodolfo Valcanover	Agosto 1919 - Luglio 1920
Padre Narciso Volcan	Agosto 1920
Padre Costanzo Sicheri	Settembre 1920 - Dicembre 1922
Padre Giusto Zoldan	Gennaio 1923 - Dicembre 1924
Padre Luigi Asson	Gennaio 1925 - Giugno 1926
Padre Marco Vanzetta	Luglio 1926 - Dicembre 1926
Padre Giustino Eccher	Gennaio 1927 - Dicembre 1930
Padre Tito Greiff	Gennaio 1931 - Dicembre 1931
Padre Stanislao Rigon	Gennaio 1932 - Dicembre 1932
Padre Guido Bolzanin	Gennaio 1933 - Dicembre 1934
Padre Giordano Barbacovi	Gennaio 1935 - Dicembre 1935
Padre Pio Logar	Gennaio 1936 - Giugno 1939
Padre Eghelberto Pomarolli	Luglio 1939 - Giugno 1941
Padre Corrado Lever	Luglio 1941 - Dicembre 1943
Padre Roberto Rosa	Luglio 1941 - Dicembre 1941
Padre Ef. Trettel	Luglio 1941 - Dicembre 1941
Padre Ottavio Carotta	Gennaio 1943 - Dicembre 1945
Padre Flaviano Dellagiacomà	Gennaio 1945 - Dicembre 1946
Padre Nazario Giordani	Gennaio 1947 - Novembre 1947 e Gennaio 1948 - Marzo 1948
Padre Girolamo Marietti	Dicembre 1947 - Gennaio 1948 e Gennaio 1954 - Dicembre 1961
Padre Alfredo Valentini	Gennaio 1948 - Dicembre 1948
Padre Silvestro Sartori	April 1948 - Dicembre 1948
Padre Fortunato Mattivi	Dicembre 1948 - Dicembre 1952
Padre Bonaventura Feller	Gennaio 1951 - Dicembre 1953
Padre Cesario Dalsass	Gennaio 1962 - Dicembre 1967
Padre Gustavo Vettori	Gennaio 1968 - Dicembre 1992

TABELLA 1: GLI OSSERVATORI PER LA SERIE DI SAN BERNARDINO

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni venivano effettuate al Convento di S. Bernardino, alla quota di 243 m s.l.m.



FIGURA 28: PIETRA RIPORTANTE L'ALTITUDINE DELLA STAZIONE. I REGISTRI RIPORTANO INVECE UN'ALTITUDINE DI 244 M S.L.M (FONDAZIONE BIBLIOTECA S. BERNARDINO, FOTO DI MATTIA MARCHIO)

I frati iniziarono a raccogliere dati meteorologici già all'inizio del '900, ma l'osservatorio di San Bernardino fu istituito ufficialmente dal Comando della Prima Armata nel 1919. Per tutta la durata del periodo delle osservazioni i dati vennero inviati all'Ufficio Centrale di Meteorologia di Roma.

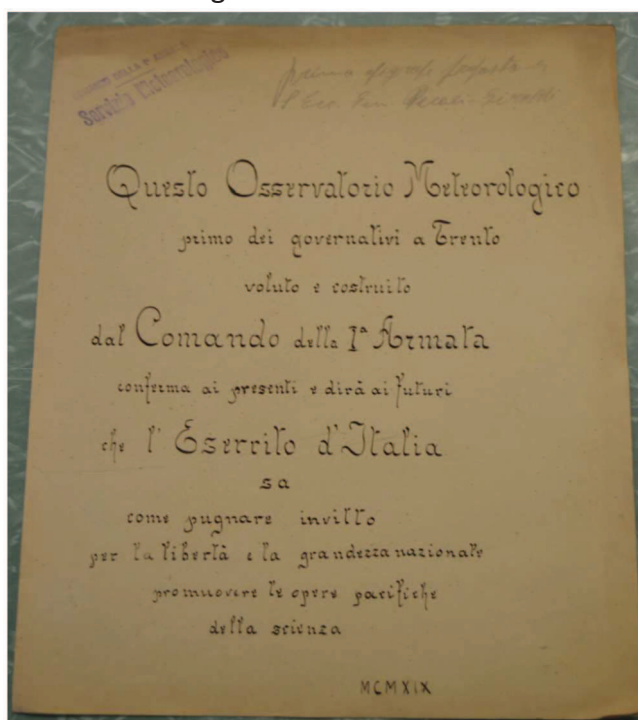


FIGURA 29: FOTO DEL DOCUMENTO UFFICIALE DEL COMANDO DELLA PRIMA ARMATA CHE CERTIFICA L'UFFICIALITÀ DELL'OSSERVATORIO DI SAN BERNARDINO (FONDAZIONE BIBLIOTECA SAN BERNARDINO, FOTO DI LUCA ZANIBONI)

3. Fonte del dato

I dati sono stati trovati sui registri del convento di San Bernardino.

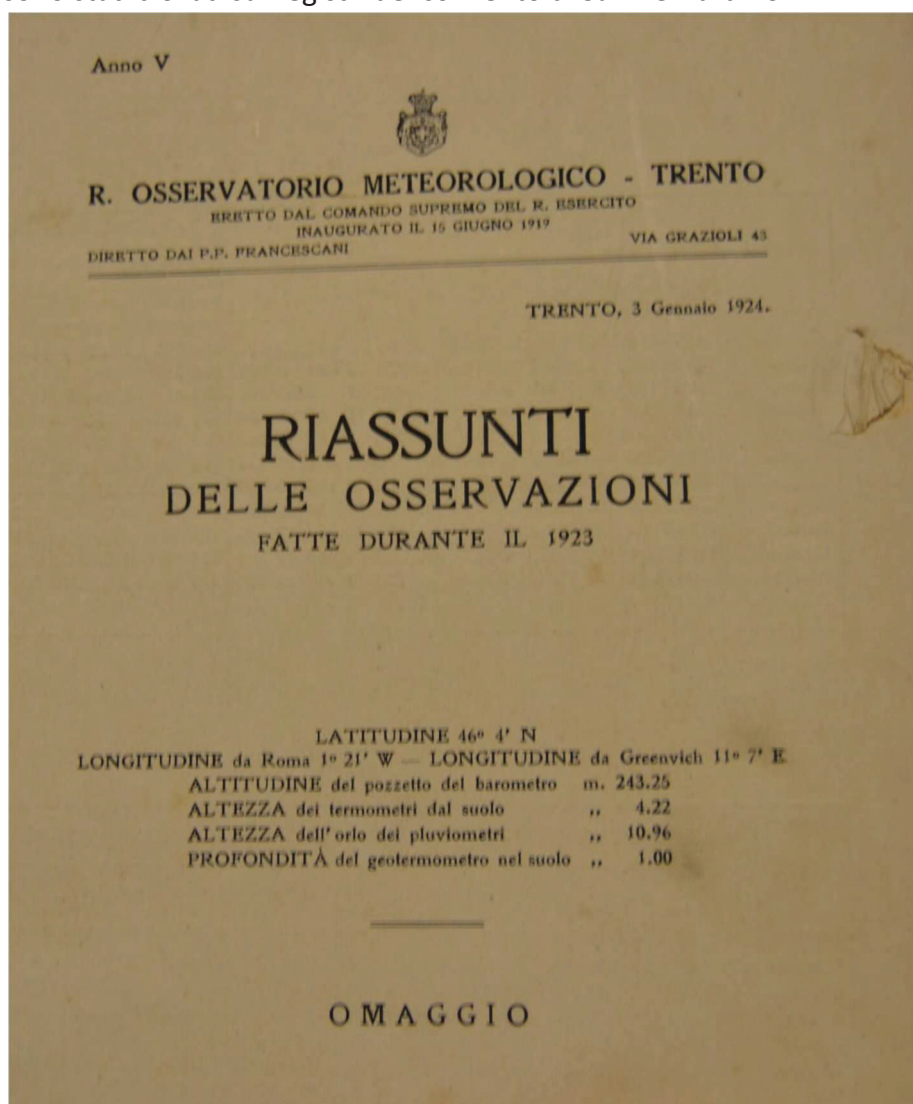


FIGURA 30: IL FRONTESPIZIO DEL REGISTRO CONTENENTE I DATI DELL'OSSERVATORIO DI SAN BERNARDINO PER L'ANNO 1923 (FONDAZIONE BIBLIOTECA SAN BERNARDINO, FOTO DI LUCA ZANIBONI)

4. Dati disponibili

Sono disponibili dati giornalieri, tre misure per giorno. Per quasi tutti gli anni sono disponibili anche dati mensili già mediati.

5. Eventuali lacune o altre anomalie

Per i primi quattro giorni di gennaio 1919 è disponibile la sola misura delle ore 9:00. Fino al 27 marzo del 1919 (15 marzo escluso) mancano le medie giornaliere, che vanno calcolate, coerentemente con il resto dei dati, tramite la seguente formula:

$$T_{media} = \frac{T_9 + T_{21} + T_{max} + T_{min}}{4}$$

Fino al 14 marzo 1919 sono presenti le sole temperature delle ore 9:00, la massima e la minima. In tal caso è stato deciso di calcolare la media giornaliera come:

$$T_{media} = \frac{T_9 + T_{max} + T_{min}}{3}$$

Da dicembre 1964 a dicembre 1967 non sono disponibili dati, probabilmente a causa di una ristrutturazione effettuata nel convento.

Inizialmente durante gli anni 1926, 1927 e 1928 i dati apparivano troppo elevati nei mesi estivi (27-34 °C). Tali misure erano state ricavate da riassunti mensili trascritti, trovati negli Archivi della biblioteca di San Bernardino. Controllando i registri originali si è notato che erano stati effettuati degli errori nella trascrizione di alcuni valori di medie mensili dal 1924 al 1930, quindi i dati sono stati da qui ricavati.

6. Strumentazione

Negli archivi della Biblioteca del Convento di San Bernardino sono presenti vari strumenti usati in passato, almeno una tipologia per ogni tipo di osservazione effettuata. Sono presenti numerosi termometri a mercurio, utilizzati per misurare la temperatura dell'aria con la frequenza di tre volte al giorno. Anche barografi, termigrafi ed un termometro a massimo e minimo sono stati trovati negli archivi.

7. Orari di osservazione

I dati venivano raccolti alle ore 8:00, 14:00 e 19:00 oppure 9:00, 15:00 e 21:00 (solo fino al 1932).

8. Metodo calcolo media

La media veniva calcolata tramite le seguenti formule (dipendenti dagli orari di osservazione):

$$T_{media} = \frac{T_8 + T_{19} + T_{max} + T_{min}}{4}$$

$$T_{media} = \frac{T_9 + T_{21} + T_{max} + T_{min}}{4}$$

9. Altri metadati

Sono riportate anche misure di pressione ed altre misure di temperatura (bulbo bagnato, media calcolata tramite gli estremi, ...).

Coordinate stazione: 46°4' N; 11°7' E.

Altezza termometri dal suolo: 4.22 m.

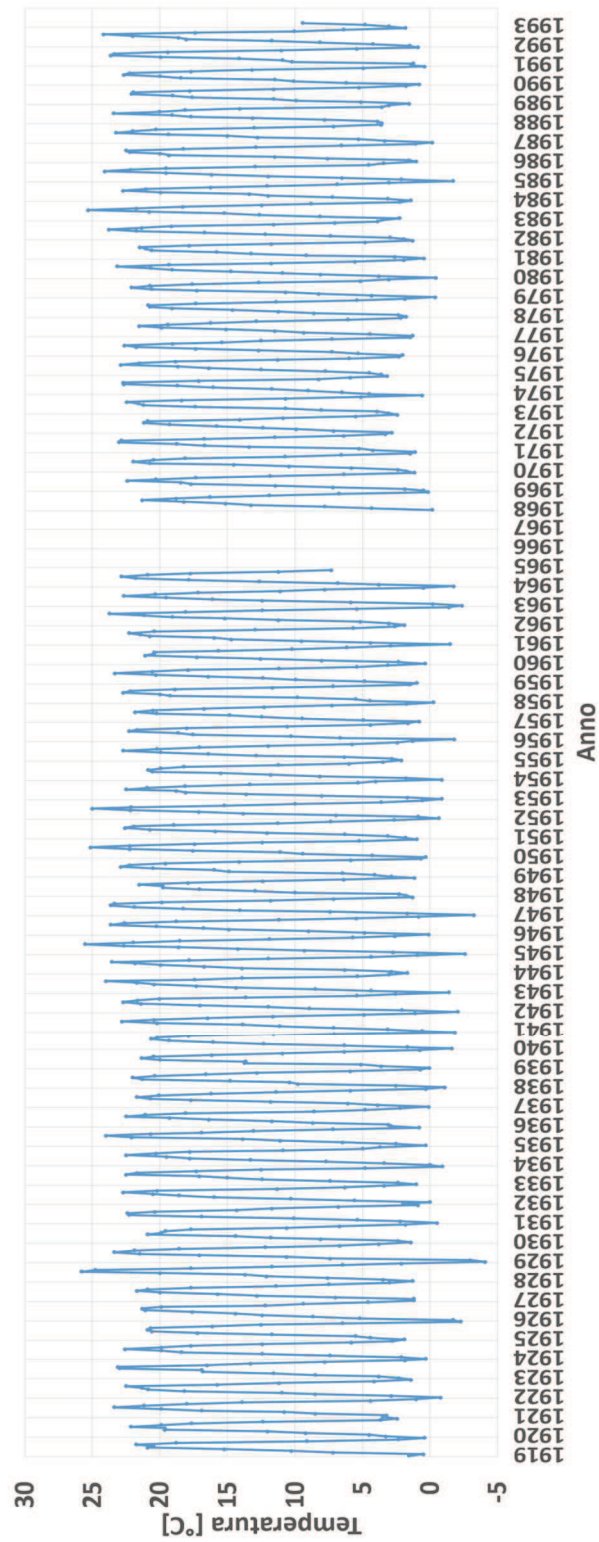
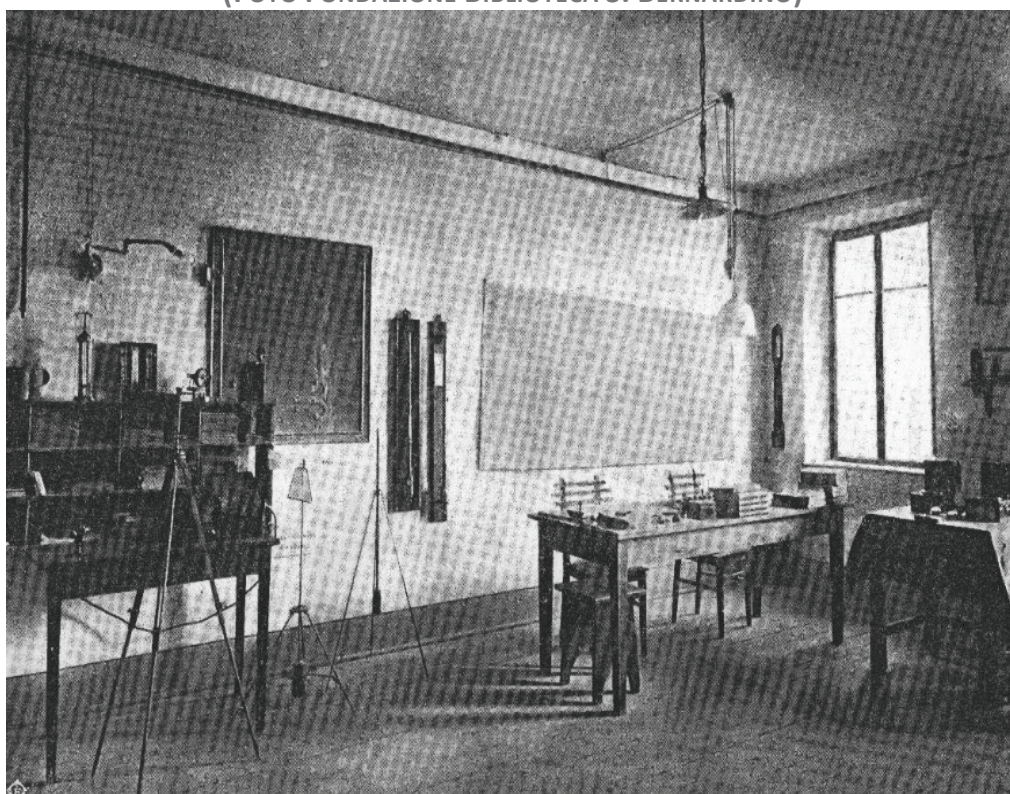


FIGURA 31: LA SERIE DI SAN BERNARDINO



**FIGURA 32: OSSERVATORIO METEOROLOGICO DI SAN BERNARDINO – ESTERNO
(FOTO FONDAZIONE BIBLIOTECA S. BERNARDINO)**



**FIGURA 33: OSSERVATORIO METEOROLOGICO DI SAN BERNARDINO - INTERNO
(FOTO: FONDAZIONE BIBLIOTECA S. BERNARDINO)**

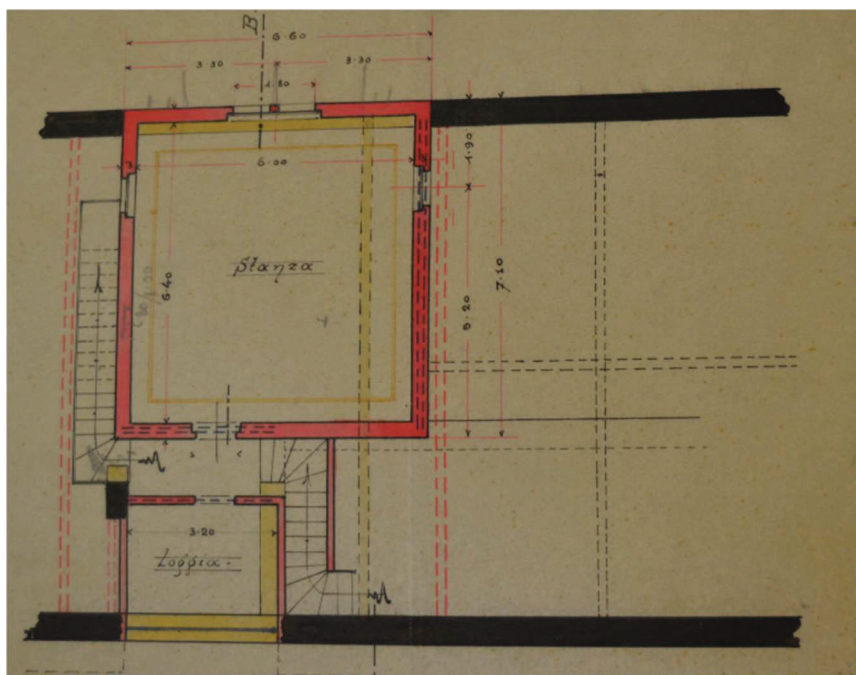


FIGURA 34: OSSERVATORIO METEOROLOGICO DI SAN BERNARDINO – PIANTA (FONDAZIONE BIBLIOTECA SAN BERNARDINO, FOTO DI LUCA ZANIBONI)

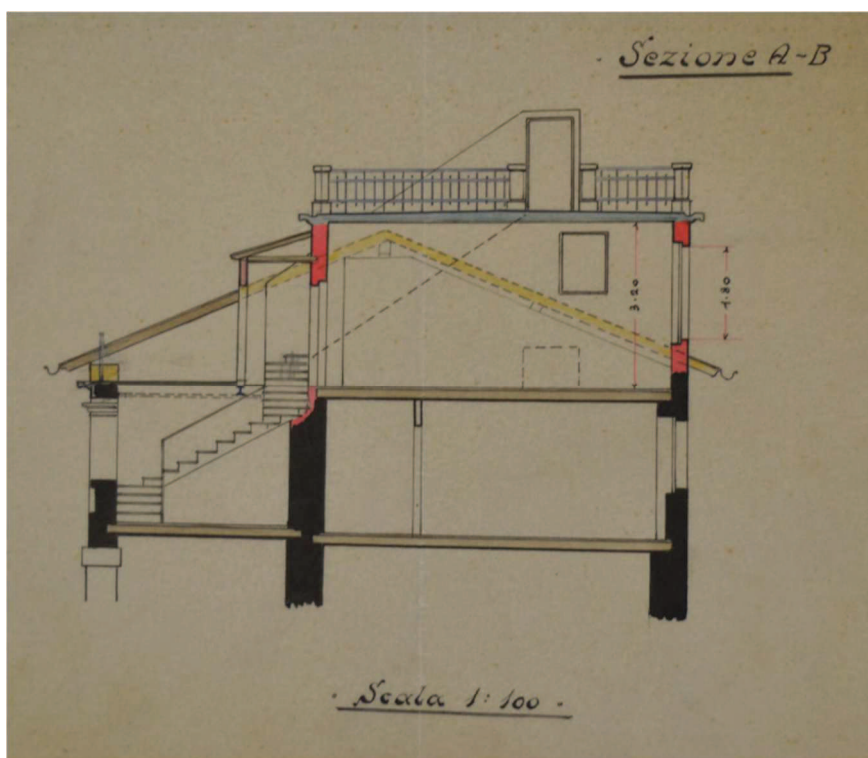


FIGURA 35: OSSERVATORIO METEOROLOGICO DI SAN BERNARDINO – SEZIONE (FONDAZIONE BIBLIOTECA SAN BERNARDINO, FOTO DI LUCA ZANIBONI)



Figura 36: La strumentazione utilizzata, conservata presso il convento di San Bernardino – termometri a mercurio per la misura della temperatura dell'aria (Fondazione Biblioteca S. Bernardino, foto di Mirco Vinante)



Figura 37: Strumentazione conservata presso il convento di San Bernardino – dettagli di uno dei termometri a mercurio, da cui si nota una risoluzione di 0.02 °C (Fondazione Biblioteca S. Bernardino, foto Mirco Vinante)



Figura 38: Strumentazione conservata presso il convento di San Bernardino – termometro a massima e minima (Fondazione Biblioteca S. Bernardino, foto di Mirco Vinante)

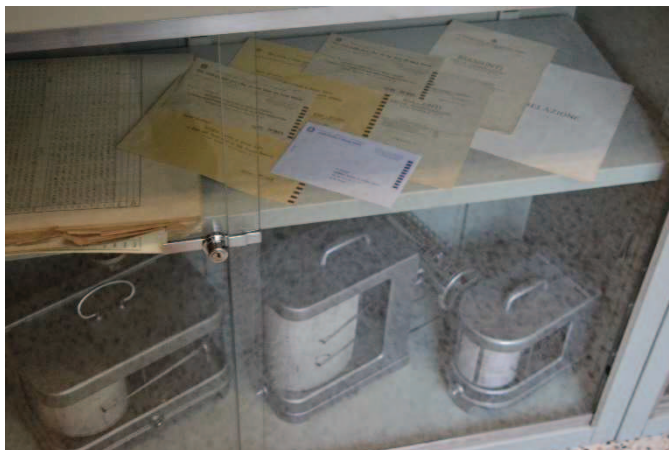


FIGURA 39: STRUMENTAZIONE CONSERVATA PRESSO IL CONVENTO DI SAN BERNARDINO (FONDAZIONE BIBLIOTECA SAN BERNARDINO, FOTO DI LUCA ZANIBONI)



FIGURA 40: STRUMENTAZIONE CONSERVATA PRESSO IL CONVENTO DI SAN BERNARDINO - ALTRI STRUMENTI DI MISURA, FOTO 2 (FONDAZIONE BIBLIOTECA SAN BERNARDINO, FOTO DI LUCA ZANIBONI)

1.12 Le Osservazioni della Stazione alle Laste (1920-2016)

1. Osservatore

I dati sono stati raccolti dai diversi operatori succedutisi nella gestione della stazione. A partire dall'Anno 1985, la stazione è stata automatizzata.

2. Luogo delle osservazioni

Le osservazioni vengono effettuate presso la stazione meteorologica delle Laste, ad una quota di 312 m s.l.m.

3. Fonte del dato

I dati sono disponibili per il download sul sito di Meteotrentino, www.meteotrentino.it.

4. Dati disponibili

Fino all'anno 1984 sono presenti solo gli estremi giornalieri di temperatura. A partire dal 1985, con l'automatizzazione della stazione, sono disponibili anche i dati orari di temperatura. A partire dalle ore 16:00 del 06/04/2004, i dati sono disponibili ogni 15 minuti.

5. Eventuali lacune o altre anomalie

La serie ottenuta dagli estremi presenta alcune lacune, la maggiore delle quali va da maggio 1922 a dicembre 1923. Le altre lacune sono prevalentemente mensili o bimestrali.

I dati orari non sono presenti da dicembre 1988 a gennaio 2003. Sono presenti altre lacune di uno o più mesi.

6. Strumentazione

Prima dell'automatizzazione della stazione, le temperature venivano annotate tramite rulli termigrafi, situati all'interno di una capannina. Dal 1985 la stazione è stata automatizzata ed i dati sono memorizzati e messi online in automatico. Gli strumenti analogici sono tuttora funzionanti presso l'osservatorio.

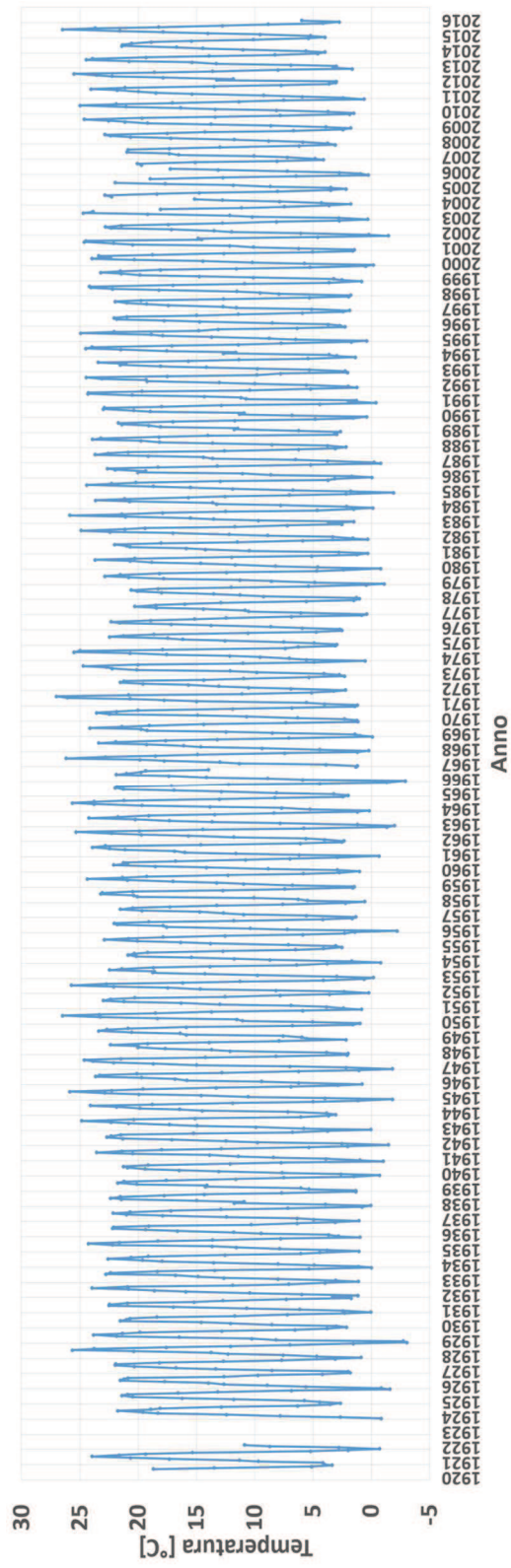


FIGURA 41: LA SERIE DELLE LASTE: MEDIA DA MASSIMO E MINIMO

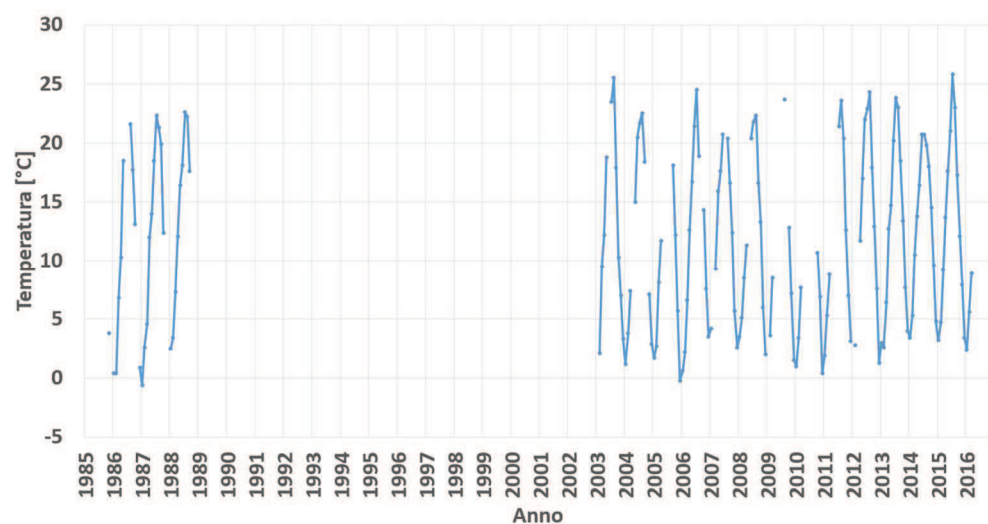


FIGURA 42: LA SERIE DELLE LASTE: MEDIA DA DATI RILEVATI OGNI ORA O OGNI 15 MINUTI



FIGURA 43: LA ZONA DELLE LASTE (FOTO DA GOOGLE MAPS)



FIGURA 44: CARTOLINA RAFFIGURANTE LA ZONA DELLE LASTE NEL 1925 [...]



FIGURA 45: L'OSSERVATORIO DELLE LASTE (FOTO DI LORENZO GIOVANNINI)

Meteotrentino
Centro funzionale di Protezione Civile

[Bollettini](#)
[Chi siamo](#)
[Dati meteo](#)
[Clima](#)
[Didattica](#)
[Prot.civile](#)
[Neve](#)

Vai alla mappa...

ID	NOME	INIZIO	FINE	Quota (m)	
T0154	Ala (Convento)	01/01/1921	22/06/2005	165	scheda
T0405	Ala (Maso Le Pozze)	17/05/2012		170	scheda
T0153	Ala (Ronchi)	01/08/1927		692	scheda
T0146	Aldeno (San Zeno)	01/11/1923		182	scheda
T0192	Arco	18/07/1985	10/02/2005	91	scheda
T0322	Arco (Arboreto)	31/05/2004	23/03/2014	115	scheda
T0401	Arco (Bruttogosto)	30/05/2012		85	scheda
T0204	Bezzecca	01/01/1921	06/04/2006	698	scheda
T0402	Bezzecca (Spessa)	06/06/2012		710	scheda
T0015	Bieno	01/10/1923		843	scheda
T0222	Borgo Valsugana	01/01/1921	19/01/2006	385	scheda
T0152	Brentonico	01/07/1926	03/02/2010	693	scheda
T0155	Brentonico (Diga Di Pra' Da Stua)	01/01/1975	31/12/2003	1045	scheda
T0443	Brentonico (Santa Caterina)	21/12/2009		727	scheda
T0415	Bresimo (Malga Bordolona)	16/05/2012		1815	scheda
T0231	Campestrin	01/09/2002	08/01/2013	1385	scheda
T0229	Campitello (Malga Do Col D'Aura)	02/09/2002		2050	scheda
T0323	Campodenno (frana)	30/03/2004		610	scheda
T0030	Canal San Bovo	01/10/1927		750	scheda
T0437	Canazei	28/03/2012		1465	scheda
T0445	Canazei (Coi de Pausa)	01/01/2009		2376	scheda
T0421	Caoria	15/05/2007		803	scheda
T0029	Caoria (Centrale)	01/01/1921	07/01/2002	908	scheda
T0431	Capriana	04/04/2012		1055	scheda
T0065	Careser (Diga)	01/01/1930		2600	scheda

1 2 3 4 5 6 7 8 9

FIGURA 46: L'ELENCO DELLE STAZIONI REPERIBILI SUL SITO DI METEOTRENTINO [23]



FIGURA 47: STRUMENTAZIONE DELL'OSSERVATORIO DELLE LASTE (FOTO DI LORENZO GIOVANNINI)



FIGURA 48: STRUMENTAZIONE ANALOGICA DELL'OSSERVATORIO DELLE LASTE, ALL'INTERNO DELLA CAPANNINA (FOTO DI LORENZO GIOVANNINI)

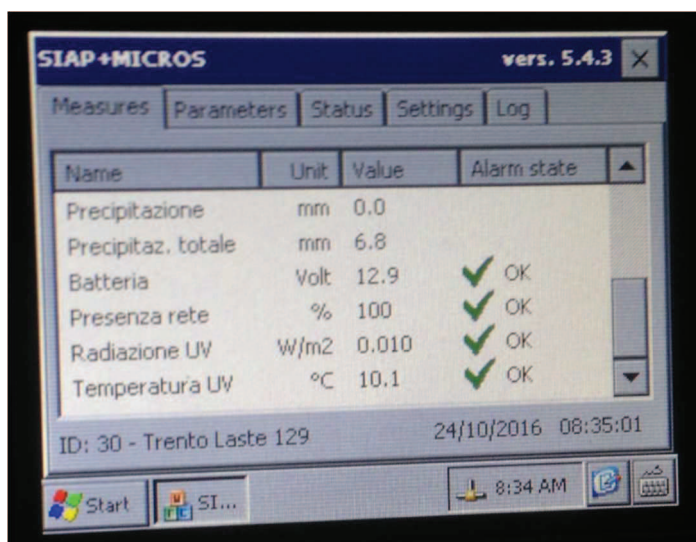


FIGURA 49: IL DISPLAY DEL DIGITALIZZATORE AUTOMATICO DEI DATI MISURATI PRESSO LA STAZIONE DELLE LASTE (FOTO DI LUCA ZANIBONI)

7. Orari di osservazione

Dal 1985 al 06/04/2004, la temperatura veniva misurata ogni ora. Successivamente, ogni 15 minuti. Dai 24 (o 96) dati giornalieri vengono poi ricavati gli estremi e la media giornaliera, e poi mensile.

8. Metodo calcolo media

Quando sono presenti solo gli estremi, la media è stata ottenuta come media mensile a partire dalle medie giornaliere calcolate come media tra gli estremi. Quando sono presenti dati orari o ogni 15 minuti, la media è stata ottenuta da tutti i dati mensili disponibili, già calcolata dal software del sito di Meteotrentino. Sono stati utilizzati soltanto i dati contrassegnati come "Dati certi" nell'elenco delle misure.

9. Altri metadati

Coordinate stazione: 46.072 N; 11.136 E.

1.13. Serie Storiche di Temperatura della Città di Trento: riepilogo

Nel seguente diagramma di Gantt, è riportato il resoconto delle serie disponibili nei vari anni. Gli anni in cui le serie mensili sono complete sono stati marcati in verde. Al contrario gli anni in cui alcuni mesi sono mancanti, sono stati marcati in arancione. Le barre rosse stanno a indicare gli anni relativi ai quali non è stato trovato alcun dato.

I grafici sottostanti, invece, riportano tutte le serie storiche delle medie mensili disponibili nei 200 anni. Nonostante le serie non siano ancora state omogeneizzate, un trend di aumento della temperatura è già visibile, soprattutto nelle temperature estive, che aumentano di circa 5°C nei 200 anni.

LEGENDA	
	anno completo
	anno con dati parziali
	dati assenti

Luogo	Altitudine [in MSL]	Osservatore	Fonte	Tipo di dati	Anni	1810	1820	1830	1840	1850	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Sconosciuto	Sconosciuta	Sconosciuto; dati raccolti da J. Wessely	Annali dello ZAMG	Medie mensili	1816-1832																					
Ex I.R. Gimnasio	200	Prof. F. Lunelli	Manoscritto di Lunelli e/o Annali dello ZAMG	Medie mensile, massimi e minimi mensili	1820-1858 1864-1867																					
Casa Wolkenstein	210	G. Garbari	Manoscritto di Garbari	3 misure giornaliere: 7:00, 14:00 e 21:00	1851-1871																					
Istituto Bacologico (Laste)	330	F. Gerloni	Annali dello ZAMG	Medie mensili	1874-1875																					
Agricultural School at S. Giorgio	258	F. Gerloni	Annali dello ZAMG	Medie mensili	1876-1882																					
Seminario Episcopale	190	Sconosciuto	Annali dello ZAMG	Medie di massimi e minimi mensili	1883																					
Casa Wolkenstein	210	A. Pernier et al.	Annali dello ZAMG e/o Annali dell'Imperiale Regio Istituto Idrografico	Medie mensili e/o medie giornaliere	1885-1915																					
Istituto Bacologico (ECO)	200	Various	Annali dello ZAMG	Medie mensili	1898 1902-03 1908 1910-11																					
Convento di San Bernardino ?	244 ?	Sconosciuto	Documenti del Convento di San Bernardino	Medie mensili e massimi mensili	1900-1913 (solo 06, 07 e 08)																					
Convento di San Bernardino	244 ?	Padre Scartezzini	Documenti del Convento di San Bernardino	Misure giornaliere (una per giorno)	1916-1919																					
Convento di San Bernardino	244	Vari	Documenti del Convento di San Bernardino	Medie mensili e giornaliere	1919-1993																					
Stazione meteorologica delle Laste	312	Vari	Sito Ufficiale Meteorologico	Massimi e minimi giornalieri	1920-2016																					
Stazione meteorologica delle Laste	312	Vari	Sito Ufficiale Meteorologico	Tutte le misure: una per ora o una ogni 15 minuti	1985-1988 2003-2016																					

FIGURA 50: SCHEMA DELLE OSSERVAZIONI COMPONENTI LA SERIE STORICA DELLE TEMPERATURE DI TRENTO

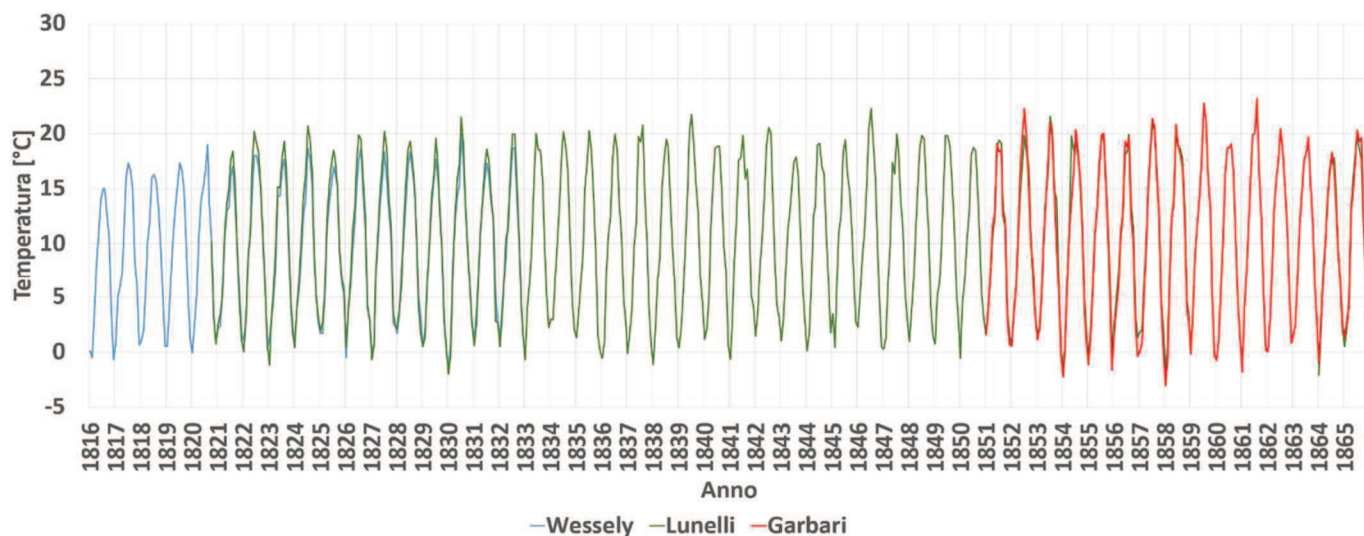


FIGURA 51: SERIE STORICHE DELLE MEDIE MENSILI DISPONIBILI NEGLI ANNI 1816-1865

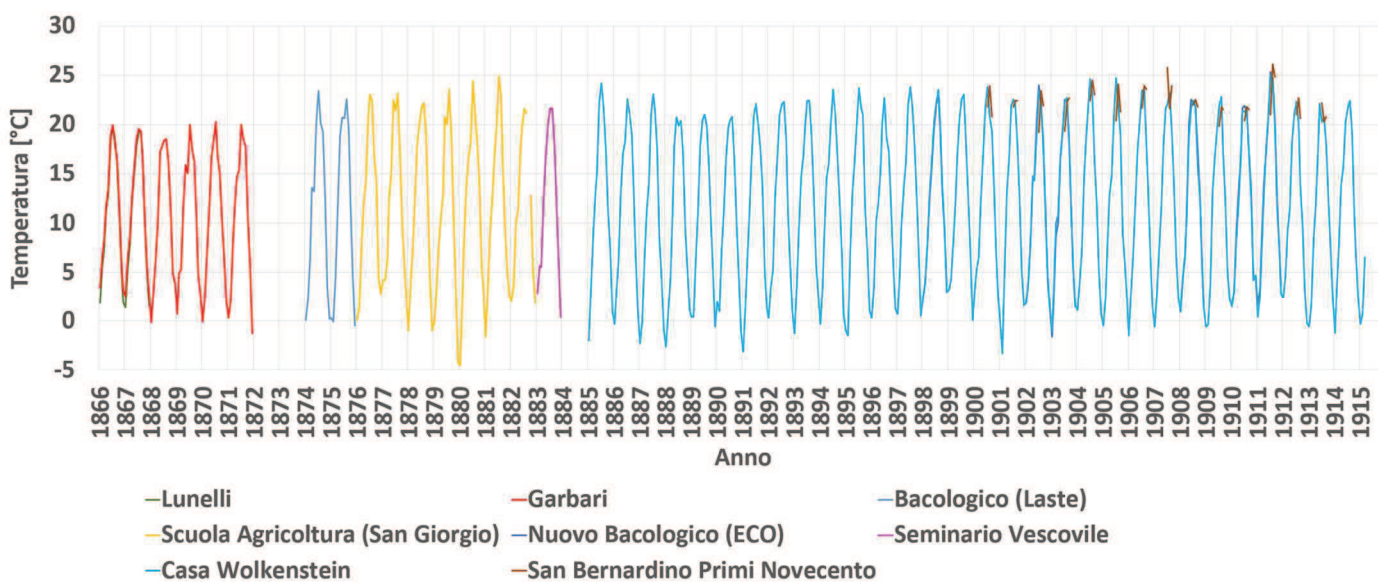


FIGURA 52: SERIE STORICHE DELLE MEDIE MENSILI DISPONIBILI NEGLI ANNI 1866-1915

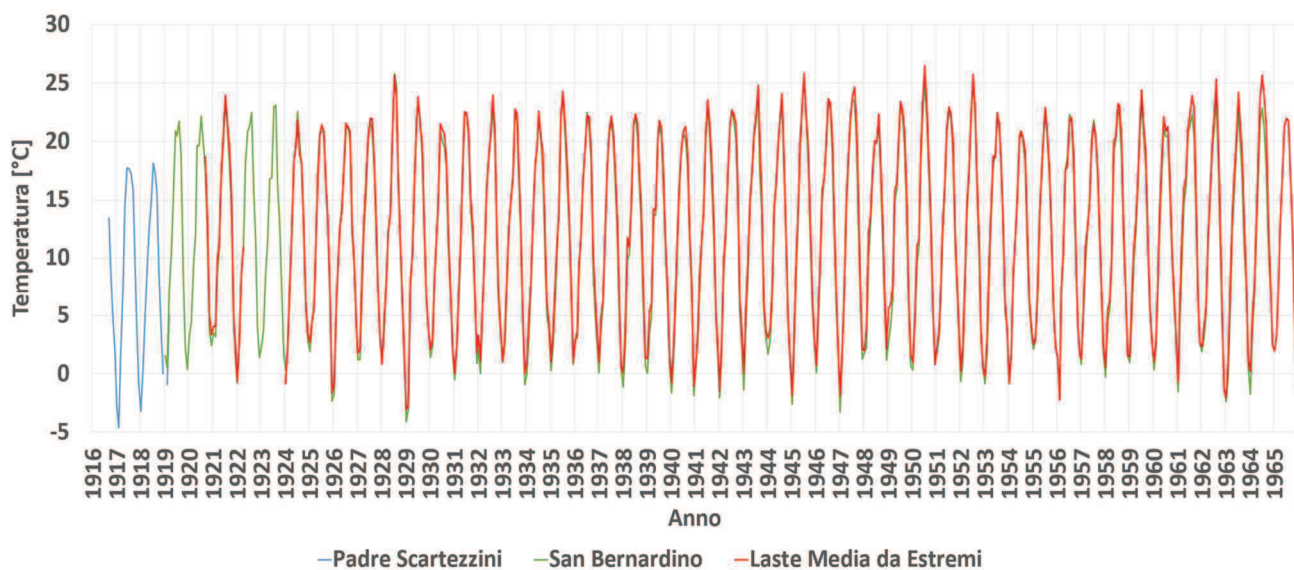


FIGURA 53: SERIE STORICHE DELLE MEDIE MENSILI DISPONIBILI NEGLI ANNI 1916-1965

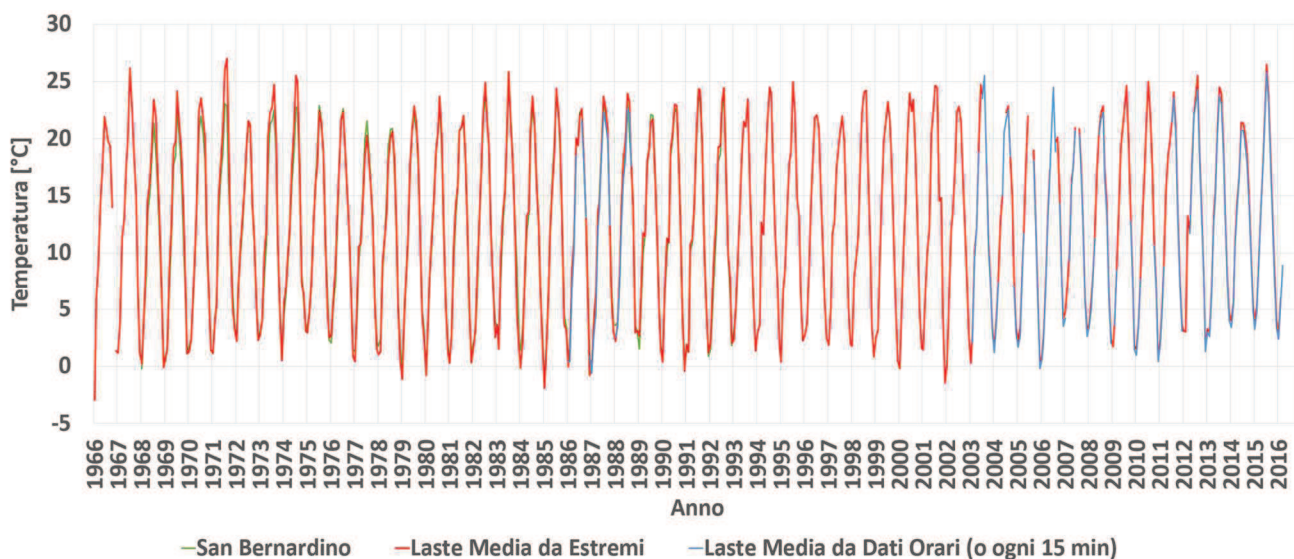


FIGURA 54: SERIE STORICHE DELLE MEDIE MENSILI DISPONIBILI NEGLI ANNI 1966-2016

1.14. Serie storica con medie stagionali

A partire dalle serie di medie mensili disponibili, sono state calcolate le medie stagionali, prendendo come riferimento le stagioni meteorologiche, ossia:

- inverno: dicembre, gennaio e febbraio
- primavera: marzo, aprile e maggio
- estate: giugno, luglio e agosto
- autunno: settembre, ottobre e novembre.

Ogni anno meteorologico considerato inizia quindi con la stagione invernale, e quindi di fatto il primo dicembre dell'anno precedente.

Ogni punto delle serie risultanti deriva, quindi, da medie trimestrali, ottenute soltanto se tutti tre i mesi necessari sono disponibili. Ogni anno risulta quindi essere composto da quattro misure.

Qui di seguito è riportata la sovrapposizione di tutte le serie delle medie stagionali disponibili nei 200 anni. In questo caso, ovviamente, gli estremi appaiono più livellati, ma è comunque visibile un generale aumento di temperatura, specialmente nei massimi.

Inoltre, in particolar modo negli anni recenti, sono presenti alcune lacune all'interno delle serie, in particolare negli anni 2003, 2005 e 2007. E' infatti sufficiente la mancanza di un mese per non poter calcolare la media della temperatura dell'intera stagione.

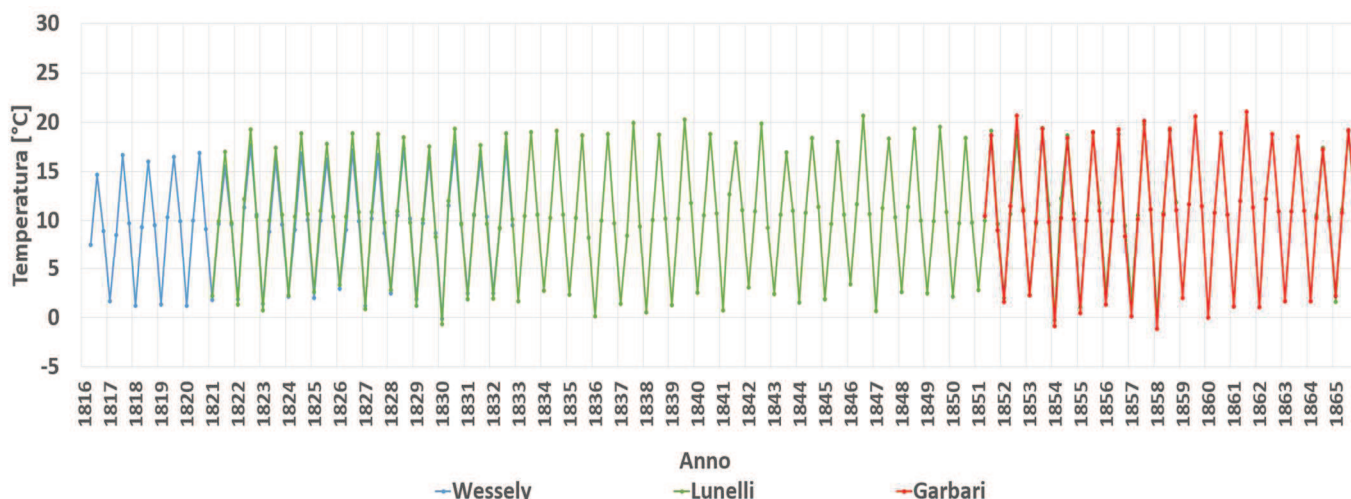


FIGURA 55: SERIE STORICHE DELLE MEDIE STAGIONALI DISPONIBILI NEGLI ANNI 1816-1865

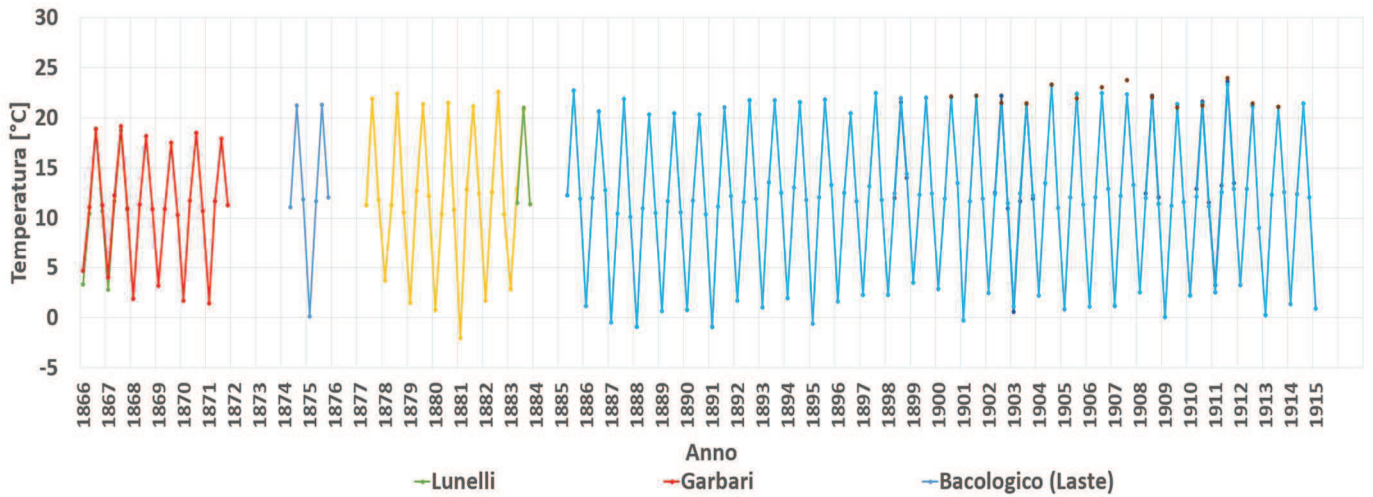


FIGURA 56: SERIE STORICHE DELLE MEDIE STAGIONALI DISPONIBILI NEGLI ANNI 1866-1915

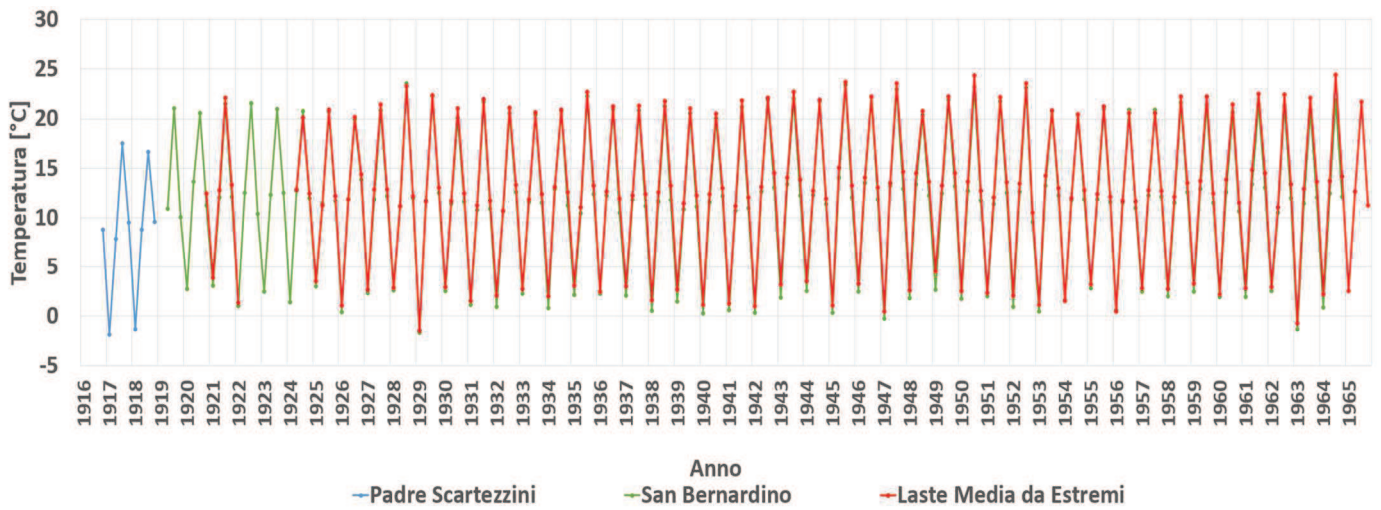


FIGURA 57: SERIE STORICHE DELLE MEDIE STAGIONALI DISPONIBILI NEGLI ANNI 1916-1965

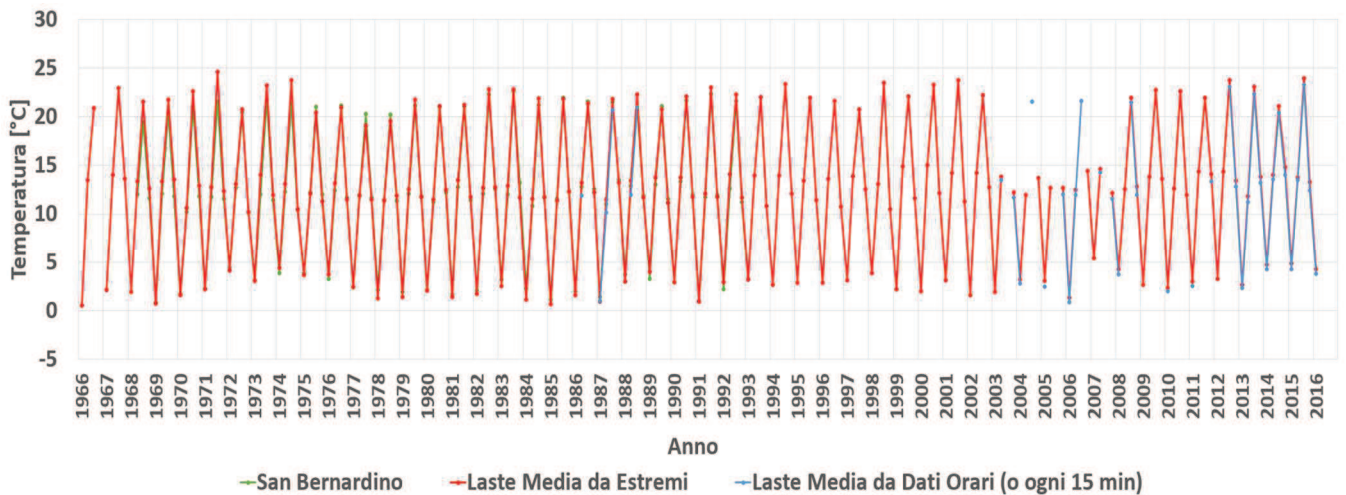


FIGURA 58: SERIE STORICHE DELLE MEDIE STAGIONALI DISPONIBILI NEGLI ANNI 1966-2016

1.15. Confronto tra serie sovrapposte

Come si è visto dai grafici rappresentanti tutte le serie delle medie mensili e stagionali disponibili, vi sono alcuni periodi in cui sono disponibili più dati. Per poter capire quale serie utilizzare in tali periodi, per la ricostruzione della serie storica di 200 anni di temperatura della città di Trento, è necessario effettuare un confronto a due a due tra di esse, considerando in particolare gli anni in cui i dati sono sovrapposti. Il confronto è stato svolto utilizzando sia le serie di delle medie mensili che quelle delle medie stagionali.

Per ogni coppia di serie sovrapposte sono stati riportati:

- il grafico con le due serie sovrapposte
- il grafico con la differenza tra le due serie
- il diagramma a dispersione avente le due serie sugli assi.

Al termine del paragrafo verranno anche riportate due tabelle riassuntive (una relativa alle serie delle medie mensili mensile ed una a quelle delle medie stagionali) riportanti, per ogni coppia di sequenze, il numero di punti in cui si ha sovrapposizione tra le due, la deviazione standard della differenza tra le due prendendo il punto "0" come media (in quanto, se due serie fossero perfettamente sovrapposte la differenza sarebbe sempre di 0 °C) ed il valore R^2 calcolato nei diagrammi a dispersione.

1. Wessely-Lunelli

Come si vede, sono presenti discostamenti piuttosto evidenti (fino a 2-3 °C) nei mesi più caldi (dove la serie di Wessely riporta valori minori) e più freddi (dove la serie di Wessely riporta valori maggiori). Questo, evidente anche dai diagrammi a dispersione, può essere dovuto ad una probabile differenza di quota tra le due stazioni. Le differenze vengono, ovviamente, in parte smorzate se il confronto viene svolto su scala stagionale.

I diagrammi a dispersione evidenziano comunque una buona correlazione tra le due serie.

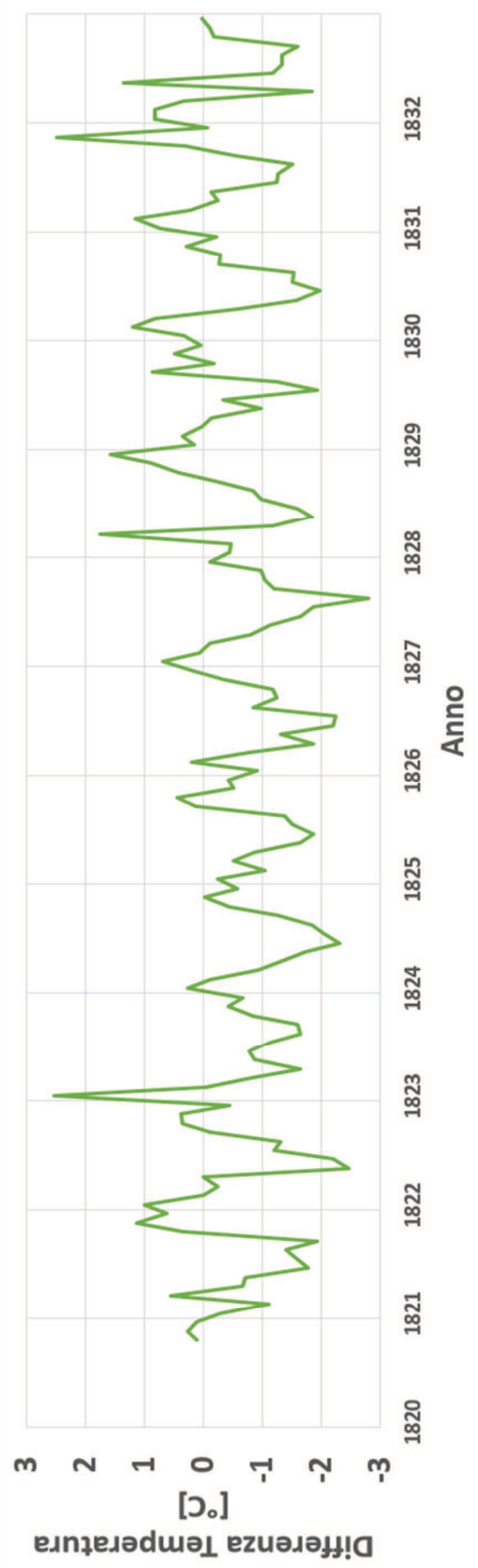
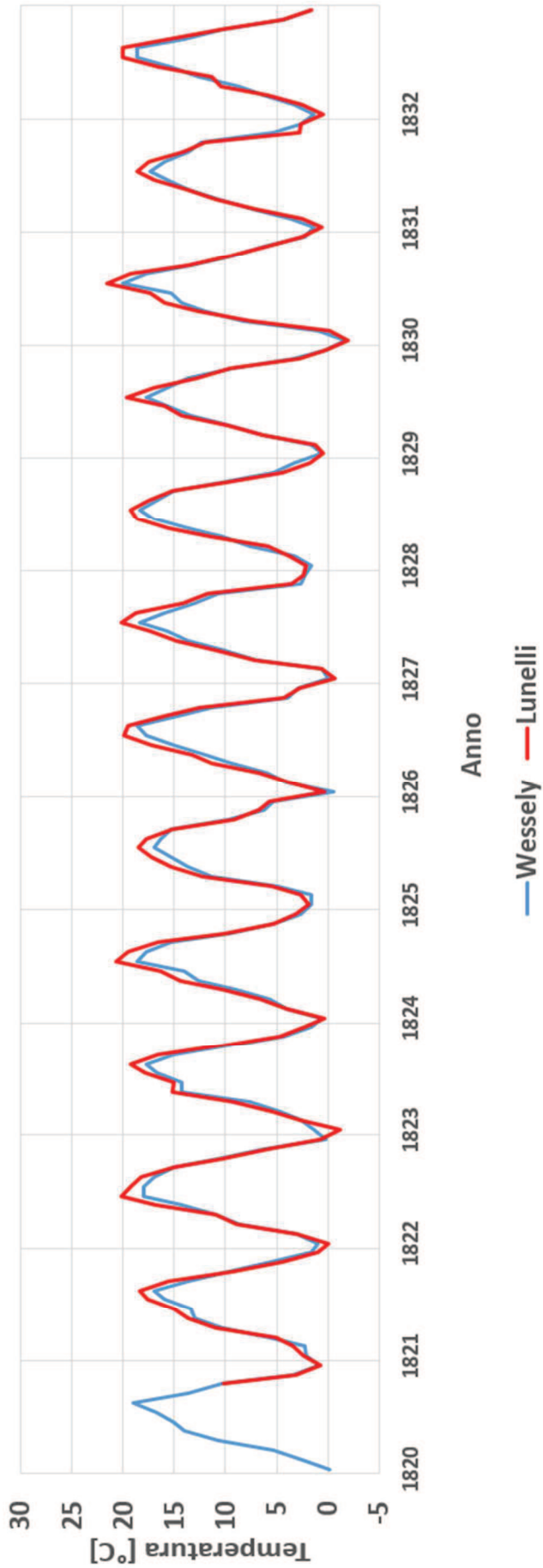


FIGURA 59: CONFRONTO TRA SERIE MENSILI DI WESSELY E LUNELLI - SOVRAPPOSIZIONE E DIFFERENZA TRA SERIE

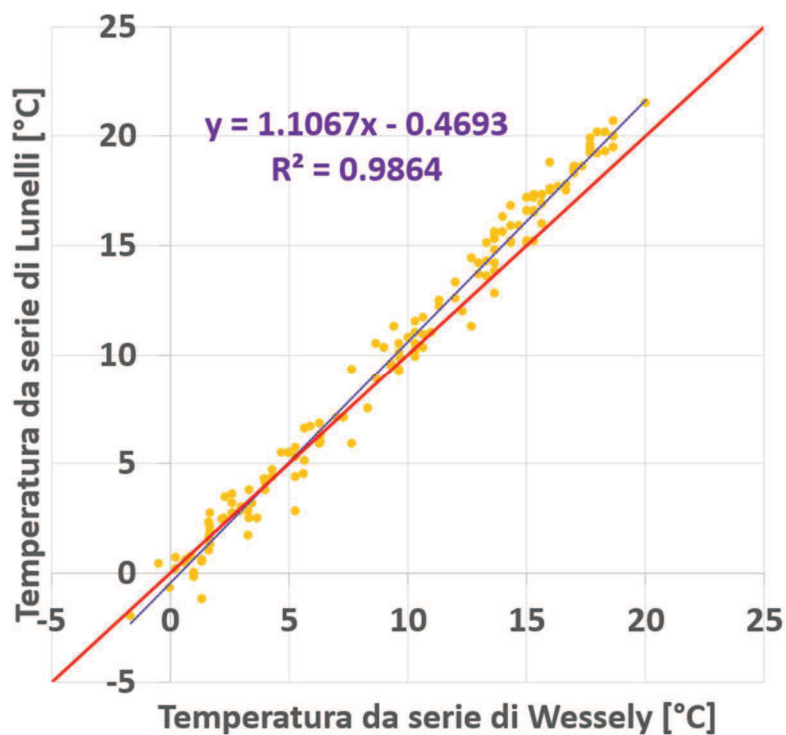


FIGURA 60: CONFRONTO TRA SERIE MENSILI DI WESSELY E LUNELLI - DIAGRAMMA A DISPERSIONE

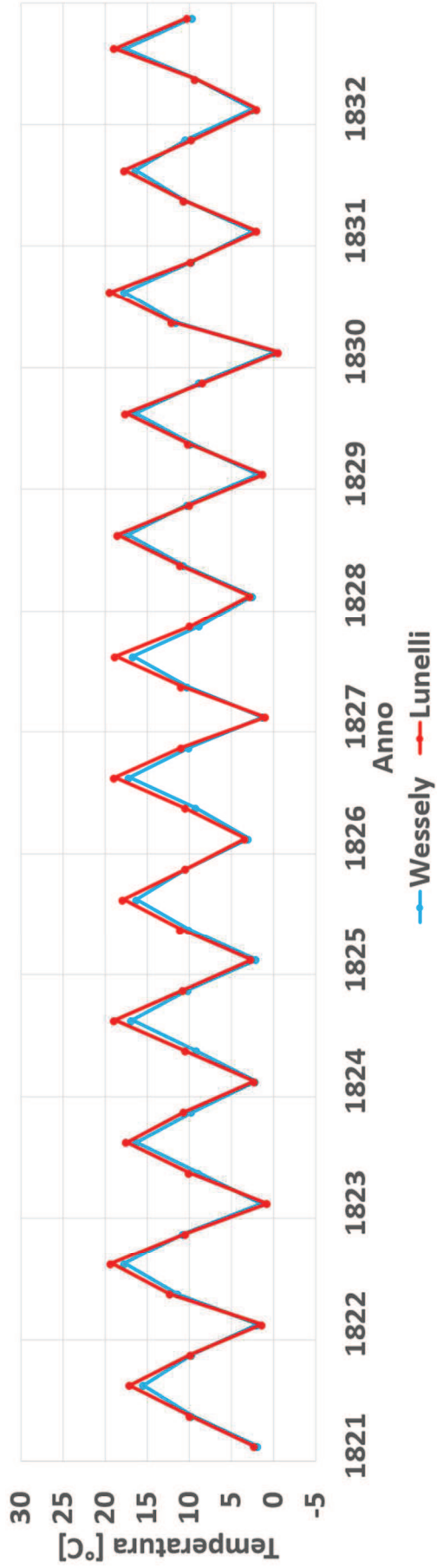


FIGURA 61: CONFRONTO TRA SERIE STAGIONALI DI WESSELY E LUNELLI - SOVRAPPOSIZIONE E DIFFERENZA TRA SERIE

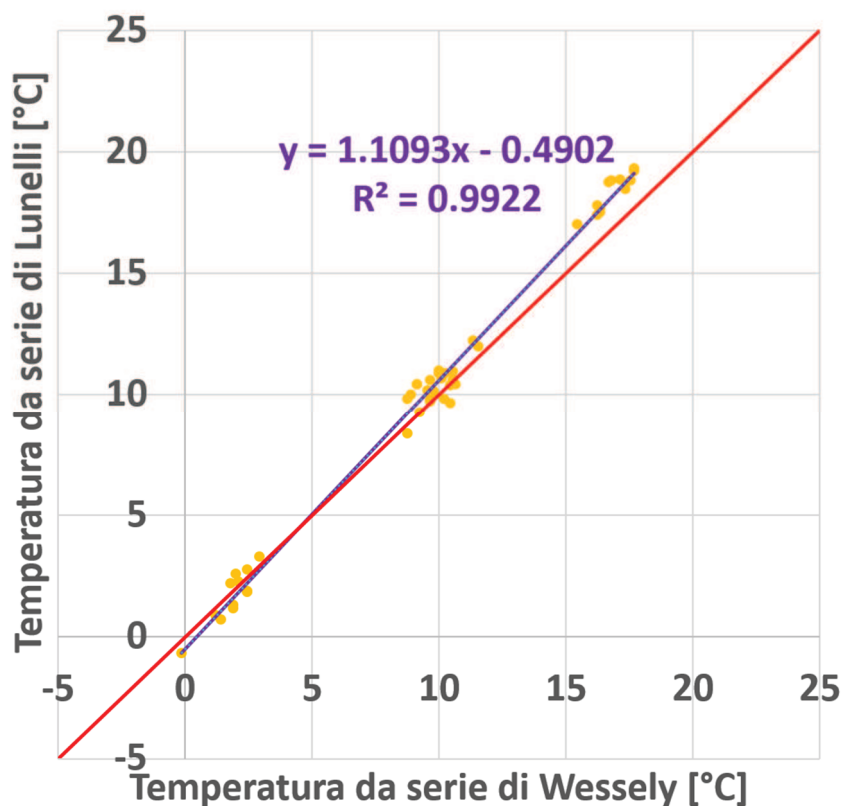


FIGURA 62: CONFRONTO TRA SERIE STAGIONALI DI WESSELY E LUNELLI - DIAGRAMMA A DISPERSIONE

2. Lunelli-Garbari

In linea generale le due serie appaiono abbastanza concordanti, nonostante ci siano, specialmente nelle stagioni calde e fredde, alcuni mesi con addirittura 4-6 °C di differenza. Le ragioni di tali discostamenti sono ignote, in quanto entrambi gli osservatori raccoglievano i dati in centro storico. Con molte probabilità i discostamenti sono dovuti ad errori di calcolo delle medie, errori di lettura o differenti posizionamenti degli strumenti di misura (ad esempio, i termometri potrebbero essere stati posizionati in stanze con differenti condizioni e/o inerzia termica, seppur le misure venivano presumibilmente effettuate dopo aver aperto le finestre). Anche i diagrammi a dispersione evidenziano la presenza di queste anomalie.

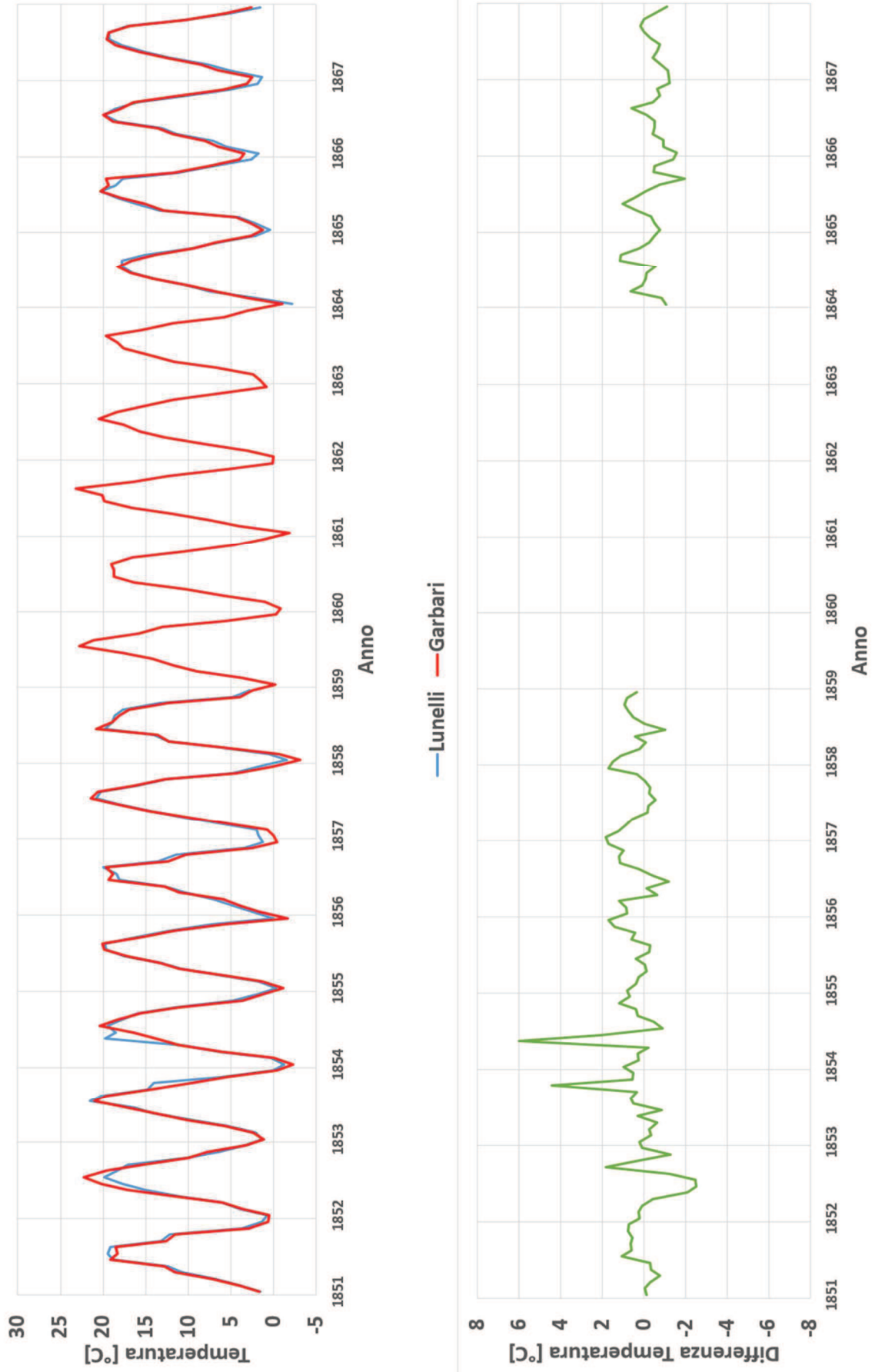


FIGURA 63: CONFRONTO TRA SERIE MENSILI DI LUNELLI E GARBARI - SOVRAPPOSIZIONE E DIFFERENZA TRA SERIE

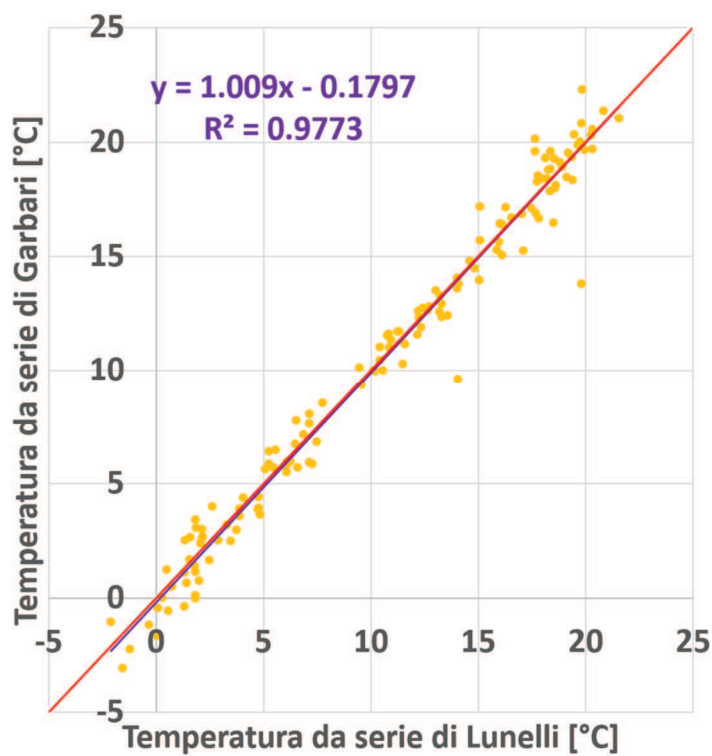


FIGURA 64: CONFRONTO TRA SERIE MENSILI DI LUNELLI E GARBARI - DIAGRAMMA A DISPERSIONE

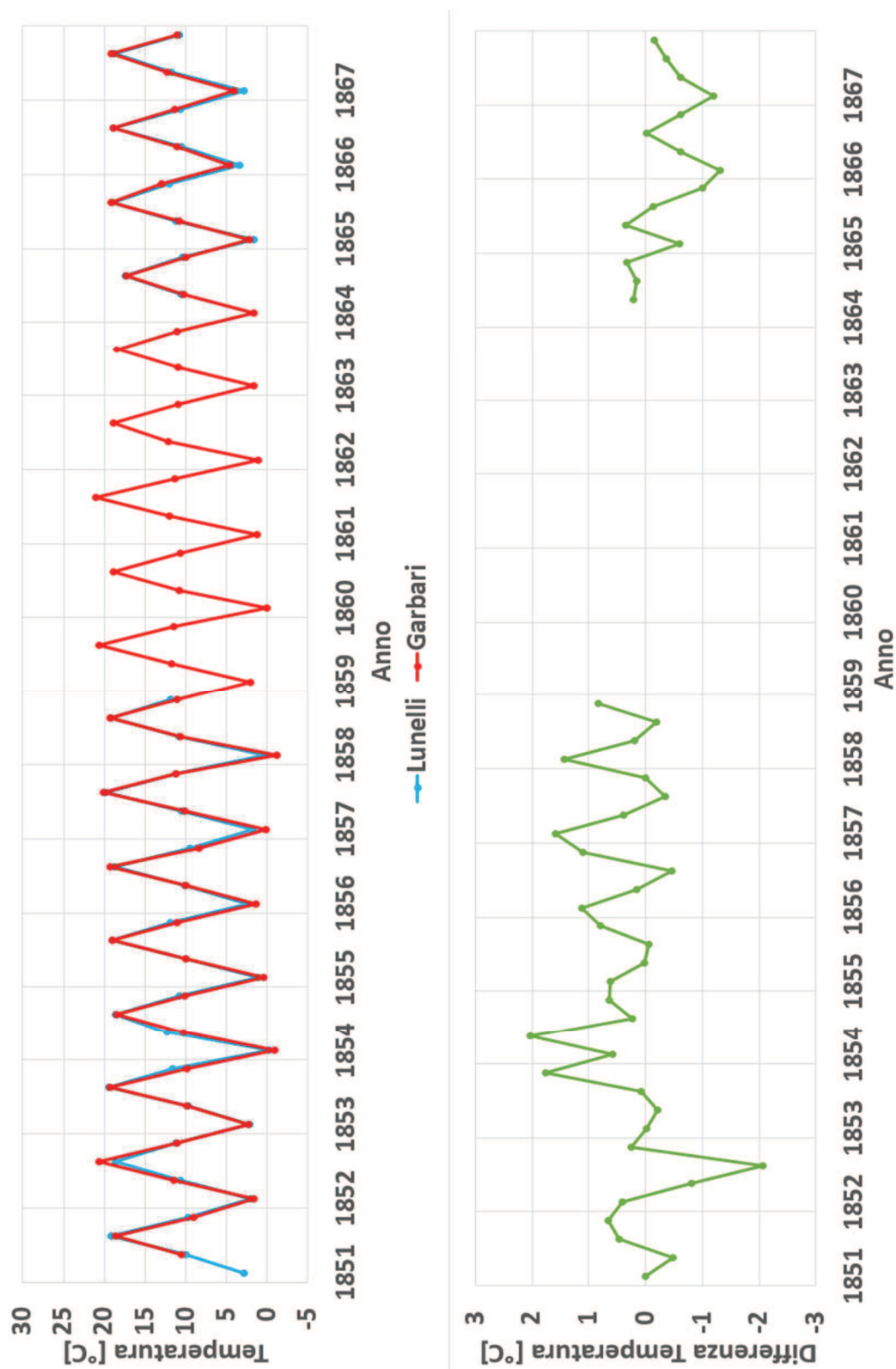


FIGURA 65: CONFRONTO TRA SERIE STAGIONALI DI LUNELLI E GARBARI - SOVRAPPOSIZIONE E DIFFERENZA TRA SERIE

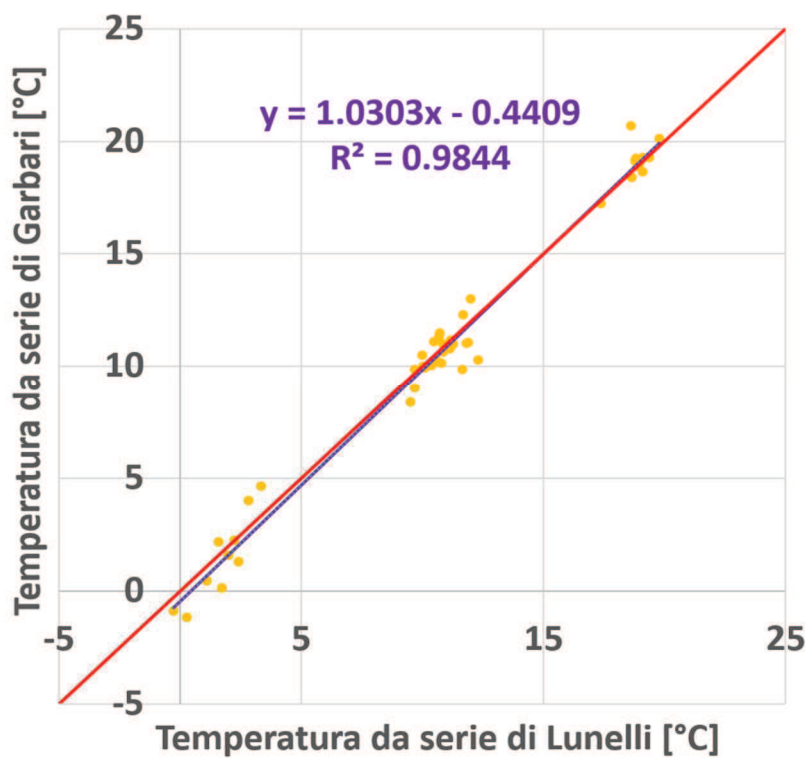


FIGURA 66: CONFRONTO TRA SERIE STAGIONALI DI LUNELLI E GARBARI - DIAGRAMMA A DISPERSIONE

3. Casa Wolkenstein – Nuovo Bacologico (presso l'attuale Dipartimento di Economia)

Le differenze tra le due serie non sono particolarmente pronunciate.

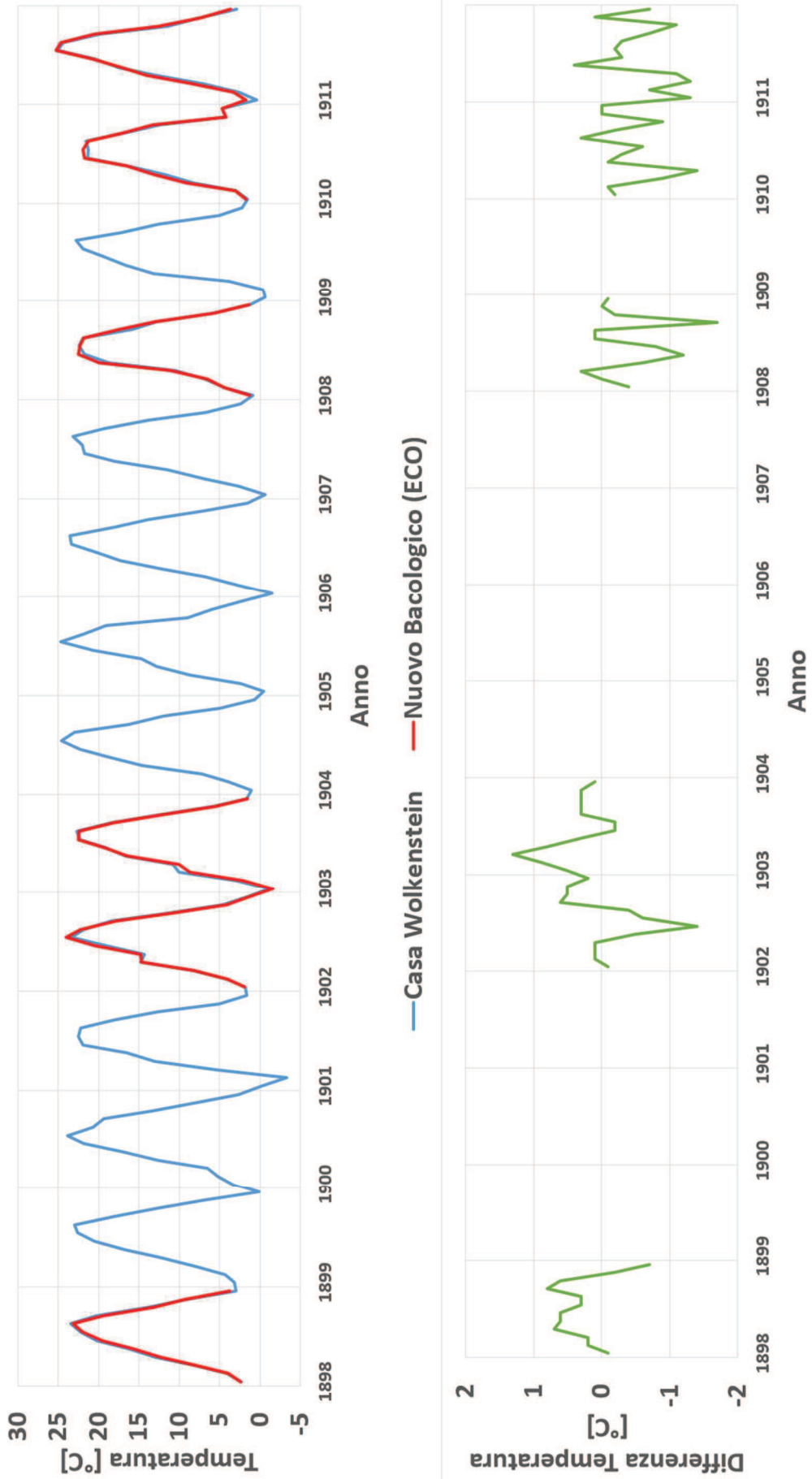


FIGURA 67: CONFRONTO TRA SERIE MENSILI DI "CASA WOLKENSTEIN" E "NUOVO BACOLOGICO (ECO)" - SOVRAPPOSIZIONE E DIFFERENZA TRA SERIE

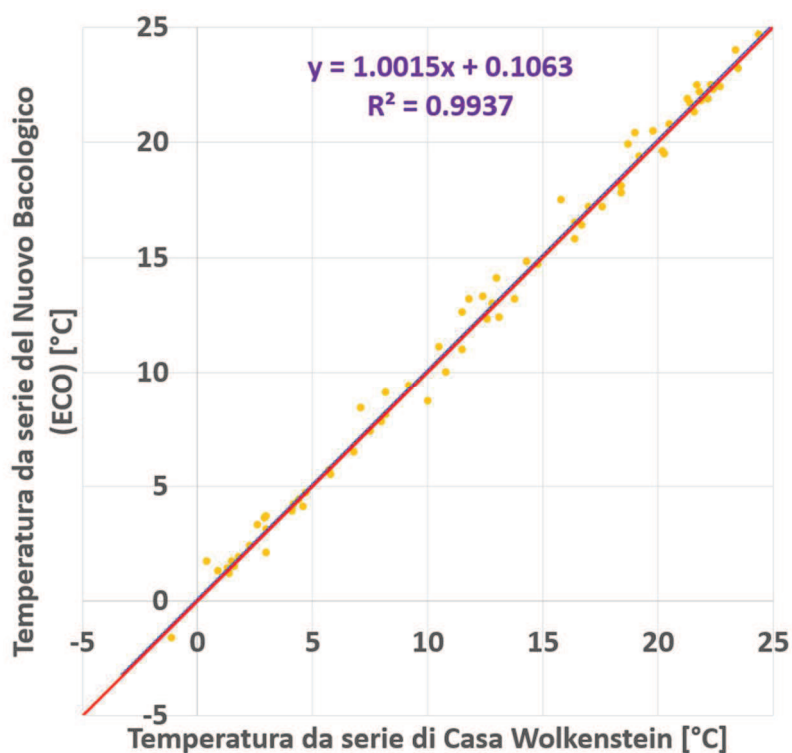


FIGURA 68: CONFRONTO TRA SERIE MENSILI DI "CASA WOLKENSTEIN" E "NUOVO BACOLOGICO (ECO)" - DIAGRAMMA A DISPERSIONE

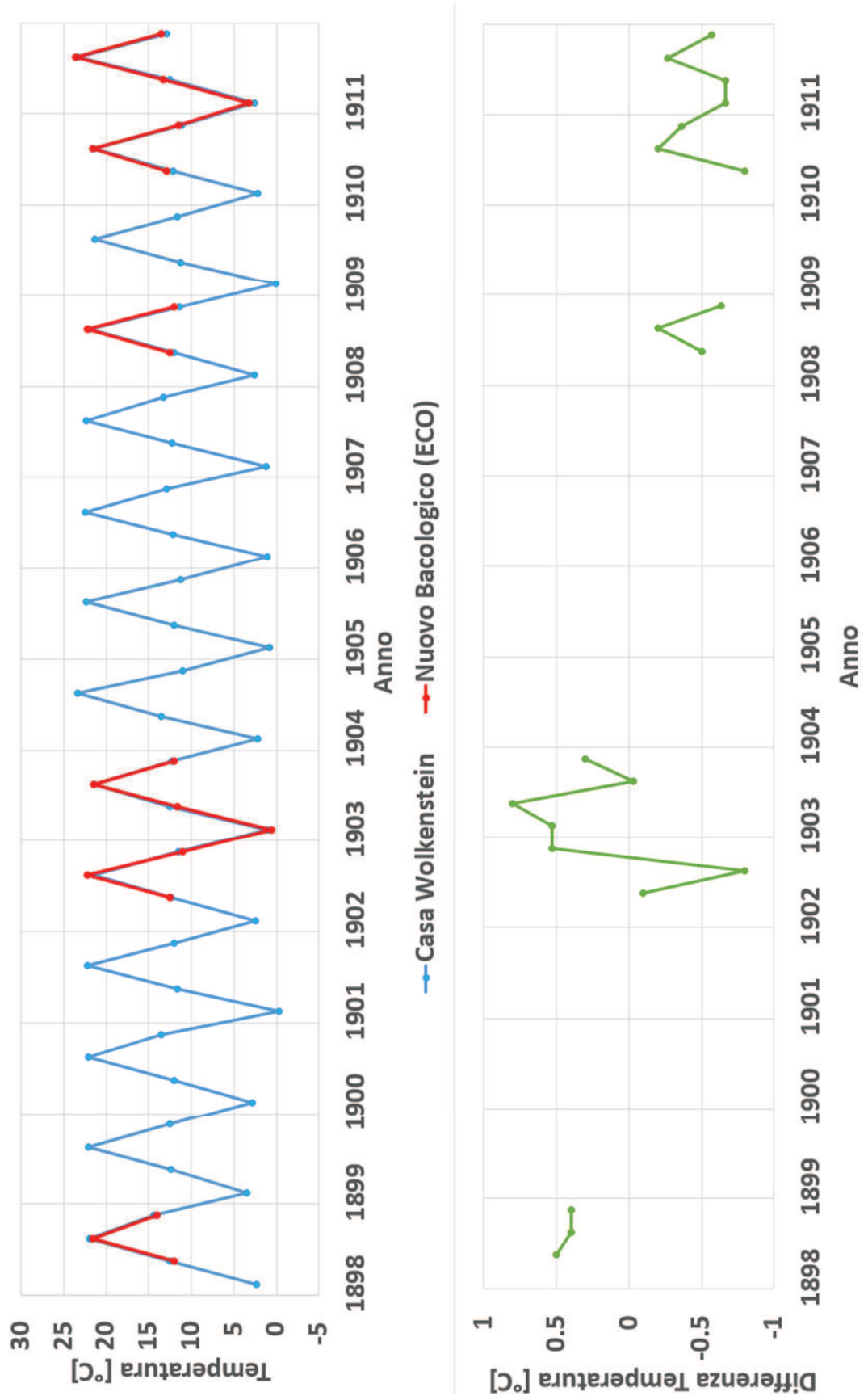


FIGURA 69: CONFRONTO TRA SERIE STAGIONALI DI “CASA WOLKENSTEIN” E “NUOVO BACOLOGICO (ECO)” - SOVRAPPOSIZIONE E DIFFERENZA TRA SERIE

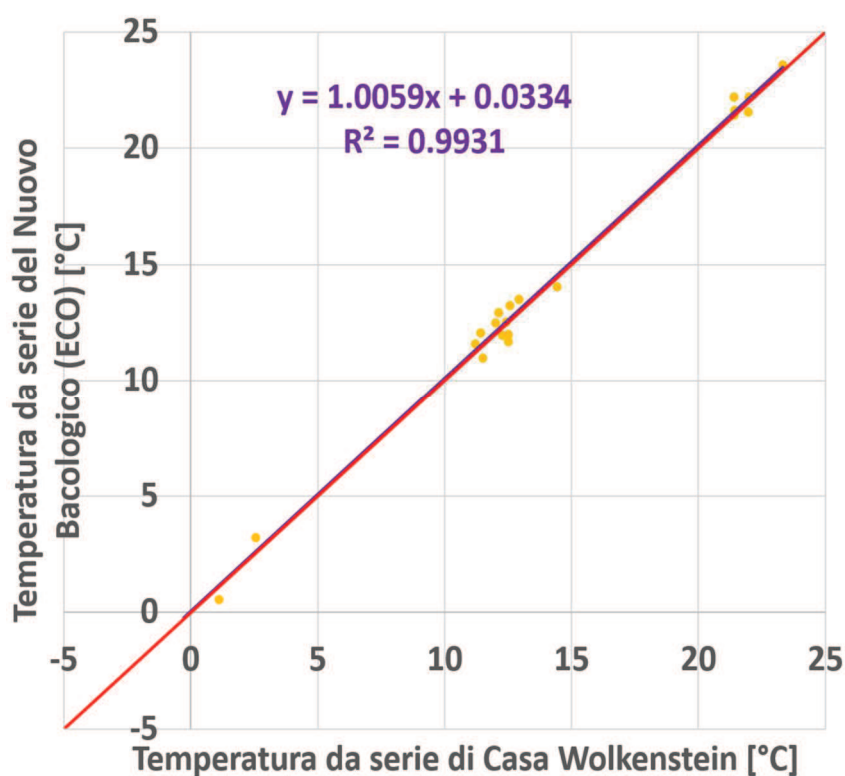


FIGURA 70: CONFRONTO TRA SERIE STAGIONALI DI “CASA WOLKENSTEIN” E “NUOVO BACOLOGICO (ECO)” - DIAGRAMMA A DISPERSIONE

4. Casa Wolkenstein – Prima Serie Frati Francescani

Con l’eccezione dell’estate 1907, le due serie appaiono abbastanza concordanti. Questo rafforza l’ipotesi che i dati della sequenza dei Frati Francescani siano stati recuperati dall’annuale dello ZAMG, in ambito dello studio riguardo ai massimi annuali di temperatura dei 60 anni precedenti nominato sul manoscritto dove la serie è stata trovata.

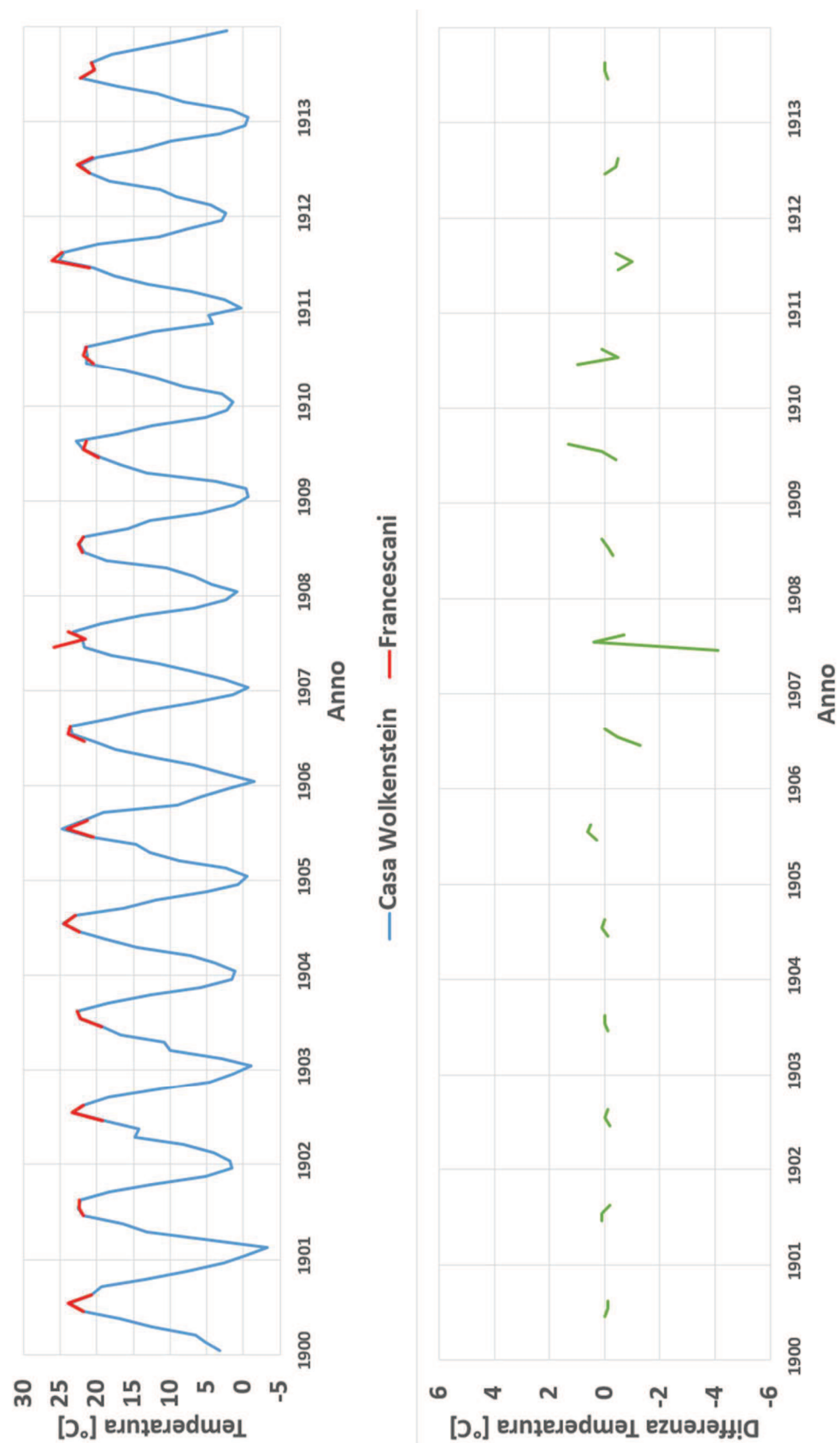


FIGURA 71: CONFRONTO TRA SERIE MENSILI DI "CASA WOLKENSTEIN" E "PRIMA SERIE DEI FRATI FRANCESCANI" - SOVRAPPOSIZIONE E DIFFERENZA TRA SERIE

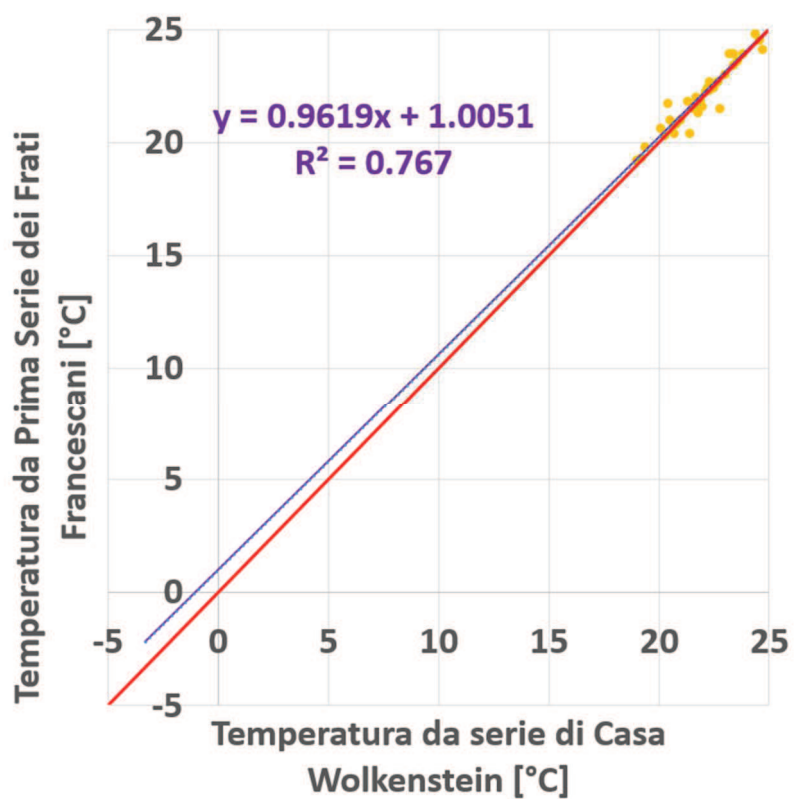


FIGURA 72: CONFRONTO TRA SERIE MENSILI DI "CASA WOLKENSTEIN" E "PRIMA SERIE DEI FRATI FRANCESCANI" - DIAGRAMMA A DISPERSIONE

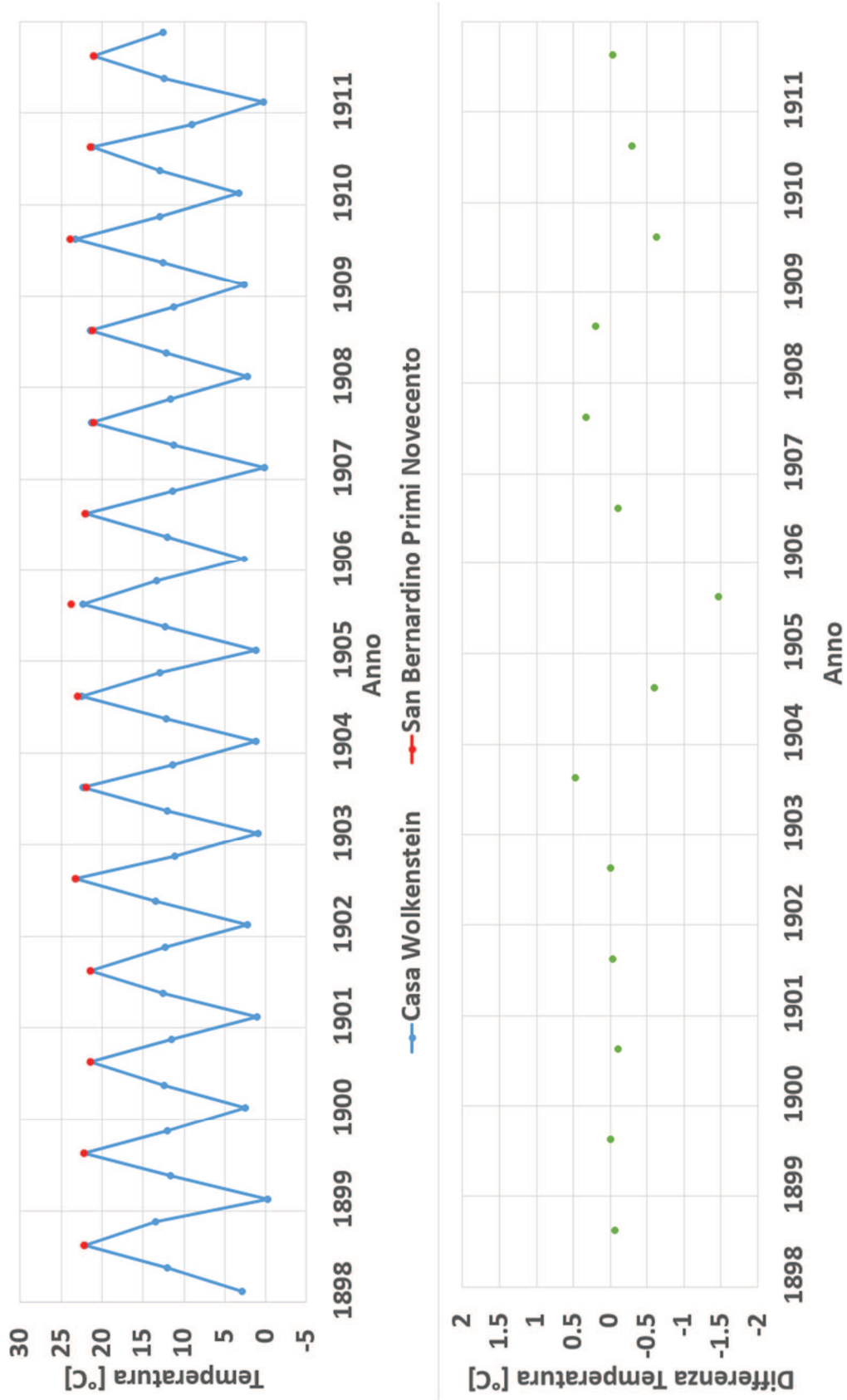


FIGURA 73: CONFRONTO TRA SERIE STAGIONALI DI “CASA WOLKENSTEIN” E “PRIMA SERIE DEI FRATI FRANCESCANI” - SOVRAPPOSIZIONE E DIFFERENZA TRA SERIE

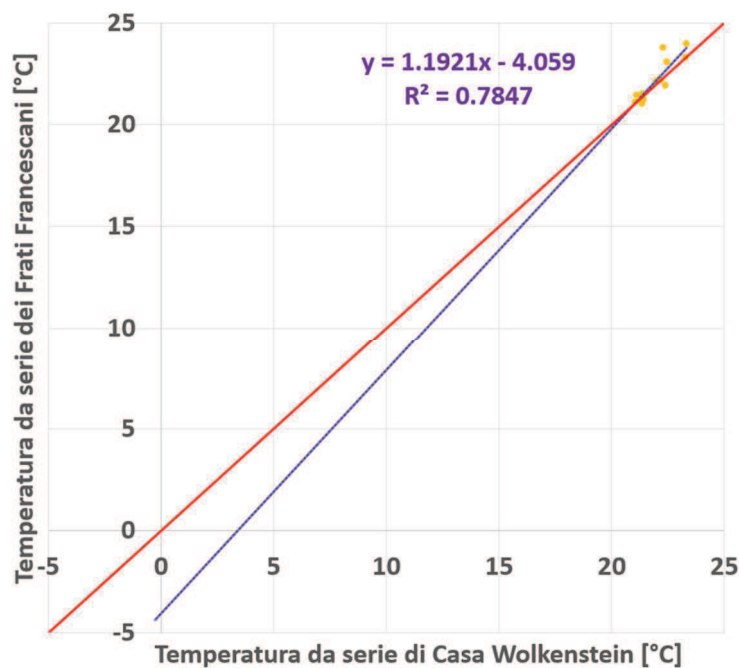


FIGURA 74: CONFRONTO TRA SERIE STAGIONALI DI “CASA WOLKENSTEIN” E “PRIMA SERIE DEI FRATI FRANCESCANI” - DIAGRAMMA A DISPERSIONE

5. “Nuovo Bacologico (ECO)” – “Prima Serie Frati Francescani”

Anche in questo caso valgono le considerazioni effettuate riguardo al confronto “Casa Wolkenstein” – “Prima Serie Frati Francescani”. Inoltre, sono disponibili troppo pochi valori (due) per riportare un diagramma a dispersione delle serie delle medie stagionali.

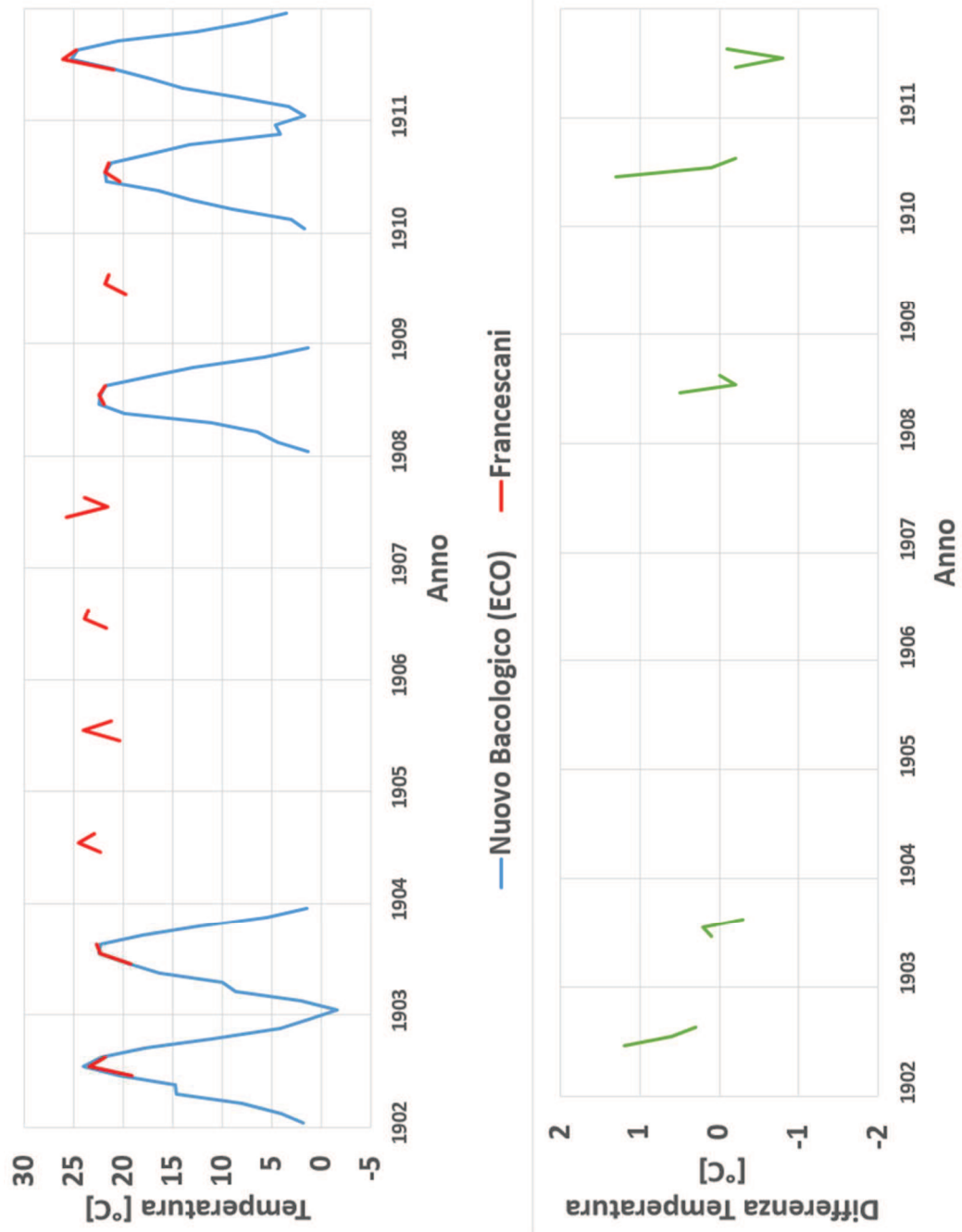


FIGURA 75: CONFRONTO TRA SERIE MENSILI DI “NUOVO BACOLOGICO (ECO)” E “PRIMA SERIE DEI FRATI FRANCESCANI” - SOVRAPPOSIZIONE E DIFFERENZA TRA SERIE

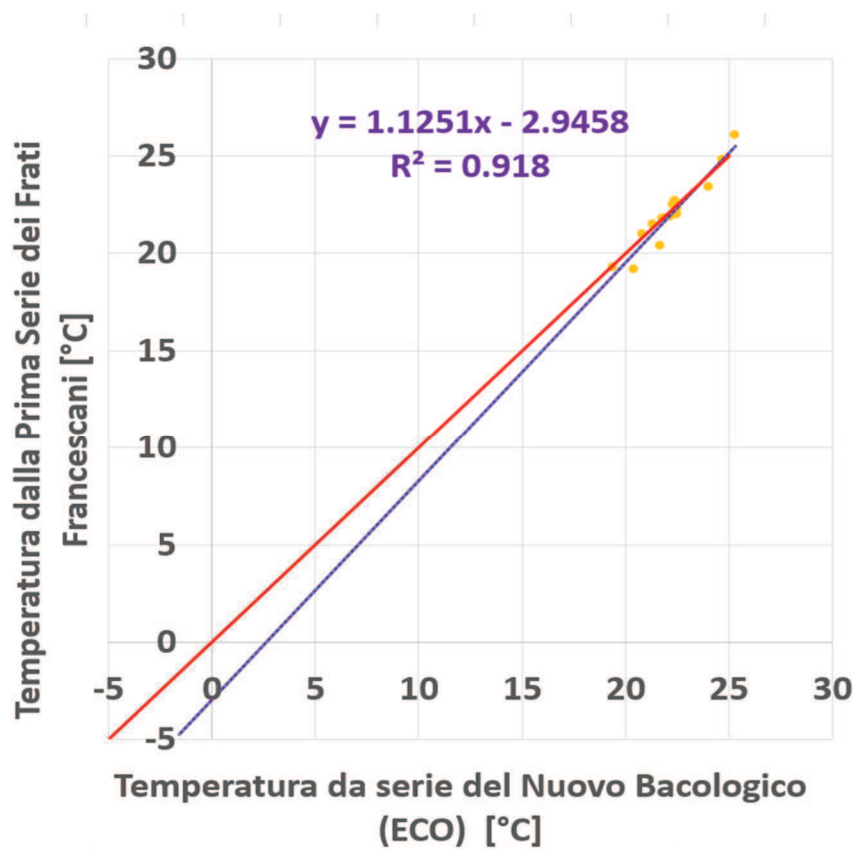


FIGURA 76: CONFRONTO TRA SERIE MENSILI DI “NUOVO BACOLOGICO (ECO)” E “PRIMA SERIE DEI FRATI FRANCESCANI - DIAGRAMMA A DISPERSIONE

