

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO**  
SITO NEI COMUNI DI BRINDISI E CELLINO SAN MARCO  
IN PROVINCIA DI BRINDISI

**Valutazione di Impatto Ambientale**

(artt. 23-24-25 del D.Lgs. 152/2006)

**Commissione Tecnica PNRR-PNIEC**

(art. 17 del D.L. 77/2021, convertito in L. 108/2021)

**Prot. CIAE: DPE-0007123-P-10/08/2020**

Idea progettuale, modello insediativo e coordinamento generale: **AG Advisory S.r.l.**

Paesaggio e supervisione generale: **CRETA S.r.l.**

Elaborazioni grafiche: **Eclettico Design**

Assistenza legale: **Studio Legale Sticchi Damiani**

**Progettisti:**

Responsabili VIA: **CRETA S.r.l.**

**Arch. Sandra Vecchietti**

**Arch. Filippo Boschi**

**Arch. Anna Trazzi**

**Arch. Giulia Bortolotto**

**Arch. Mattia Zannoni**

**Contributi specialistici:**

Acustica: **Dott. Gabriele Totaro**

Agronomia: **Dott. Agr. Barnaba Marinosci**

Agronomia: **Dott. Agr. Giuseppe Palladino**

Archeologia: **Dott.ssa Caterina Polito**

Archeologia: **Dott.ssa Michela Rugge**

Asseverazione PEF: **Omnia Fiduciaria S.r.l.**

Fauna: **Dott. Giacomo Marzano**

Geologia: **Geol. Pietro Pepe**

Idraulica: **Ing. Luigi Fanelli**

Piano Economico Finanziario: **Dott. Marco Marincola**

Vegetazione e microclima: **Dott. Leonardo Beccarisi**

Cartella **VIA\_3/**

Sottocartella **DOC\_SPEC/**

Identificatore:  
**DOCSPEC16**

**Studio meteo-climatico**

Descrizione **Studio meteo-climatico**

Nome del file:  
**DOCSPEC16.pdf**

Tipologia  
**Relazione**

Scala  
**-**

**Autori elaborato:** Dott. Leonardo Beccarisi

<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>
00	01/02/22	Prima emissione
01		
02		

**Spazio riservato agli Enti:**

## Sommario

ACRONIMI.....	2
NORMATIVA E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.....	2
1. PREMESSA.....	3
2. AREA DI STUDIO.....	3
3. ELABORAZIONE METEO-CLIMATICA – PRINCIPI E METODI.....	5
4. ELABORAZIONE METEO-CLIMATICA – ANALISI DEI RISULTATI.....	7
TEMPERATURA.....	7
STAZIONE TERMOMETRICA SAN PIETRO VERNOTICO.....	7
<i>Temperature medie mensili</i> .....	8
<i>Temperature medie annue</i> .....	8
<i>Intervallo di confidenza al 95% per la media</i> .....	9
<i>Temperature estreme</i> .....	11
PRECIPITAZIONI.....	12
<i>Piovosità media mensile</i> .....	13
<i>Piovosità annua</i> .....	13
<i>Intervallo confidenza al 95% della media</i> .....	14
VENTO AL SUOLO.....	17
UMIDITÀ RELATIVA.....	19
<i>Umidità relativa media mensile e annua</i> .....	19
<i>Intervallo di confidenza al 95% per la media dell’umidità relativa dell’aria</i> .....	20
SOLEGGIAMENTO.....	21
<i>Eliofania media mensile</i> .....	21
<i>Intervallo di confidenza al 95% per la media</i> .....	22
RADIAZIONE SOLARE GLOBALE.....	22
<i>Intervallo di confidenza al 95% della media mensile di radiazione solare globale</i> . 24	
<i>Intervallo di confidenza al 95% della media annua di radiazione solare globale</i> ....	24
INDICI CLIMATICI.....	25
<i>Indice di De Martonne</i> .....	25
<i>Diagramma climatico di Walter e Leith</i> .....	26

## **ACRONIMI**

C.F.D. – Centro Funzionale Decentrato

I.C. 95% - Intervallo di confidenza al 95% per la media

A.I. – Annali Idrologici

## **NORMATIVA E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO**

D.C.P. 15/10/2019 n.34 – *Indirizzi organizzativi e procedimenti per lo svolgimento della procedura di VIA di progetti per la realizzazione di impianti fotovoltaici ed eolici nel territorio della provincia di Brindisi*

ISPRA – MANUALI E LINEE GUIDA n.84/2013 – *Linee guida per l'analisi e l'elaborazione statistica di base delle serie storiche di dati idrologici*

ARPA PUGLIA – *Linee guida per la valutazione della compatibilità ambientale di impianti di produzione a energia fotovoltaica* – Rev. 1 (2011)

L. DABBONI (1970) – *Calcolo delle probabilità ed elementi di statistica*. UTET

STRAHLER A. (1984) – *Geografia fisica*. PICCINNO

## 1. PREMESSA

La presente relazione viene redatta a integrazione e completamento del progetto di un impianto agro-fotovoltaico da realizzarsi in agro dei Comuni di Brindisi e Cellino San Marco, in località "Cacciarota".

Obiettivo dello studio è stata la definizione delle caratteristiche meteo-climatiche del sito di intervento e di un suo adeguato intorno, utili tanto a un inquadramento ex-ante dell'area quanto all'orientamento delle scelte progettuali relative all'impianto di produzione di energia, alla gestione delle colture interfilare e alla predisposizione del monitoraggio microclimatico.

## 2. AREA DI STUDIO

L'area di progetto costituisce la parte di territorio direttamente interessata dall'intervento. Trattasi di una superficie dell'estensione di circa 51 ettari, ubicata in agro dei Comuni di Brindisi e Cellino San Marco, in località "Cacciarota" (fig.1 e tab.1).

<b>SUPERFICIE AREA DI PROGETTO</b>	51 ha
<b>LOCALITÀ</b>	Cacciarota
<b>COMUNI</b>	Brindisi - Cellino San Marco
<b>PROVINCIA</b>	Brindisi
<b>BARICENTRO GEOGRAFICO</b>	X:744142; Y:4486955 (UTM 33N - WGS84)
<b>INTERVALLO ALTIMETRICO</b>	64 ÷ 75 m s.l.m.

Tab.1 Caratteristiche dell'area di progetto

La caratterizzazione meteo-climatica del sito di intervento ha richiesto l'individuazione delle stazioni di rilevamento più vicine allo stesso e ubicate in aree con caratteristiche climatiche simili o comparabili con quelle dell'area di interesse. Ciò ha portato ad una configurazione di un'area di studio ben più vasta di quella di progetto che include i territori comunali di San Pietro Vernotico, Cellino S. Marco e Brindisi.

L'ubicazione planimetrica delle stazioni di rilevamento rispetto al sito di progetto è riportata in fig. 1 e in tab.2.

ID STAZIONE	COMUNE	ENTE GESTORE	QUOTA STAZIONE (m s.l.m.)	COORD. X	COORD. Y	DISTANZA DALL'AREA DI PROGETTO (km)	GRANDEZZA METEO-IDROLOGICA REPERITA
1	San Pietro Vernotico	Protezione Civile Puglia - C.F.D.	49	754191	4483674	10,5	Piovosità, Temperatura
2	Cellino S.Marco	Protezione Civile Puglia - C.F.D.	61	751514	4483801	7,0	Umidità relativa,
3	Brindisi	Protezione Civile Puglia - C.F.D.	22	746711	4502208	15,5	Vento al suolo
4	Brindisi	Aeronautica Militare - Servizio Meteorologico	14,5	749424	4504090	18,2	Eliofania, Radiazione solare globale

Tab.2 Caratteristiche delle stazioni di rilevamento impiegate per la caratterizzazione meteo-climatica dell'area di progetto e grandezze idrologiche reperite da ciascuna (Sistema di coord. UTM fuso 33 N datum WGS84).

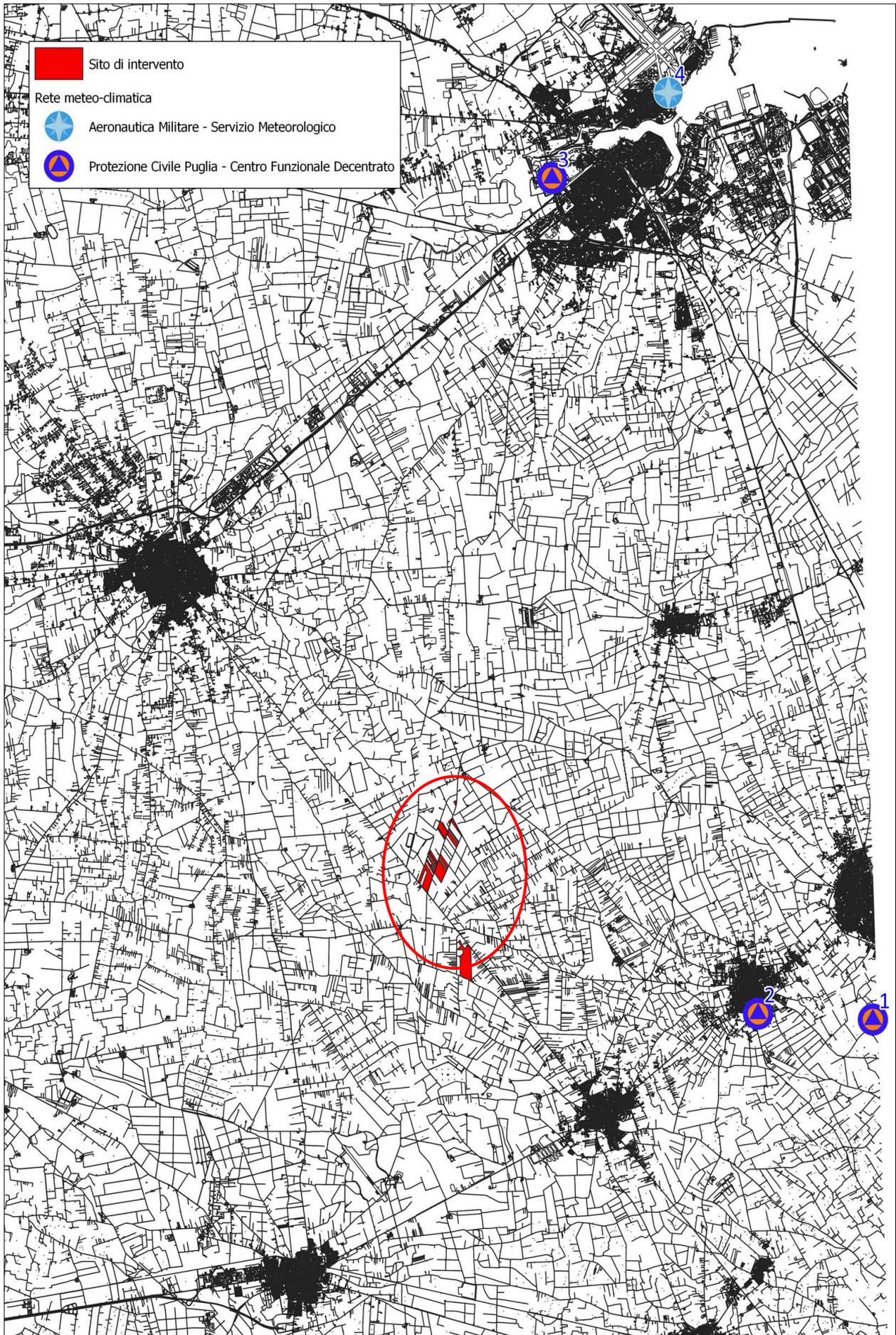


Fig.1 Ubicazione planimetrica delle stazioni meteo-climatiche rispetto all'area di progetto

### 3. ELABORAZIONE METEO-CLIMATICA – PRINCIPI E METODI

Per la scelta delle grandezze meteo-idrologiche da analizzare ci si è ispirati alle indicazioni della normativa vigente in materia di produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici e alla letteratura, individuando quelli ritenuti più significativi per le finalità progettuali:

1. **Temperatura**
2. **Piovosità**
3. **Umidità relativa**
4. **Vento al suolo**
5. **Eliofania**
6. **Radiazione solare globale**

I suddetti dati sono stati acquisiti, in forma gratuita, negli Annali Idrologici pubblicati dal Centro Funzionale Decentrato (CFD) – Sezione Protezione Civile della Regione Puglia e, ove non disponibili per la libera consultazione, sono stati acquistati dal Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare.

Per ciascuna serie storica sono state definite le seguenti caratteristiche intrinseche (Linee Guida ISPRA 84/2013):

- **Lunghezza** – quando reperibili, sono state analizzate delle serie climatiche della lunghezza di 30 anni, nel rispetto delle indicazioni della *World Meteorological Organization*;
- **Continuità**, definita dalla seguente relazione  $1 - 2 \times \frac{\text{numero di intervalli di dati mancanti}}{\text{numero massimo di dati}}$ ; è pari a 1 nelle serie prive di intervalli di dati mancanti
- **Completezza**, data dal rapporto  $\frac{\text{numero di dati validati}}{\text{numero massimo di dati}}$

I dati acquisiti sono stati elaborati statisticamente per ricavare, a seconda delle grandezze, i valori **medi mensili e annui** con i relativi trend e/o la **frequenza di distribuzione**.

Inoltre, partendo dall’assunto che i dati analizzati costituiscono un campione delle misure eseguite presso le stazioni di rilevamento, per poter verificare che la media campionaria sia effettivamente rappresentativa della media della popolazione, per ciascuna grandezza si è proceduto al calcolo dell’**errore standard della media** e alla definizione dell’**intervallo di confidenza al 95% della media**.

L’errore standard di una media è definito dal rapporto

$$\frac{\sigma}{\sqrt{(n-1) \cdot i}}$$

$\sigma$  = deviazione standard;  $n$  = dimensione campionaria.

Questa grandezza è direttamente proporzionale alla variabilità/eterogeneità del campione e inversamente proporzionale alla sua numerosità. L’errore, dunque,

è tanto più elevato quanto maggiore è l'eterogeneità dei dati e più piccolo il campione.

Dall'errore standard è possibile ricavare l'intervallo di confidenza al 95% della media, ovvero l'intervallo di valori entro i quali si stima che cada, con una probabilità prescelta del 95%, la media della popolazione. Esso è definito dalla relazione

$$I.C. 95\% = \text{media campionaria} \pm 1,96 * \frac{\sigma}{\sqrt{(n-1) \hat{\sigma}^2}}$$

L'ampiezza dell'intervallo si modifica in maniera direttamente proporzionale alla variabilità del campione e inversamente proporzionale alla radice quadrata della dimensione campionaria.

Rapportando ciò all'analisi effettuata sulle serie climatiche, si deduce che l'ampiezza dell'intervallo di confidenza diminuisce all'aumentare dell'omogeneità dei valori misurati e/o al crescere del numero di dati disponibili.

Inoltre, alcune delle grandezze meteo-idrologiche sono state combinate per ricavare ulteriori **indici climatici** utili alla caratterizzazione del sito di progetto.

I dati di piovosità e temperatura sono stati correlati analiticamente allo scopo di calcolare l'**indice di aridità di De Martonne** e il relativo andamento nel tempo. L'elaborazione dell'indice di De Martonne si effettua applicando la seguente formula

$$I = \frac{P}{T+10}$$

dove

P= precipitazione totale annua (mm)

T= temperatura media annua (°C).

Questo indice consente una classificazione climatica dell'area di studio (tab.3).

INDICE DI ARIDITÀ	TIPO CLIMATICO
<5	Arido estremo (deserto)
5 ÷ 15	Arido (steppe circumdesertiche)
15 ÷ 20	Semiarido (di tipo mediterraneo)
20 ÷ 30	Subumido
30 ÷ 60	Umido
>60	Iperumido

Tab.3 Tipi climatici di De Martonne

Un incremento di tale indice evidenzia periodi di maggiore piovosità e/o minore temperatura, mentre l'opposto si ottiene in caso di diminuzione della piovosità e/o incremento della temperatura. Inoltre, l'analisi cronologica dei dati e la

relativa stima di tendenza, espressa graficamente dal calcolo della retta di regressione, evidenziano l'andamento dell'indice di aridità nel tempo.

Per il calcolo del bilancio termopluviometrico annuo è stata adottata l'**elaborazione di Walter e Lieth**(1959-1966) che mette in relazione la quantità di precipitazioni medie mensili con l'andamento delle temperature medie mensili. Questa analisi può essere sintetizzata graficamente mediante un apposito diagramma termopluviometrico che riporta in ascissa i vari mesi e in ordinata le temperature e le precipitazioni in scala doppia (1 °C=2mm). Il diagramma così elaborato permette di valutare immediatamente il così detto "periodo di siccità" dell'anno che ha inizio quando la curva delle precipitazioni scende al di sotto della curva delle temperature e termina quando l'andamento si inverte, individuando così i periodi di "surplus idrico".

I risultati dell'analisi relativa agli aspetti climatologici citati vengono di seguito esaminati.

## **4. ELABORAZIONE METEO-CLIMATICA – ANALISI DEI RISULTATI**

### **TEMPERATURA**

I dati relativi alla temperatura dell'aria sono stati desunti dagli Annali Idrologici – Parte I del C.F.D. della Protezione Civile della Regione Puglia, registrati presso la stazione termo-pluviometrica di San Pietro Vernotico nel periodo 1990÷2019.

Sebbene nel Comune di Cellino San Marco sia presente un'ulteriore stazione termo-pluviometrica, i dati dalla stessa registrati si limitano al periodo 2014÷2019, dunque ad un lasso di tempo poco significativo ai fini dell'analisi meteo-climatica. Pertanto, la stessa è stata stralciata dal presente studio.

Per l'analisi dei trend mensili e annui sono stati presi a riferimento i valori medi massimi e medi minimi delle temperature, pubblicati negli A.I., e i valori medi ottenuti dalla loro semisomma.

### **STAZIONE TERMOMETRICA SAN PIETRO VERNOTICO**

<b>STAZIONE DI MISURA</b>	Stazione termometrica di San Pietro Vernotico (BR)
<b>COORDINATE (UTM 33 N – WGS84)</b>	X: 754.191 Y:4.483.674
<b>QUOTA SUL LIVELLO DEL MARE [m]</b>	49 m
<b>STRUMENTO DI MISURA</b>	Termometro a resistenza elettrica
<b>ENTE GESTORE</b>	Protezione Civile Regione Puglia – C.F.D.
<b>PARAMETRI METEO-IDROLOGICI DI INPUT</b>	Temperature medie mensili e temperature estreme
<b>LUNGHEZZA DELLA SERIE STORICA</b>	1990÷2019
<b>GRANDEZZA CAMPIONE [numero totale dati]</b>	645
<b>CONTINUITA</b>	0,79
<b>COMPLETEZZA</b>	0,90
<b>DATI DI OUTPUT</b>	Trend temperature medie mensili e annue + I.C. 95%

### Temperature medie mensili

Le caratteristiche termiche salienti (fig.2) sono le seguenti:

- i valori della temperatura si aggirano intorno ai 10° nella stagione invernale e intorno ai 25° in quella estiva;
- le temperature più elevate vengono raggiunte nei mesi di luglio ed agosto, con i valori massimi pari a 30,8°;
- i mesi più freddi sono gennaio e febbraio, con valori minimi di 6°;
- la maggiore escursione termica viene registrata nel mese di giugno (9,7°), quella minima nel mese di dicembre (6,7°).

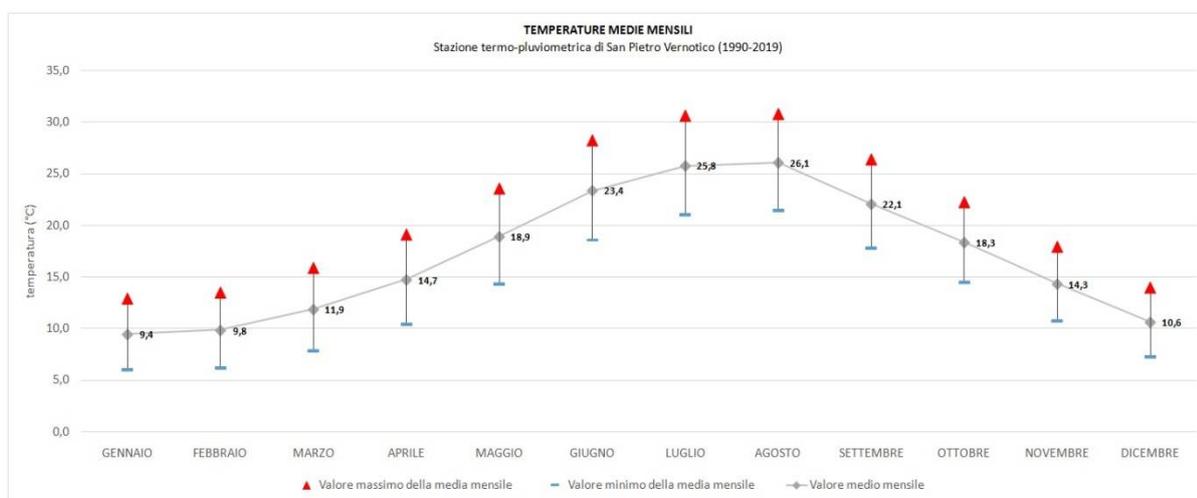


Fig.2 Andamento delle temperature medie mensili registrate presso la stazione termometrica di San Pietro Vernotico (1990-2019).

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
Temp. Max (valore medio mensile) [°C]	12,9	13,5	15,9	19,1	23,5	28,2	30,6	30,8	26,4	22,2	17,9	13,9
Temp. Min (valore medio mensile) [°C]	6,0	6,2	7,9	10,4	14,3	18,6	21,0	21,4	17,8	14,5	10,7	7,3
Temp. Media mensile [°C]	9,4	9,8	11,9	14,7	18,9	23,4	25,8	26,1	22,1	18,3	14,3	10,6
Escursione media mensile [°C]	6,9	7,3	8,0	8,7	9,3	9,7	9,6	9,4	8,6	7,8	7,2	6,7

Tab.4 Temperature medie annue registrate alla stazione termometrica di San Pietro Vernotico (1990-2019).

### Temperature medie annue

Le temperature medie annue per il periodo di riferimento si presentano con un trend piuttosto uniforme, con un valore medio di 17°. Le temperature medie degli anni 1996, 1998, 2006 e 2007 si presentano “anomale” rispetto alla serie analizzata per effetto dell’assenza di registrazioni nei mesi più caldi o in quelli più freddi. Il 1994 è stato completamente escluso dal calcolo perché durante tutto l’anno non sono state effettuate registrazioni.

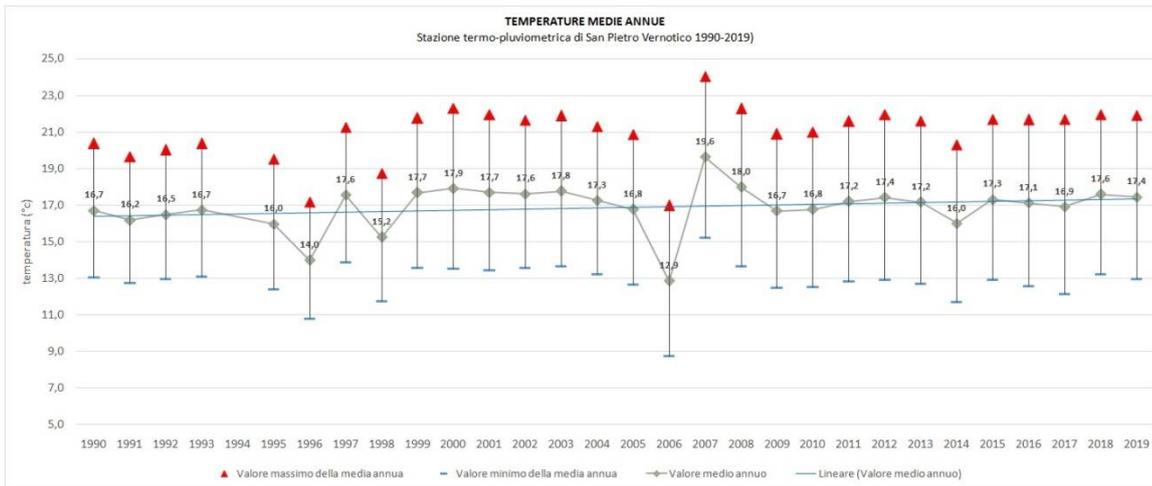


Fig.

3 Andamento delle temperature medie annuali registrate presso la stazione termometrica di San Pietro Vernotico (1990-2019).

	1990	1991	1992	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Temp. Max (valore medio annuo) [°C]	20,4	19,7	20,0	20,4	19,5	17,2	21,3	18,7	21,8	22,3
Temp. Min (valore medio annuo) [°C]	13,0	12,7	12,9	13,1	12,4	10,8	13,8	11,7	13,6	13,5
Temp. Media annua [°C]	16,7	16,2	16,5	16,7	16,0	14,0	17,6	15,2	17,7	17,9

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Temp. Max (valore medio annuo) [°C]	22,0	21,6	21,9	21,3	20,9	17,0	24,0	22,3	20,9
Temp. Min (valore medio annuo) [°C]	13,4	13,6	13,6	13,2	12,6	8,7	15,2	13,7	12,5
Temp. Media annua [°C]	17,7	17,6	17,8	17,3	16,8	12,9	19,6	18,0	16,7

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Temp. Max (valore medio annuo) [°C]	21,0	21,6	22,0	21,6	20,3	21,7	21,7	21,7	22,0	21,9
Temp. Min (valore medio annuo) [°C]	12,5	12,8	12,9	12,7	11,7	12,9	12,6	12,1	13,2	13,0
Temp. Media annua [°C]	16,8	17,2	17,4	17,2	16,0	17,3	17,1	16,9	17,6	17,4

Tab.5 Temperature medie annue registrate alla stazione termometrica di San Pietro Vernotico (1990-2019).

### Intervallo di confidenza al 95% per la media

La serie storica analizzata è caratterizzata da una discreta continuità (0,79) e da buona completezza dei dati (0,90).

Per le medie mensili, il basso errore standard e il ridotto scostamento dei limiti fiduciali dal valore medio rispecchiano l'omogeneità dei dati medi mensili di temperatura e la numerosità del campione.

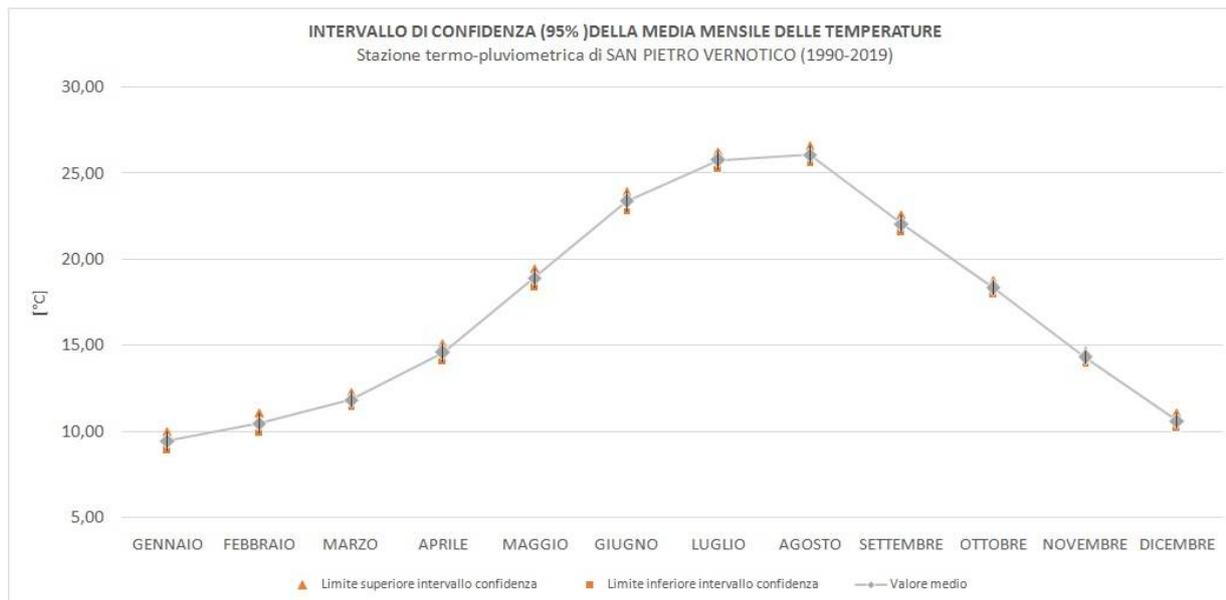


Fig.4 Intervallo di confidenza al 95% delle medie mensili registrate presso la stazione termometrica di San Pietro Vernotico.

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
<b>LIMITE SUPERIORE [°C]</b>	9,98	11,05	12,32	15,11	19,46	23,95	26,30	26,63	22,58	18,75	14,69	11,08
<b>LIMITE INFERIORE [°C]</b>	8,90	9,94	11,39	14,11	18,37	22,82	25,28	25,57	21,57	17,95	13,96	10,16
<b>VALORE MEDIO [°C]</b>	9,4	10,5	11,9	14,6	18,9	23,4	25,8	26,1	22,1	18,3	14,3	10,6
<b>t</b>	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
<b>ERRORE STANDARD</b>	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2

Tab.6 Intervallo di confidenza al 95% per la media mensile delle temperature

Al contrario, nel caso delle medie annue, la maggiore variabilità dei valori medi di temperatura si traduce in un più elevato valore dell'errore standard e in una maggiore ampiezza dell'intervallo di confidenza (fig.5, tab.7).

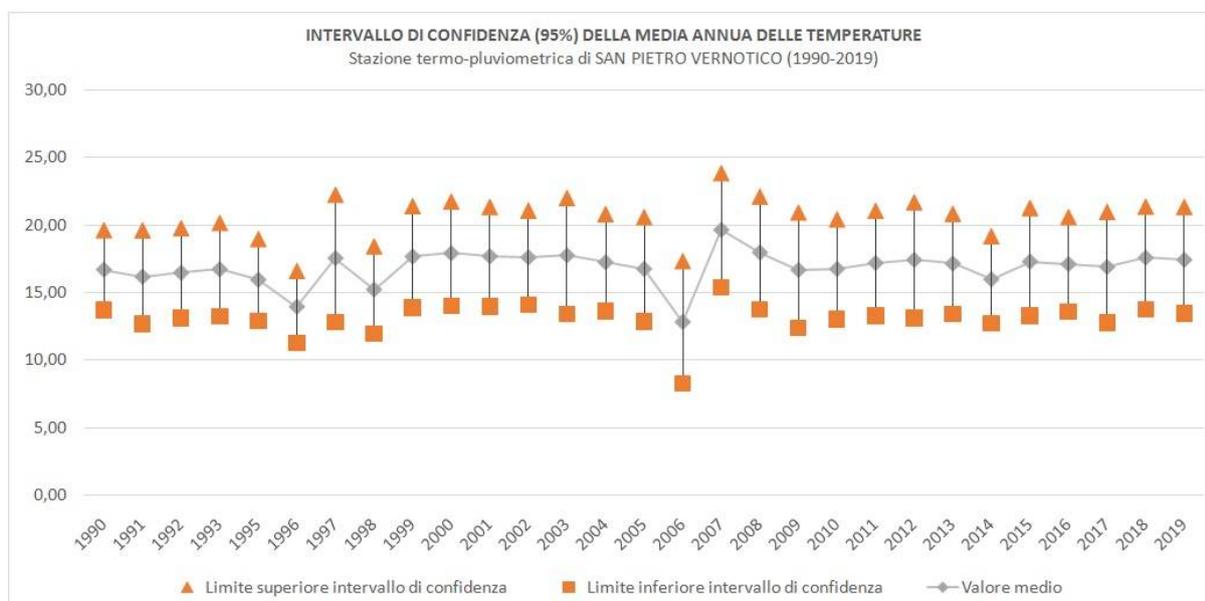


Fig.5 Intervallo di confidenza al 95% delle medie annue registrate presso la stazione termometrica di San Pietro Vernotico

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
LIMITE SUPERIORE [°C]	19,66	19,65	19,81	20,20	>>	19,01	16,65	22,28	18,47	21,44
LIMITE INFERIORE [°C]	13,74	12,71	13,14	13,26	>>	12,91	11,30	12,82	12,00	13,89
VALORE MEDIO [°C]	16,70	16,18	16,48	16,73	>>	15,96	13,98	17,55	15,24	17,66
t	1,96	1,96	1,96	1,96	>>	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
ERRORE STANDARD	1,51	1,77	1,70	1,77	>>	1,56	1,36	2,41	1,65	1,93

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
LIMITE SUPERIORE [°C]	21,78	21,38	21,11	22,04	20,86	20,63	17,38	23,88	22,14	20,97
LIMITE INFERIORE [°C]	14,03	14,00	14,11	13,46	13,65	12,87	8,32	15,38	13,79	12,40
VALORE MEDIO [°C]	17,90	17,69	17,61	17,75	17,25	16,75	12,85	19,63	17,97	16,68
t	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
ERRORE STANDARD	1,98	1,88	1,79	2,19	1,84	1,98	2,31	2,17	2,13	2,19

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
LIMITE SUPERIORE [°C]	20,46	21,10	21,72	20,88	19,21	21,30	20,63	21,02	21,41	21,38
LIMITE INFERIORE [°C]	13,04	13,30	13,12	13,42	12,77	13,30	13,59	12,79	13,77	13,48
VALORE MEDIO [°C]	16,75	17,20	17,42	17,15	15,99	17,30	17,11	16,90	17,59	17,43
t	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
ERRORE STANDARD	1,89	1,99	2,19	1,90	1,65	2,04	1,80	2,10	1,95	2,02

Tab.7 Intervallo di confidenza al 95% per la media annua delle temperature

### Temperature estreme

I dati relativi alle temperature estreme sono stati elaborati con l'obiettivo di definirne la frequenza di registrazione nel periodo di osservazione (1990 ÷ 2019) e nei vari mesi dell'anno.

Dall'analisi delle tab.8, emerge che i mesi in cui le temperature massime raggiungono valori estremi sono luglio e agosto (32,0° ÷ 43,5°), mentre i valori minimi estremi sono tipici del periodo compreso tra dicembre e marzo (-4,3° ÷ 3,6°).

In particolare il record massimo per il periodo di riferimento (43,5°) si è registrato a luglio 2007, quello minimo (-4,3°) a gennaio 2017.

Determinato il range di variabilità delle temperature estreme massime e minime, sono stati individuati degli intervalli di riferimento rispetto ai quali definire la frequenza (%) con la quale la temperatura ha raggiunto o superato tali valori nel corso del periodo di osservazione (tab.8).

Questa analisi ha evidenziato che nel periodo di riferimento:

- nei mesi di luglio e agosto, nel 28% dei casi la temperatura ha raggiunto valori compresi tra 35° e 37°, nel 32% dei casi si è attestata tra 37° e 40°, mentre ha superato i 40° nel 16% dei casi;
- luglio è il mese in cui più frequentemente le temperature hanno raggiunto valori estremi di almeno 35° (44%);
- nel periodo dicembre ÷ marzo, le temperature minime estreme sono state  $\geq 0^\circ$  nel 45,5% dei casi; comprese tra  $0^\circ \div -2^\circ$  nel 27,2%; tra  $-2^\circ \div -4^\circ$  nel 18,2% e inferiori a  $-4^\circ$  solo il 4,5% delle volte ed esclusivamente nel mese di gennaio;
- dicembre e gennaio sono stati i mesi in cui la temperatura è scesa più frequentemente sotto lo zero, mantenendosi prevalentemente al di sopra di  $-4^\circ$ .

MESE	VALORE SOGLIA T [°C]	FREQUENZA [%]
LUGLIO	<35	16,0
	35-37	16,0
	37-40	20,0
	>40	8,0
AGOSTO	<35	8,0
	35-37	12,0
	37-40	12,0
	>40	8,0

MESE	VALORE SOGLIA T [°C]	FREQUENZA [%]
DICEMBRE	≥0	4,5
	0+2	9,1
	-2 +4	4,5
	<-4	0,0
GENNAIO	≥0	13,6
	0+2	18,2
	-2 +4	4,5
	<-4	4,5
FEBBRAIO	≥0	18,2
	0+2	0,0
	-2 +4	9,1
	<-4	0,0
MARZO	≥0	9,1
	0+2	0,0
	-2 +4	0,0
	<-4	0,0

Tab.8 Frequenza dei valori estremi di temperatura registrati presso la stazione termometrica di San Pietro Vernotico (1990÷2019).

## PRECIPITAZIONI

Per l'analisi delle caratteristiche pluviometriche dell'area di intervento si è fatto riferimento alle quantità di pioggia registrate presso la stazione pluviometrica di San Pietro Vernotico nel periodo 1990÷2019 e riportate negli Annali Idrologici – Parte I del C.F.D della Protezione Civile della Puglia.

In particolare, si è attinto ai valori totali mensili e annui di precipitazione e del numero di giorni piovosi, intesi come il numero di giorni in cui è stata misurata un'altezza di precipitazione uguale o superiore a 1 mm. Questi dati sono stati utilizzati per il calcolo della media mensile di entrambe le grandezze, per definire la piovosità media dell'area e il trend delle precipitazioni annue nel corso del periodo di riferimento.

Le misure della stazione pluviometrica di Cellino S. Marco sono state escluse per la ridotta disponibilità di dati (2013-2019).

## STAZIONE PLUVIOMETRICA SAN PIETRO VERNOTICO

<b>STAZIONE DI MISURA</b>	Stazione pluviometrica di San Pietro Vernotico (BR)
<b>COORDINATE (UTM 33 N – WGS84)</b>	X: 754.191 Y:4.483.674
<b>QUOTA SUL LIVELLO DEL MARE [m]</b>	49 m
<b>STRUMENTO DI MISURA</b>	Pluviometro registratore su supporto magnetico
<b>ENTE GESTORE</b>	Protezione Civile Regione Puglia – C.F.D.
<b>PARAMETRI METEO-IDROLOGICI DI INPUT</b>	Totali mensili e annui di precipitazione Numero di giorni piovosi
<b>SERIE TEMPORALE</b>	1990÷2019
<b>GRANDEZZA CAMPIONE [numero totale dati]</b>	700
<b>CONTINUITÀ</b>	0,94
<b>COMPLETEZZA</b>	0,97
<b>DATI DI OUTPUT</b>	Trend piovosità media mensile+ I.C. 95% e numero medio mensile giorni piovosi Piovosità totale annua, numero totale annuo giorni piovosi Piovosità media sul periodo di osservazione

## Piovosità media mensile

L'analisi delle medie della quantità di precipitazione evidenzia che, nel corso dell'anno, il periodo più piovoso è quello autunnale (ottobre-dicembre), con una piovosità massima nel mese di novembre (103,4 mm). I mesi meno piovosi sono, invece, quelli estivi (giugno-agosto), con il minimo attestato ad agosto (17,7 mm).

I mesi che mediamente presentano il maggior numero di giorni piovosi sono novembre e dicembre (9 giorni), seguiti da gennaio e febbraio (8 giorni).

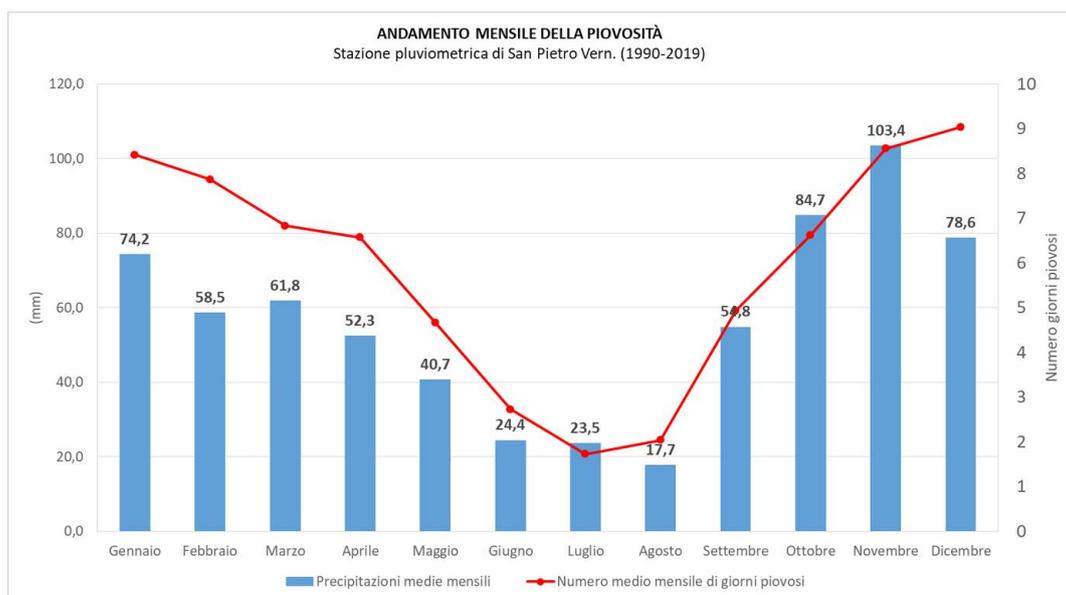


Fig.6 Andamento della piovosità media mensile registrata presso la stazione pluviometrica di San Pietro Vernotico

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
Precipitazioni medie mensili [mm]	74,2	58,5	61,8	52,3	40,7	24,4	23,5	17,7	54,8	84,7	103,4	78,6
Numero di giorni piovosi	8	8	7	7	5	3	2	2	5	7	9	9

Tab.9 Piovosità media mensile e numero medio di giorni piovosi per la stazione di San Pietro Vernotico

## Piovosità annua

Dall'esame delle precipitazioni totali annue è stato ricavato un valore medio annuo di altezza di pioggia pari a 670 mm e di 69 giorni piovosi, calcolati come media aritmetica delle registrazioni.

Nel periodo di riferimento, l'anno più piovoso è stato il 1996 (951,6 mm), quello meno piovoso il 2000 (431 mm). Per l'anno 2006 mancano del tutto i dati relativi al periodo giugno - dicembre; pertanto il minimo di 206,2 mm visibile nel grafico seguente non è legato ad una riduzione effettiva della piovosità, ma ad un fattore strumentale. Pertanto, questo valore è stato escluso dal calcolo della media annua di piovosità.

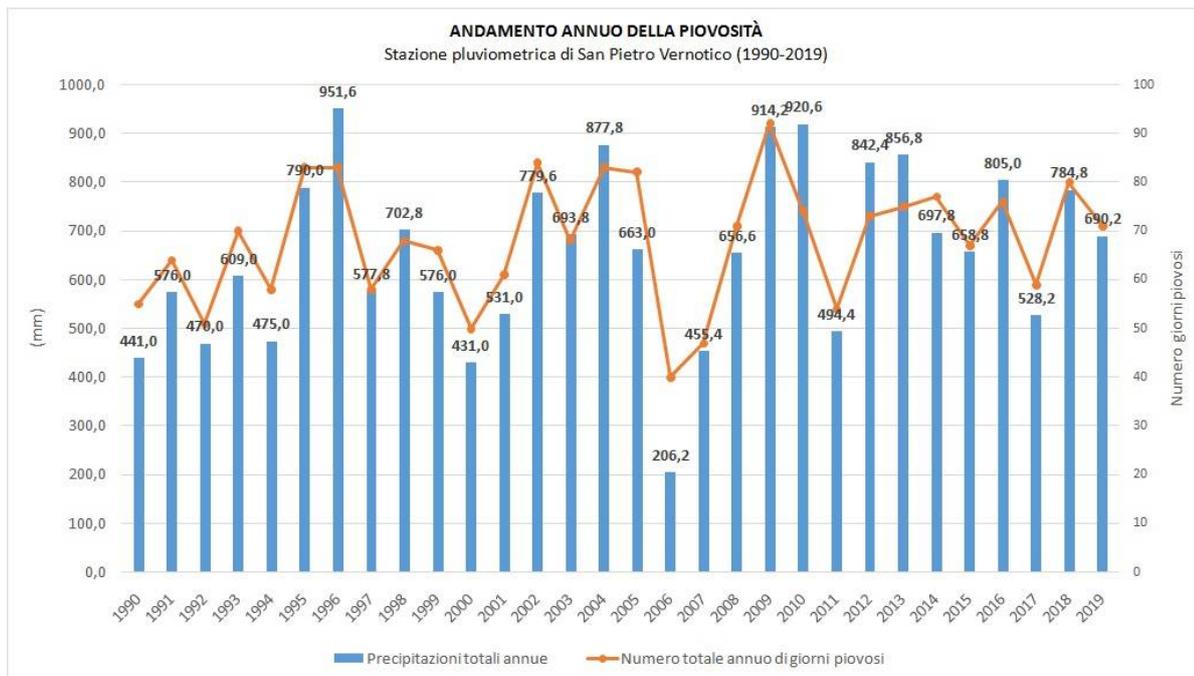


Fig.7 Andamento delle precipitazioni totali annue e numero di giorni piovosi cumulati registrati presso la stazione pluviometrica di San Pietro Vernotico

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Precipitazioni annue [mm]</b>	441,0	576,0	470,0	609,0	475,0	790,0	951,6	577,8	702,8	576,0
<b>Numero di giorni piovosi</b>	55	64	51	70	58	83	83	58	68	66

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Precipitazioni annue [mm]</b>	431,0	531,0	779,6	693,8	877,8	663,0	206,2	455,4	656,6	914,2
<b>Numero di giorni piovosi</b>	50	61	84	68	83	82	40	47	71	92

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Precipitazioni annue [mm]</b>	920,6	494,4	842,4	856,8	697,8	658,8	805,0	528,2	784,8	690,2
<b>Numero di giorni piovosi</b>	74	54	73	75	77	67	76	59	80	71

Tab.10 Precipitazioni totali annue e numero di giorni piovosi registrati presso la stazione pluviometrica di San Pietro Vernotico

### Intervallo confidenza al 95% della media

La serie storica analizzata è caratterizzata da una buona continuità e completezza dei dati. La piovosità, d'altro canto, rappresenta una grandezza piuttosto variabile su una serie temporale di un trentennio; ciò si riflette sul valore dell'errore standard e sull'ampiezza dell'intervallo di confidenza delle medie mensili che risultano essere ampi, soprattutto nei mesi più piovosi dell'anno.

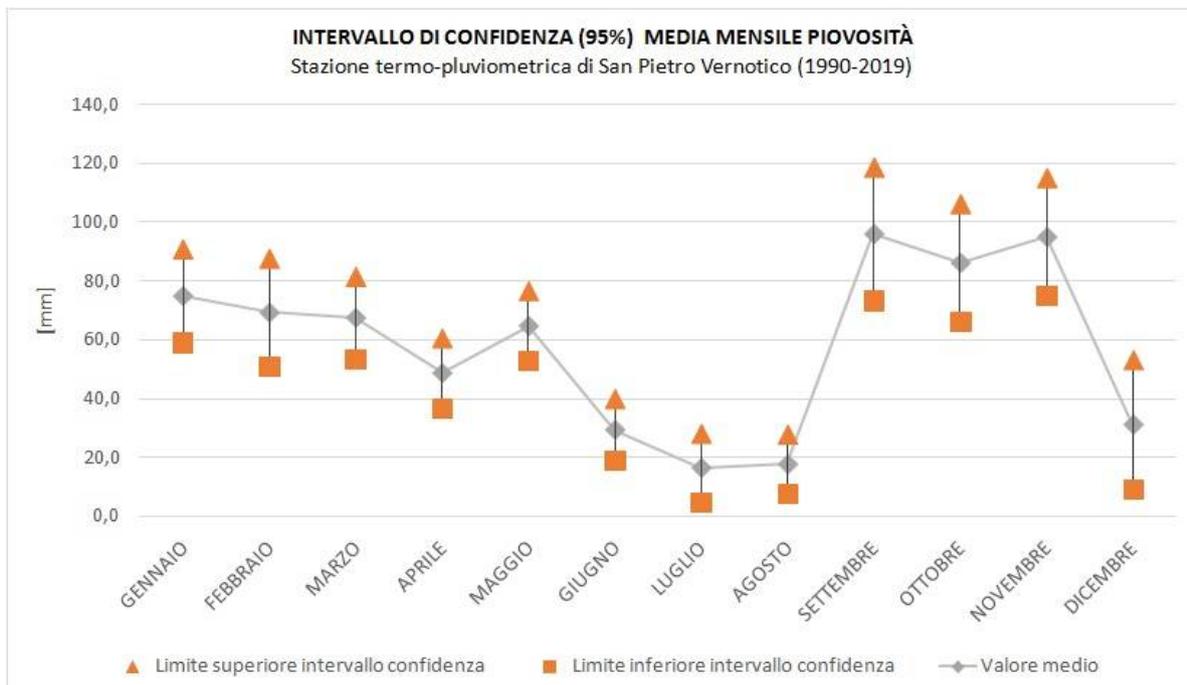


Fig.8 Intervallo di confidenza al 95% per la media mensile di piovosità

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
LIMITE SUPERIORE [mm]	90,7	87,5	81,3	60,3	76,4	39,7	27,8	27,5	118,6	106,1	115,0	52,9
LIMITE INFERIORE [mm]	58,7	50,6	53,2	36,5	52,6	18,6	4,6	7,4	73,0	65,7	74,5	8,9
VALORE MEDIO [mm]	74,7	69,0	67,3	48,4	64,5	29,2	16,2	17,4	95,8	85,9	94,8	30,9
t	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960
ERRORE STANDARD	8,2	9,4	7,2	6,1	6,1	5,4	5,9	5,1	11,6	10,3	10,3	11,2

Tab.11 Intervallo di confidenza al 95% per la media mensile di piovosità

L'intervallo di confidenza della media piovosità annua ha ampiezza ridotta, in linea con la completezza della serie storica analizzata.



Fig.9 Intervallo di confidenza al 95% per la media annua di piovosità

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>LIMITE SUPERIORE [mm]</b>	472,8	595,2	489,9	633,7	501,1	824,5	994,8	605,4	730,1	592,3
<b>LIMITE INFERIORE [mm]</b>	409,2	556,8	450,1	584,3	448,9	755,5	908,4	550,3	675,5	559,7
<b>VALORE MEDIO [mm]</b>	441,0	576,0	470,0	609,0	475,0	790,0	951,6	577,8	702,8	576,0
<b>t</b>	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
<b>ERRORE STANDARD</b>	16,2	9,8	10,1	12,6	13,3	17,6	22,0	14,0	13,9	8,3

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>LIMITE SUPERIORE [mm]</b>	451,2	553,5	812,6	719,4	902,3	687,2	230,6	479,0	698,7	952,1
<b>LIMITE INFERIORE [mm]</b>	410,8	508,5	746,6	668,2	853,3	638,8	181,8	431,8	614,5	876,3
<b>VALORE MEDIO [mm]</b>	431,0	531,0	779,6	693,8	877,8	663,0	206,2	455,4	656,6	914,2
<b>t</b>	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
<b>ERRORE STANDARD</b>	10,3	11,5	16,8	13,1	12,5	12,4	12,5	12,1	21,5	19,3

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>LIMITE SUPERIORE [mm]</b>	961,0	514,1	879,0	895,7	717,6	683,6	856,6	554,3	815,1	722,3
<b>LIMITE INFERIORE [mm]</b>	880,2	474,7	805,8	817,9	678,0	634,0	753,4	502,1	754,5	658,1
<b>VALORE MEDIO [mm]</b>	920,6	494,4	842,4	856,8	697,8	658,8	805,0	528,2	784,8	690,2
<b>t</b>	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
<b>ERRORE STANDARD</b>	20,6	10,0	18,7	19,8	10,1	12,6	26,3	13,3	15,5	16,4

Tab.12 Intervallo di confidenza al 95% per la media annua di piovosità

## VENTO AL SUOLO

<b>STAZIONE DI MISURA</b>	Stazione anemometrica di Brindisi (BR)
<b>COORDINATE (UTM 33 N - WGS84)</b>	X: 746.711Y: 4.502.208
<b>QUOTA SUL LIVELLO DEL MARE [m]</b>	22 m
<b>STRUMENTO DI MISURA</b>	Anemometro DV a 4 quadranti – VV a encoder ottico
<b>ENTE GESTORE</b>	Protezione Civile Regione Puglia – C.F.D.
<b>PARAMETRI METEO-IDROLOGICI INPUT</b>	Velocità e direzione del vento sfilato nei 30' precedenti, rilevate alle ore sinottiche 0:00, 6:00, 12:00 e 18:00
<b>SERIE TEMPORALE</b>	2011÷2013; 2015÷2019
<b>GRANDEZZA CAMPIONE [numero totale dati]</b>	10426
<b>CONTINUITÀ</b>	0,94
<b>COMPLETEZZA</b>	0,96
<b>DATI DI OUTPUT</b>	Distribuzione delle frequenze annuali delle classi di velocità dei venti

Per l'esame dei venti sono stati analizzati i dati rilevati nel periodo 2011÷2013; 2015÷2019 presso la stazione anemometrica di Brindisi, gestita dal C.F.D della Protezione Civile della Regione Puglia. La serie temporale analizzata è stata limitata al periodo di registrazione disponibile per la stazione prescelta.

I parametri meteorologici di input sono rappresentati dalla velocità (m/s) e dalla direzione (°N) del vento sfilato al suolo nei 30 minuti precedenti, effettuate alle ore sinottiche 0:00, 6:00, 12:00 e 18:00.

I dati disponibili sono stati suddivisi per direzione di provenienza del vento e classe di velocità. A tal fine, sono stati individuati 8 settori di provenienza del vento, ciascuno di ampiezza pari a 45°, e 6 classi di velocità, compresa la calma di vento (tab.13).

L'elaborazione statistica ha permesso di analizzare tre fattori legati alla ventosità:

- la frequenza delle calme di vento (velocità = 0÷1 nodo), espressa come rapporto (‰) tra il numero di eventi anemometrici caratterizzati da assenza di vento e numero totale di misurazioni effettuate;
- la frequenza delle classi di velocità del vento, espressa come rapporto (‰) tra numero di eventi anemometrici con velocità del vento compresa nelle varie classi di velocità e il numero totale di osservazioni;
- la frequenza delle direzioni di provenienza del vento (‰), espressa come rapporto tra il numero di eventi anemometrici con direzione compresa in un certo settore di provenienza e il numero totale di osservazioni.

In fig. 10 si riporta l'anemogramma derivante dall'elaborazione grafica dei suddetti dati e che evidenzia l'andamento annuale dei venti per il sito in esame.

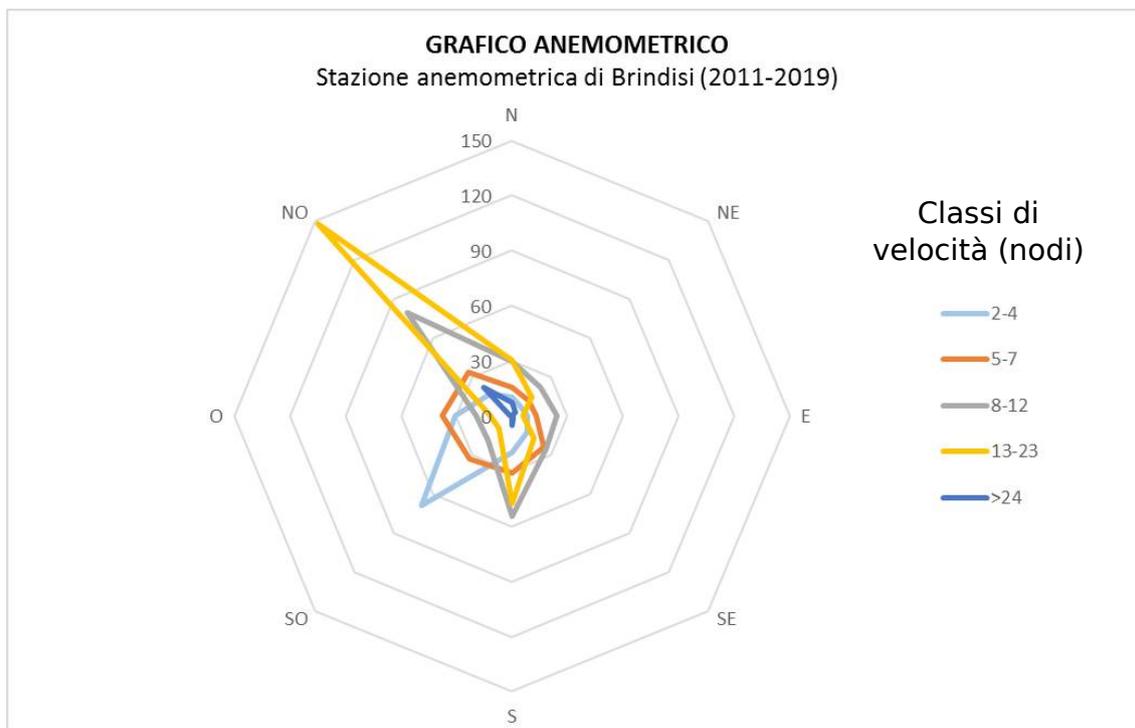


Fig.10 Anemogramma annuale relativo alla stazione meteorologica di Brindisi

DIREZIONE	CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						TOTALE
	0-1 (calma)	2-4	5-7	8-12	13-23	>24	
N	2,59	10,55	15,63	29,83	30,40	7,29	<b>96,30</b>
NE	1,92	7,10	12,47	21,87	14,96	2,69	<b>61,00</b>
E	2,11	8,25	12,76	24,17	6,14	0,29	<b>53,71</b>
SE	1,82	12,18	24,17	25,80	16,69	0,96	<b>81,62</b>
S	4,22	20,05	31,17	54,29	47,67	5,08	<b>162,48</b>
SO	8,44	68,96	32,71	18,42	9,78	0,29	<b>138,60</b>
O	2,78	30,31	37,89	19,47	11,70	0,96	<b>103,11</b>
NO	3,17	16,88	33,57	79,90	147,90	21,77	<b>303,18</b>
<b>TOTALE</b>	<b>27,05</b>	<b>174,28</b>	<b>200,36</b>	<b>273,74</b>	<b>285,25</b>	<b>39,32</b>	<b>1000,00</b>

Tab.13 Frequenze annuali (%) delle varie classi di velocità dei venti registrati a Brindisi (2011÷2013; 2015÷2019), in funzione di settori di provenienza

Dall'analisi di tali elaborati, su base annuale, si evidenzia quanto segue:

- la frequenza annuale della calma di vento risulta alquanto ridotta (2,7% delle osservazioni);
- le velocità medie comprese nelle classi modali 5÷7 nodi e 8÷12 nodi costituiscono complessivamente il 47,4% delle osservazioni totali annue;
- velocità sostenute del vento (classi 13÷23 e > 24 nodi) sono state registrate complessivamente nel 32,5% dei casi;
- i venti dominanti, cioè quelli caratterizzati da classi di velocità più elevate, sono quelli di maestrale (NO) che spirano più frequentemente a velocità di 13÷23 nodi;
- i venti regnanti, più persistenti e frequenti, sono in ordine decrescente: maestrale (NO), ostro (S) e libeccio (SO).

## UMIDITÀ RELATIVA

<b>STAZIONE DI MISURA</b>	Stazione igrometrica di Cellino S. Marco (BR)
<b>COORDINATE (UTM 33 N - WGS84)</b>	X: 751.514 Y: 4.483.801
<b>QUOTA SUL LIVELLO DEL MARE [m]</b>	61 m
<b>STRUMENTO DI MISURA</b>	Igrometro
<b>ENTE GESTORE</b>	Protezione Civile Regione Puglia – C.F.D.
<b>PARAMETRI METEO-IDROLOGICI INPUT</b>	Valori medi mensili e annui di umidità relativa dell'aria
<b>SERIE TEMPORALE</b>	2013÷2019
<b>GRANDEZZA CAMPIONE [numero totale dati]</b>	78
<b>CONTINUITÀ</b>	0,92
<b>COMPLETEZZA</b>	0,93
<b>DATI DI OUTPUT</b>	Trend umidità media mensile+ I.C. 95% Umidità media annua

### **Umidità relativa media mensile e annua**

I dati meteorologici relativi all'umidità relativa dell'aria sono stati estrapolati dagli Annali Idrologici. La stazione igrometrica presa a riferimento è quella di Cellino S. Marco, con registrazione di dati dal 2013 al 2019.

La curva riportata in fig.11 evidenzia l'andamento medio mensile della grandezza analizzata: le percentuali più elevate di umidità relativa dell'aria (>75%) vengono raggiunte nel periodo autunnale e invernale, fra ottobre e marzo, con un picco massimo nel mese di novembre (83%). La stagione estiva è quella meno umida; il valore minimo si registra nel mese di luglio (59%).

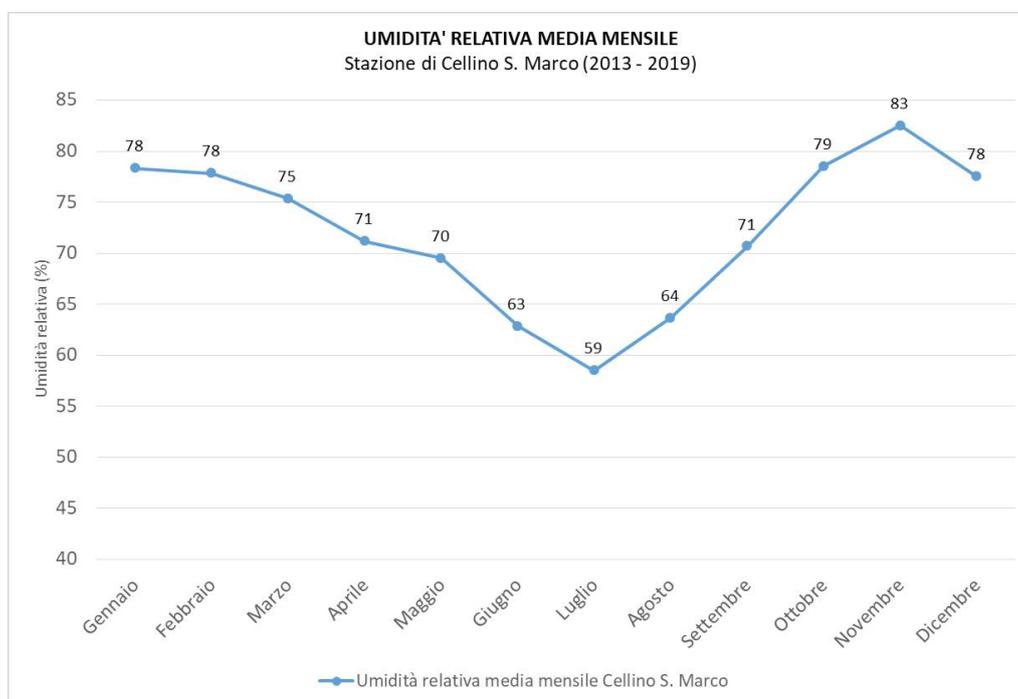


Fig.11 Andamento dell'umidità relativa dell'aria (valori medi mensili). Stazioni di Mesagne (2014÷2019) e Cellino S.Marco (2013÷2019)

ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	MEDIA ANNUA
2013	--	--	--	>>	60	58	>>	>>	67	81	84	80	71,7
2014	86	84	78	78	71	64	64	64	77	80	85	80	75,9
2015	76	74	77	65	65	63	55	68	67	82	83	84	71,6
2016	75	78	77	69	68	64	58	63	77	79	82	72	71,8
2017	77	82	70	70	65	57	51	54	68	71	80	76	68,4
2018	81	80	78	70	75	67	60	69	65	80	85	77	73,9
2019	75	69	72	75	73	62	63	64	70	79	80	76	71,5
MEDIA MENSILE	78,3	77,8	75,3	71,2	69,5	62,8	58,5	63,7	70,7	78,5	82,5	77,5	72,1

Tab.14 Umidità relativa media mensile e annua registrata alla stazione igrometrica di Cellino S. Marco (2013÷2019)

## Intervallo di confidenza al 95% per la media dell'umidità relativa dell'aria

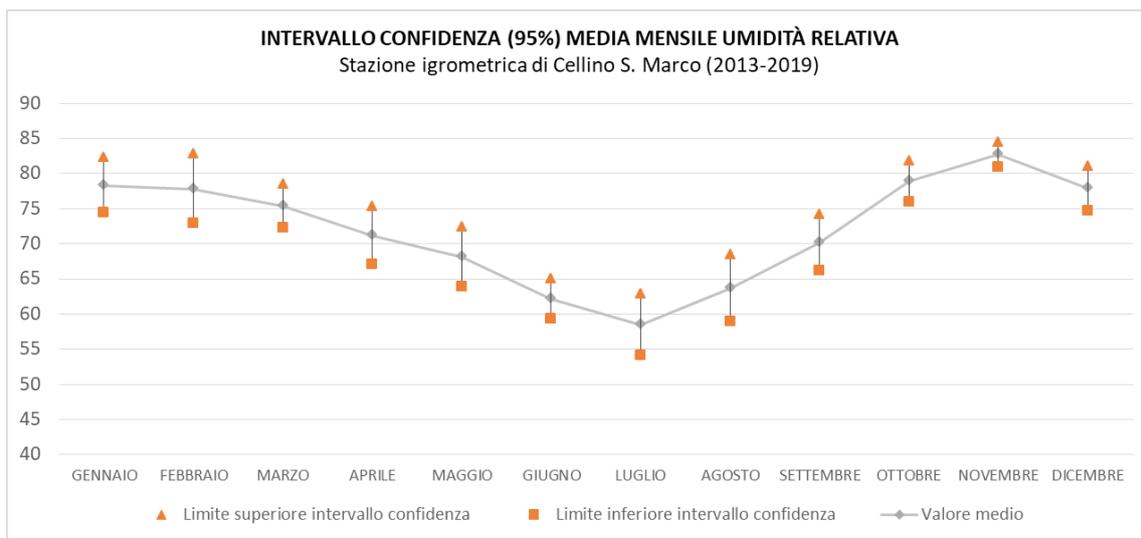


Fig.12 Intervallo di confidenza al 95% per la media mensile di umidità. Stazione di Cellino S. Marco

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
LIMITE SUPERIORE [cent]	82,2	82,7	78,4	75,2	71,8	65,0	62,8	68,3	74,7	82,2	84,7	81,4
LIMITE INFERIORE [cent]	74,5	73,0	72,3	67,1	64,5	59,2	54,2	59,0	65,6	75,5	80,7	74,3
VALORE MEDIO [cent]	78	78	75	71	68	62	59	64	70	79	83	78
t	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
ERRORE STANDARD	2,0	2,5	1,5	2,1	1,9	1,5	2,2	2,4	2,3	1,7	1,0	1,8

Tab.15 Intervallo di confidenza al 95% per la media mensile di umidità. Stazione di Cellino S. Marco

## SOLEGGIAMENTO

<b>STAZIONE DI MISURA</b>	Stazione meteorologica di Brindisi
<b>COORDINATE (UTM 33 N - WGS84)</b>	X: 749.424 Y: 4.504.090
<b>QUOTA SUL LIVELLO DEL MARE [m]</b>	14,5 m
<b>STRUMENTO DI MISURA</b>	Eliofanografo di Campbell-Stokes
<b>ENTE GESTORE</b>	Aeronautica Militare – Servizio meteorologico
<b>PARAMETRI METEO-IDROLOGICI INPUT</b>	Durata soleggiamento giornaliero
<b>SERIE TEMPORALE</b>	2000÷2014
<b>GRANDEZZA CAMPIONE [numero dati analizzati]</b>	4885
<b>CONTINUITÀ</b>	0,85
<b>COMPLETEZZA</b>	0,93
<b>DATI DI OUTPUT</b>	Trend eliofania media mensile + I.C. 95%

I dati relativi al soleggiamento giornaliero sono stati acquistati dal sito del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. È stata fatta richiesta delle misure acquisite presso la stazione meteorologica di Brindisi nel periodo gennaio 2000 ÷ dicembre 2019, ma la serie di dati fornita si interrompe ad agosto 2014 per mancanza delle acquisizioni successive.

Per l'analisi dei trend mensili sono stati elaborati i dati giornalieri di eliofania.

### **Eliofania media mensile**

L'eliofania media mensile raggiunge valori minimi (4,6÷4,9 ore e decimi di ore) nei mesi di dicembre e gennaio, massimi (10,6÷11,2 ore e decimi di ore) nel periodo estivo, tra giugno e agosto.

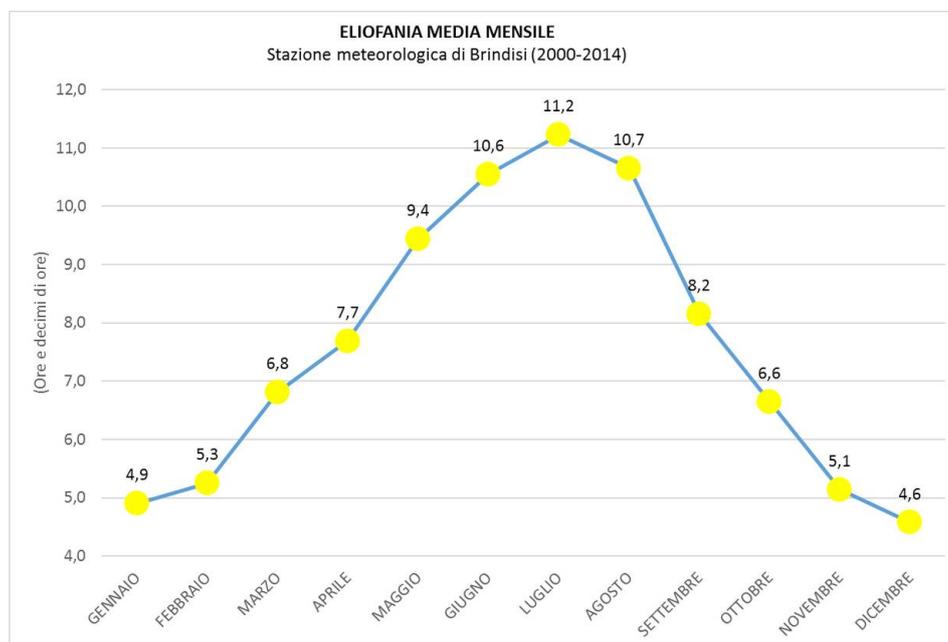


Fig.13 Andamento dell'eliofania media mensile registrata presso la stazione meteorologica di Brindisi.

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
<b>Eliofania media mensile [ore e decimi di ore]</b>	4,9	5,3	6,8	7,7	9,4	10,6	11,2	10,7	8,2	6,6	5,1	4,6

Tab.16 Eliofania media mensile registrata presso la stazione meteorologica di Brindisi

### Intervallo di confidenza al 95% per la media

La serie storica analizzata è contraddistinta da una elevata variabilità nel numero di misure mensili acquisite: è frequente riscontrare la mancanza di dati per alcuni giorni del mese come anche per intere mensilità, il che si traduce in valori dell'indice di continuità (0,85) e dell'indice di completezza (0,93) più bassi rispetto a quelli delle altre grandezze analizzate. Pertanto, la definizione dell'errore standard della media e dell'intervallo di confidenza ha costituito un elemento di fondamentale importanza nell'analisi statistica.

L'omogeneità dei valori medi mensili si traduce in valori dei limiti fiduciali poco distanti dal valore medio e in un errore standard contenuto.

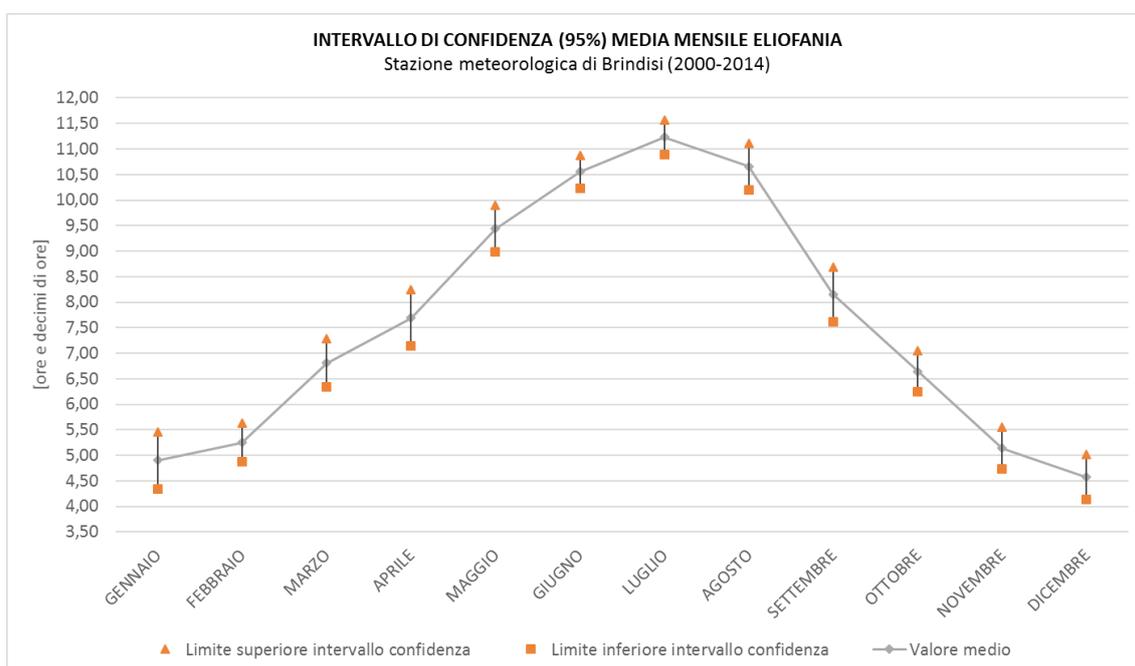


Fig.14 Intervallo di confidenza al 95% per la media mensile registrata presso la stazione meteorologica di Brindisi

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
LIMITE SUPERIORE [he/h <sup>10</sup> ]	5,46	5,63	7,28	8,24	9,89	10,87	11,57	11,11	8,69	7,05	5,55	5,02
LIMITE INFERIORE [he/h <sup>10</sup> ]	4,34	4,87	6,33	7,14	8,99	10,24	10,88	10,20	7,62	6,24	4,73	4,13
VALORE MEDIO [he/h <sup>10</sup> ]	4,90	5,25	6,81	7,69	9,44	10,55	11,23	10,65	8,15	6,65	5,14	4,58
t	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960
ERRORE STANDARD	0,29	0,19	0,24	0,28	0,23	0,16	0,18	0,23	0,27	0,21	0,21	0,23

Tab.17 Intervallo di confidenza al 95% per l'eliofania media mensile. Stazione di Brindisi

### RADIAZIONE SOLARE GLOBALE

<b>STAZIONE DI MISURA</b>	Stazione meteorologica di Brindisi
<b>COORDINATE (UTM 33 N - WGS84)</b>	X: 749.424 Y: 4.504.090
<b>QUOTA SUL LIVELLO DEL MARE [m]</b>	14,5 m
<b>STRUMENTO DI MISURA</b>	Piranometro CM11 Kipp&Zonen
<b>ENTE GESTORE</b>	Aeronautica Militare – Servizio meteorologico
<b>PARAMETRI METEO-IDROLOGICI INPUT</b>	Quantità di radiazione solare globale giornaliera

<b>SERIE TEMPORALE</b>	2000÷2014
<b>CONTINUITÀ</b>	0,44
<b>COMPLETEZZA</b>	0,72
<b>GRANDEZZA CAMPIONE [numero dati analizzati]</b>	3687
<b>DATI DI OUTPUT</b>	Trend radiazione media mensile + I.C. 95% Trend radiazione media annua + I.C. 95%

La radiazione solare al suolo globale (*global solar radiation*) è il flusso di energia che raggiunge la superficie terrestre sotto forma di onde elettromagnetiche e che deriva dalla somma dei contributi di radiazione diretta e diffusa. La potenza della radiazione per unità di superficie, integrata sul tempo di misura, fornisce una misura cumulata dell'energia solare che raggiunge l'unità di superficie nell'unità di tempo stabilita; tale energia si esprime in J/m<sup>2</sup>.

I dati relativi alla radiazione solare globale sono stati acquistati dal sito del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. È stata richiesta la fornitura delle misure acquisite presso la stazione meteorologica di Brindisi nel periodo gennaio 2000 ÷ dicembre 2019, ma la serie di dati fornita si interrompe ad agosto 2014 per mancanza di acquisizioni successive.

Per l'analisi dei trend mensili e annui sono stati elaborati i dati giornalieri di radiazione solare globale.

La serie storica analizzata è affetta da significativa discontinuità dei dati (indice di continuità: 0,44) e da incompletezza (indice di completezza: 0,72); pertanto l'andamento dei trend medi mensili e – soprattutto – annui appare come il risultato non di una variabilità effettiva della grandezza misurata, ma di un errore strumentale. Nel complesso, dunque, l'attendibilità dei valori medi ricavati è da ritenersi medio-bassa. Tale assunzione è basata e supportata dai risultati dell'analisi dell'errore standard delle medie e dai limiti degli intervalli di confidenza che, in particolare modo per l'analisi annuale, si presentano molto ampi proprio in virtù dell'incompletezza della serie storica analizzata.

Per le motivazioni appena descritte, si è ritenuto più opportuno riportare esclusivamente i grafici relativi agli intervalli di confidenza per le medie mensili e annue.

## Intervallo di confidenza al 95% della media mensile di radiazione solare globale

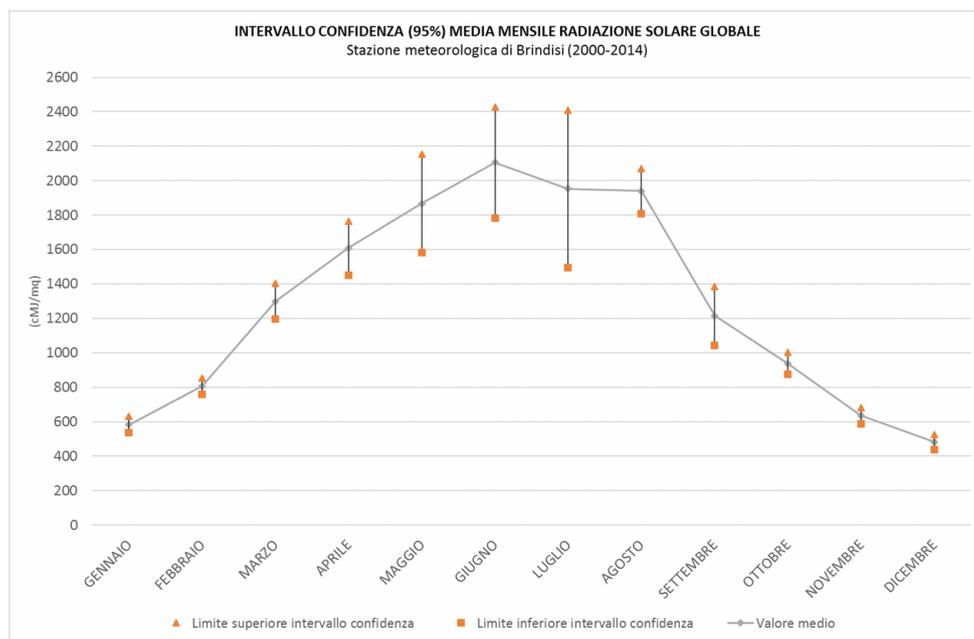


Fig.15 Intervallo di confidenza al 95% per la media annua registrata presso la stazione meteorologica di Brindisi

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
LIMITE SUPERIORE [cMJ/mq]	631,47	852,89	1402,09	1765,80	2152,06	2427,39	2410,22	2069,51	1387,02	1001,62	683,93	527,31
LIMITE INFERIORE [cMJ/mq]	534,97	759,20	1195,23	1449,44	1581,35	1782,63	1494,14	1808,71	1044,03	874,04	587,18	438,76
VALORE MEDIO [cMJ/mq]	583,22	806,05	1298,66	1607,62	1866,71	2105,01	1952,18	1939,11	1215,52	937,83	635,55	483,03
t	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960
ERRORE STANDARD	24,62	23,90	52,77	80,70	145,59	164,48	233,69	66,53	87,50	32,55	24,68	22,59

Tab.18 Intervallo di confidenza al 95% per la radiazione solare globale media mensile. Stazione di Brindisi

## Intervallo di confidenza al 95% della media annua di radiazione solare globale

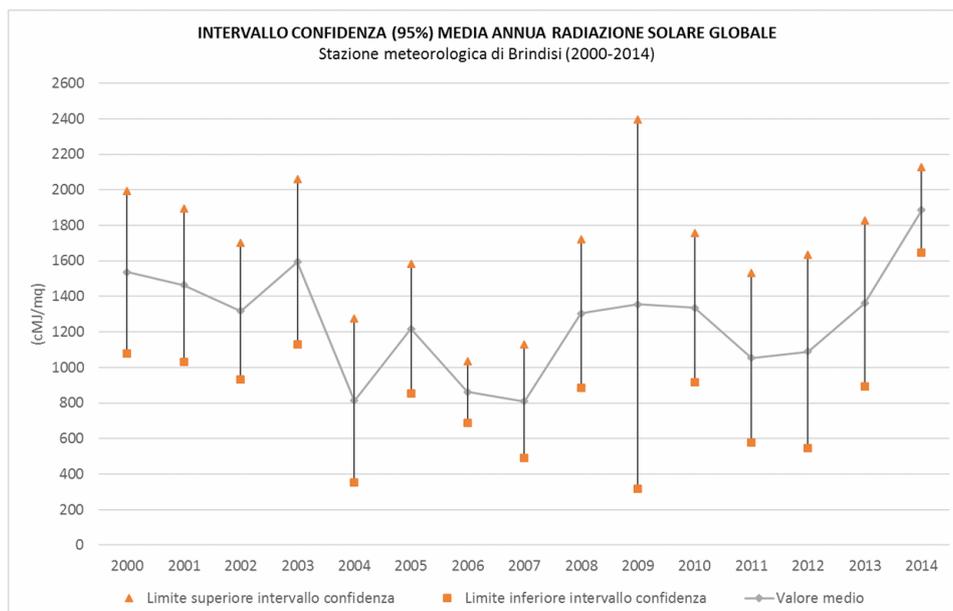


Fig.16 Intervallo di confidenza al 95% per la media annua registrata presso la stazione meteorologica di Brindisi

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
LIMITE SUPERIORE [cm]/[mq]	1994,3	1895,0	1703,1	2058,4	1274,9	1581,1	1034,4	1128,1	1722,7	2395,3	1755,2	1530,4	1633,2	1828,1	2125,9
LIMITE INFERIORE [cm]/[mq]	1078,8	1032,9	931,5	1131,2	351,0	853,0	689,5	492,1	885,4	317,1	916,5	578,7	544,5	894,7	1644,6
VALORE MEDIO [cm]/[mq]	1536,5	1463,9	1317,3	1594,8	813,0	1217,0	862,0	810,1	1304,1	1356,2	1335,9	1054,6	1088,9	1361,4	1885,3
t	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960
ERRORE STANDARD	233,53	219,92	196,84	236,53	235,66	185,75	87,98	162,23	213,59	530,15	213,94	242,77	277,72	238,12	122,79

Tab.19 Intervallo di confidenza al 95% per la radiazione solare globale media annua. Stazione di Brindisi

## INDICI CLIMATICI

A corredo dell'analisi climatica sin qui effettuata si riporta la definizione di due indici climatici, quello di aridità De Martonne e quello termo-pluviometrico di Walther e Leith, ritenuti utili per la valutazione degli aspetti progettuali che riguardano, in modo particolare, l'impianto e la gestione delle colture interfilare. In particolare, per l'elaborazione di questi indici, sono stati utilizzati i dati delle registrazioni di temperatura e precipitazioni della stazione termo-pluviometrica di San Pietro Vernotico.

### Indice di De Martonne

I risultati dell'elaborazione dell'indice di aridità di De Martonne, riportati graficamente in fig.17 e in tab.20, evidenziano per la stazione di San Pietro Vernotico come, nell'arco del periodo considerato (1990÷2019), esso abbia oscillato tra 9 e 40, evidenziando una mediana pari a 24,78 che indica, secondo la classificazione di De Martonne, un clima subumido.

L'analisi cronologica dei dati e la relativa stima di tendenza nel tempo, espressa dal calcolo della retta di regressione, evidenziano un lento ma evidente incremento dell'indice di aridità sino ai tempi più recenti.

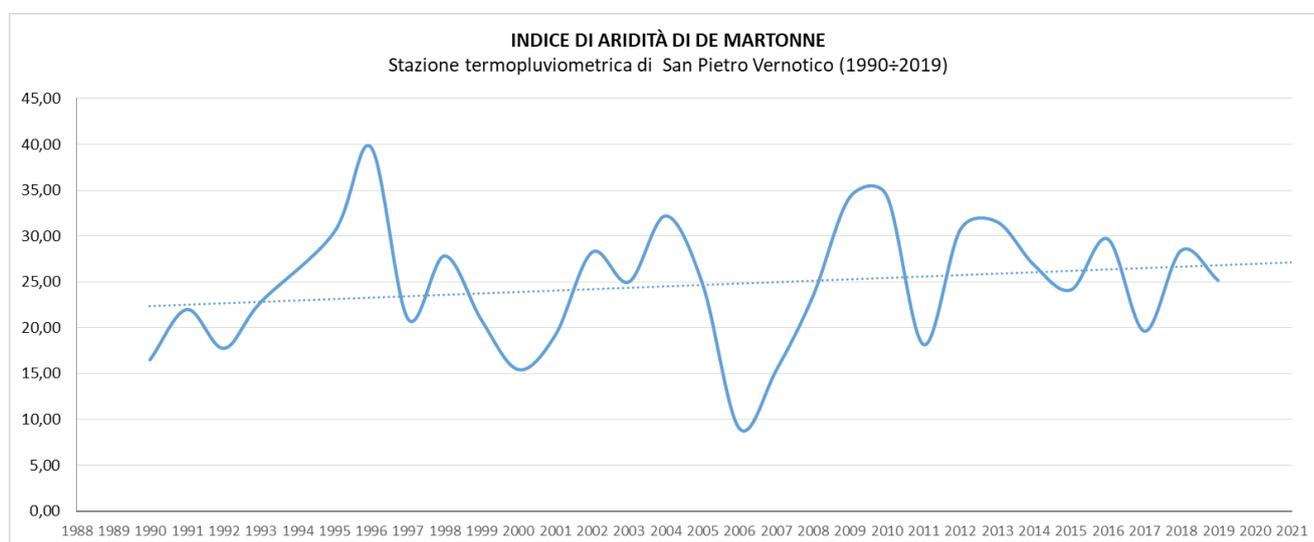


Fig. 17 Andamento dell'indice di aridità di De Martonne per la stazione termopluviometrica di San Pietro Vernotico

Legenda tipi climatici secondo De Martonne: arido estremo (0-5); arido (5-15); semiarido (15-20); subumido (20-30); umido (30-60); iperumido (>60)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
INDICE DI ARIDITÀ	16,52	22,00	17,75	22,78	>>	30,43	39,69	20,97	27,85	20,82	15,45	19,18	28,24	25,00	32,21
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
INDICE DI ARIDITÀ	24,78	9,02	15,37	23,48	34,26	34,41	18,18	30,72	31,56	26,85	24,13	29,69	19,63	28,45	25,16

Tab. 20 Indice di aridità di De Martonne per la stazione termopluviometrica di San Pietro Vernotico

### **Diagramma climatico di Walter e Leith**

Nella fig.18 è stato costruito il diagramma termopluviometrico relativo alla stazione di San Pietro Vernotico, elaborato mediante i valori medi mensili di temperatura e piovosità esposti in precedenza.

Esaminando il diagramma di Walther e Leith in questione, si rileva che il periodo di “deficit” idrico risulta cronologicamente esteso all’incirca da maggio a settembre, registrando una fase di massima siccità fra giugno e agosto.

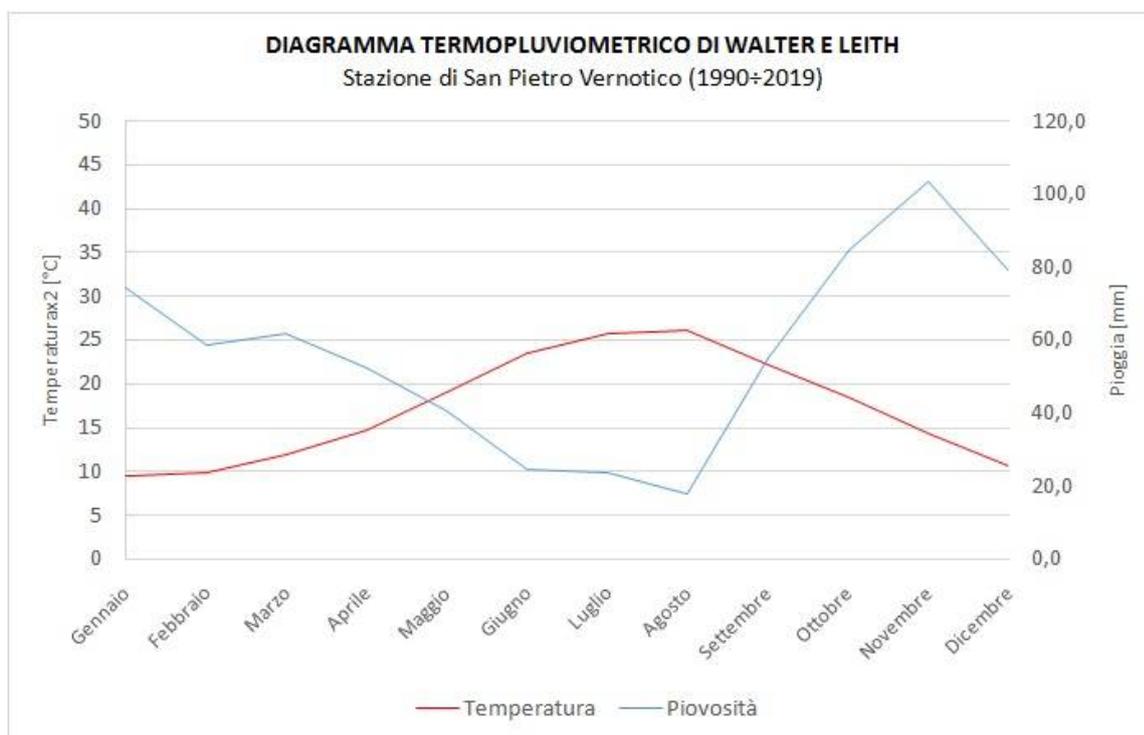


Fig.18 Diagramma climatico di Walter e Leith

Infine, per quanto concerne i periodi di “surplus” idrico, si può osservare come questi siano più cospicui nei mesi autunnali (in particolare a novembre e dicembre) e relativamente meno pronunciati in pieno inverno e all’inizio della primavera.