



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Dipartimento Meteoclimatico
Servizio Meteorologico, Agrometeorologico ed Ecosistemi

Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna

Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale
nel periodo ottobre 2019 - settembre 2020

INDICE

INTRODUZIONE	4
1. LE PRECIPITAZIONI DELL'ANNATA	5
1.1. Andamento complessivo dell'annata	5
1.2. Andamento della stagione piovosa	8
1.3. Analisi della neve	10
2. LE PRECIPITAZIONI SUI GRUPPI DI MESI	12
2.1. Il trimestre ottobre-dicembre	12
2.2. Il quadrimestre gennaio-aprile	13
2.3. Il quinquemestre maggio-settembre	15
3. LE PRECIPITAZIONI GIORNALIERE	17
4. TEMPERATURE ANNUALI	25
4.1. Temperature medie dei singoli mesi	28
4.2. Indicatori di condizioni termiche particolari	29
4.2.1. Giorni di gelo	29
4.2.2. Notti tropicali	31
4.2.3. Giornate estive	33
5. ANOMALIA DEL LIVELLO DEL MARE IN SARDEGNA	36
6. ELABORAZIONI AGROMETEOROLOGICHE SPECIFICHE	37
6.1 Evapotraspirazione e bilancio idroclimatico	37
6.2 Indice di precipitazione standardizzata – SPI	40
6.3 Sommatorie termiche	46
6.4 Wind Chill Index (WCI)	51
6.5 Temperature Humidity Index (THI)	54
6.6 Heat Waves – Onde di calore	57
7. CONSIDERAZIONI AGROMETEOROLOGICHE	61
8. BIOMETEOROLOGIA - Heat Index	73
9. AEROBIOLOGIA	80

La presente analisi si basa principalmente sui dati delle reti meteorologiche dell'ARPAS, integrati con quelli della rete del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e dell'Ente Nazionale Assistenza al Volo.

L'analisi agrometeorologica è stata realizzata anche grazie alle informazioni fornite dalla Agenzia Regionale AGRIS.

A cura di

Michele Fiori
Alessandro Delitala
Ilaria Peana

Hanno collaborato

Giuliano Fois, Giovanna Mannu, Salvatore Natale, Samuele Salis, Paolo Boi e Giacomo Agrillo

Realizzazione grafica

Salvatorina Sechi

Si ringraziano tutti i colleghi del Dipartimento Meteorologico che a vario titolo hanno contribuito alla realizzazione del presente rapporto.

ARPAS – Dipartimento Meteorologico
Viale Porto Torres 119, 07100 Sassari
tel. +39 079 258600 fax +39 079 262681
dipartimento.imc@arpa.sardegna.it dipartimento.imc@pec.arpa.sardegna.it



INTRODUZIONE

L'annata ottobre 2019-settembre 2020 ha registrato cumulati di pioggia che nel complesso si collocano lievemente al di sopra della precipitazione media climatica in quasi tutta l'Isola, con scostamenti maggiori sul Montiferru e sull'Ogliastra interna. Le aree in cui si sono registrati i cumulati superiori, tra 1400 e 1500 mm circa, sono localizzate nel Gennargentu e nel Montiferru, mentre nel Campidano e in alcune ristrette aree della costa orientale non si sono raggiunti i 500 mm. Anche i giorni piovosi nei 12 mesi sono risultati prossimi o poco superiori alla climatologia. Nella stagione piovosa (ottobre-aprile) complessivamente i cumulati hanno raggiunto i valori medi climatici, ma con un contributo non uniforme tra i diversi sottoperiodi, analogamente all'annata precedente: nel trimestre autunnale infatti le piogge sono state relativamente abbondanti (in particolare sulla parte centro-Occidentale), mentre nel successivo quadrimestre sono state sensibilmente inferiori alla media climatica, ad eccezione del settore Nord-orientale. Il periodo maggio-settembre ha registrato nuovamente precipitazioni in generale sopra la norma.

L'indice SPI trimestrale, rappresentativo delle condizioni di umidità dei suoli, mostra le classi Molto umido ed Estremamente umido da novembre a gennaio, seguita da Molto siccitoso e localmente Estremamente siccitoso fino ad aprile, quindi nuovamente condizioni umide in settembre. L'indice SPI a 12 mesi, che riflette condizioni siccitose riferite ai bacini idrici di piccole-medie dimensioni, alle falde e alle portate fluviali, mostra per tutto l'anno l'assenza di condizioni critiche.

Per quanto riguarda le temperature, le medie annuali delle minime risultano leggermente superiori rispetto alla media climatologica di riferimento mentre le massime risultano più elevate della norma con anomalie in generale di circa 0.8 °C - 1.0 °C. Il mese più freddo del periodo è stato gennaio 2020, caratterizzato dalla media dei valori minimi giornalieri compresa tra -1 °C delle vette del Gennargentu sino ai +8 °C circa delle coste. Il confronto con la media di riferimento mostra tuttavia che si è trattato quasi ovunque di valori leggermente superiori rispetto alla climatologia. Il mese più caldo è stato agosto con anomalie di circa 1 °C - 1.5 °C.

Le sommatorie termiche calcolate sui 12 mesi hanno mostrato incrementi significativi rispetto alla climatologia di riferimento, più marcati sul versante orientale.

Il ciclo delle specie vegetali poliannuali o perenni di interesse zootecnico ha risentito sensibilmente dell'andamento delle piogge nel corso dell'annata, con un ritardo del risveglio in autunno e successivamente con una ridotta attività vegetativa delle piante per le condizioni di limitata disponibilità idrica dei terreni causata dalla carenza di piogge nei primi mesi dell'anno. Successivamente con la ripresa delle piogge a marzo e il graduale innalzamento delle temperature si è assistito ad un progressivo incremento degli accrescimenti fino a tutto aprile; in giugno le frequenti piogge hanno causato problemi nelle fasi di fienagione, determinando un peggioramento della qualità del foraggio e la formazione di muffe per effetto dell'eccessiva umidità del fieno. Situazioni analoghe hanno condizionato le coltivazioni dei cereali, con le semine che inizialmente sono state ostacolate dalle piogge intense di novembre e dicembre. Anche per queste specie coltivate sono state osservati i tipici sintomi legati a condizioni siccitose nei primi mesi del 2020. Fortunatamente le favorevoli condizioni primaverili hanno consentito una ripresa e prosecuzione regolare degli accrescimenti, salvo in aree con terreni sciolti o con semine tardive. In fase di raccolta si è verificato un significativo ritardo dovuto alle frequenti piogge di giugno. Prati ed erbai a ciclo primaverile-estivo non hanno presentato particolari problemi nel corso della stagione calda e anche nelle aree in cui le temperature hanno raggiunto i 38-40 °C, se è stata adottata una adeguata irrigazione le colture hanno proseguito gli accrescimenti in modo regolare. Settembre è stato particolarmente piovoso su tutta l'Isola e se da una parte ha favorito una ripresa graduale delle essenze spontanee da pascolo e delle specie poliennali o autoriseminanti, dall'altra può avere causato problemi nel prosieguo del ciclo delle specie cerealicole primaverili-estive in campo e nelle stesse fasi finali di raccolta (trinciatura nel mais o taglio di erba medica) e affienamento/insilamento.

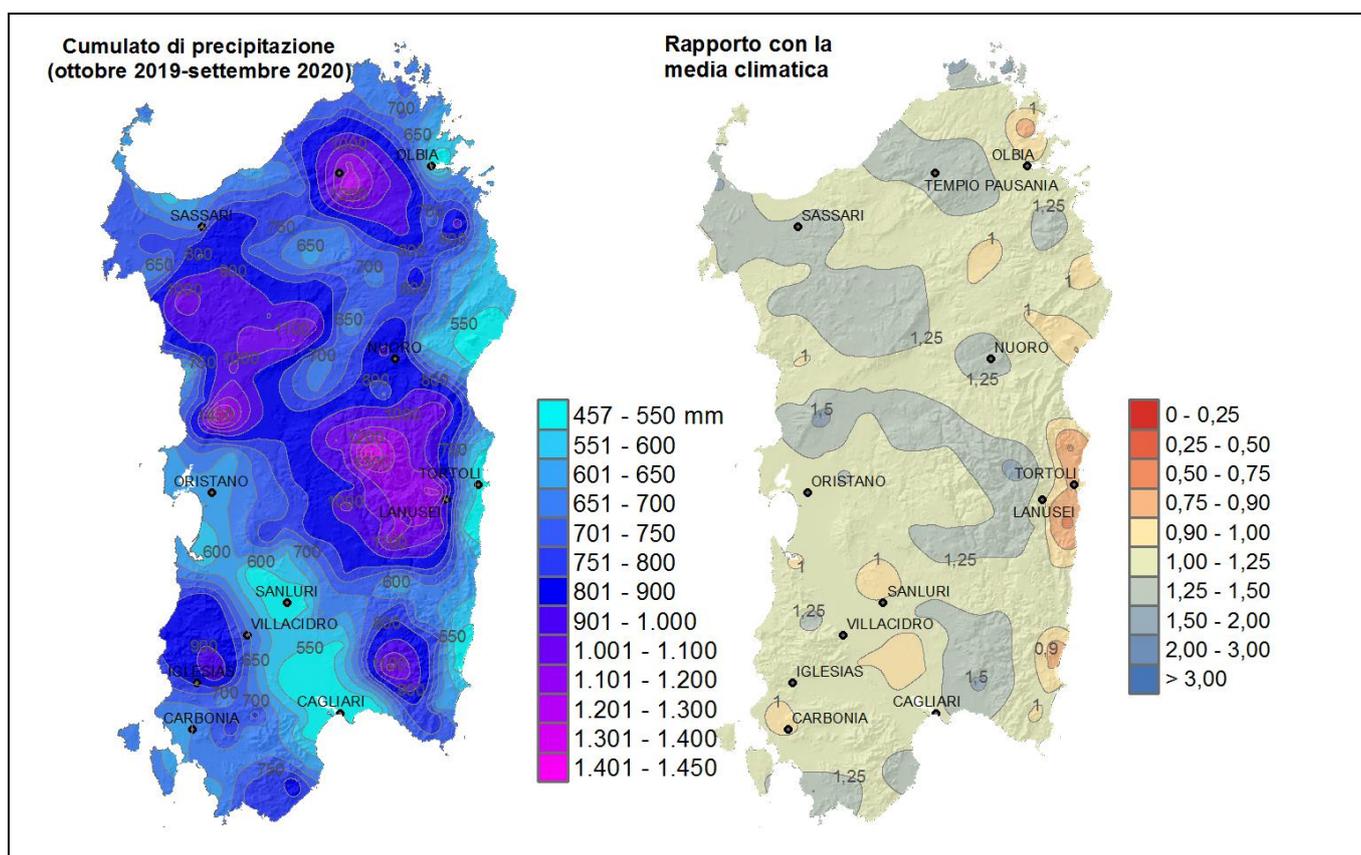
1. LE PRECIPITAZIONI DELL'ANNATA

1.1 Andamento complessivo dell'annata

La **Figura 1** mostra i cumulati complessivi di precipitazione sul territorio regionale, con altezze che variano dai 500 mm scarsi del Campidano e di alcune ristrette aree della costa orientale (455.8 mm a Cagliari Molentargius; 461.0 mm a Orosei), agli oltre 1400 mm del Gennargentu e del Montiferru (1526.6 mm a Desulo Perdu Abes; 1432.2 mm a Santu Lussurgiu Badde Urbara). Sul Monte Limbara si registrano 1176.8 mm a Tempio, sui 1000-1100 mm si attestano altre zone montuose (bacino del Temo, basso Marghine, Serpeddi), mentre il grosso dell'Isola si attesta sui 700 mm.

Sono valori che nel complesso si collocano lievemente al di sopra della precipitazione tipica in quasi tutta l'Isola, con cumulati pari a 1.14 volte la media climatica: cioè in media in Sardegna ha piovuto il 14% in più del normale. Le aree a maggiore rapporto di piovosità sono il Montiferru (1.74) e l'Ogliastra interna (fino a 1.67 a Villagrande Strisaili), a contrastare con il basso rapporto dell'Ogliastra costiera (0.65 tra Jerzu, Baunei e Barisardo); il Medio Campidano registra invece il 90% della precipitazione attesa.

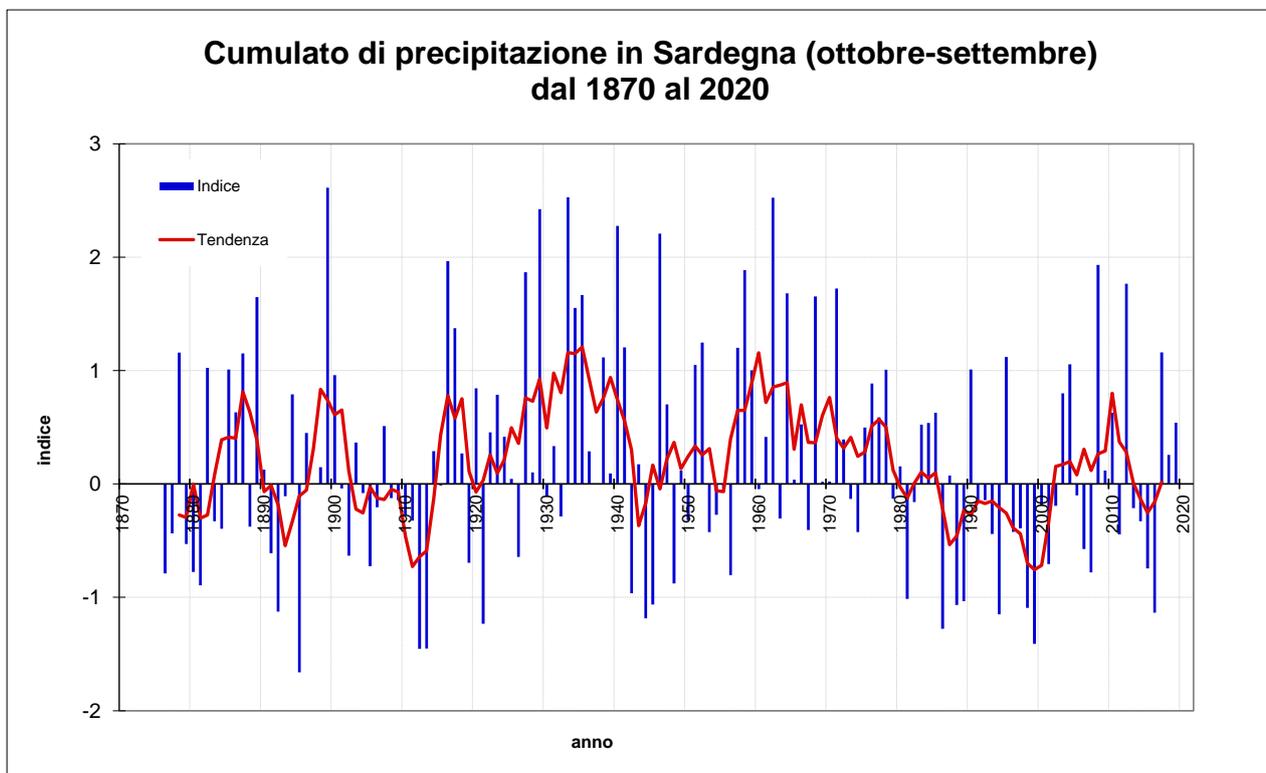
Figura 1: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2019 a settembre 2020 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.



La **Figura 2**, che riporta l'andamento ultrasecolare delle precipitazioni della Sardegna, a partire dalla presente relazione si arricchisce dei cumulati annuali della stazione di Carloforte (dal 1901 al 1928) e dei cumulati di numerose altre stazioni per il periodo 1922-1929. Di conseguenza il valore dell'indice per la prima parte del XX secolo risulta più preciso.

Venendo al 2019-2020, si conferma la ripresa delle precipitazioni che si osserva nell'ultimo triennio. Il 2019-2020, infatti, risulta essere il terzo anno consecutivo con precipitazioni superiori alla media climatologica.

Figura 2: Andamento ultrasecolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre.



La distribuzione spaziale dei giorni piovosi (per definizione, i giorni in cui ha piovuto almeno 1 mm, **Figura 3**) mostra una netta dicotomia tra le aree costiere, che tipicamente si attestano a Oriente e a Cagliari sui 60 gg, altrove sui 70 gg, e le aree interne, nelle quali un valore tipico è 80 gg. Gli estremi vanno dai 45 gg di Dorgali Cala Gonone, fino ai 96 gg di Santu Lussurgiu Badde Urbara. La correlazione con i cumulati totali della Figura 1 è evidente, ed indicativa dell'assenza di eventi precipitativi estremi nel corso dell'annata.

In media regionale i giorni piovosi sono stati 72, valore quasi ovunque lievemente superiore alla media climatica. Da evidenziare gli estremi di Sant'Anna Arresi Porto Pino con 64 gg piovosi, quasi il 50% in più del valore atteso, e di Golfo Aranci, con 55 gg, circa il 30% in meno della media climatica.

L'andamento secolare del numero dei giorni piovosi (**Figura 4**) è analogo all'andamento dei cumulati annuali, in quanto conferma la ripresa delle precipitazioni degli ultimi anni e, per il 2019-2020, un valore di poco superiore alla media climatologica.

Per quel che riguarda l'analisi, anche il grafico del numero dei giorni piovosi ha beneficiato dell'inserimento delle osservazioni del 1922-1929.

Figura 3: Numero di giorni piovosi da ottobre 2019 a settembre 2020 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.

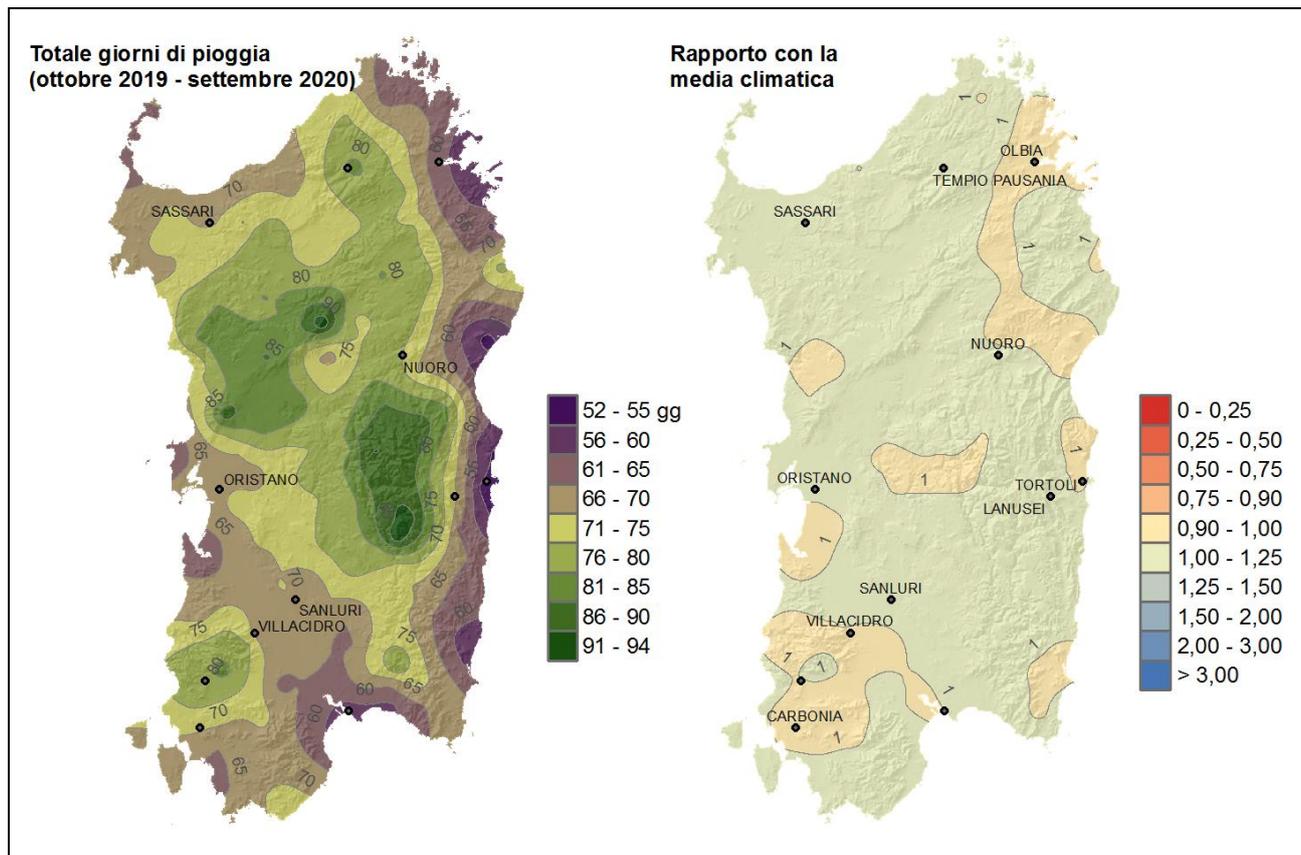
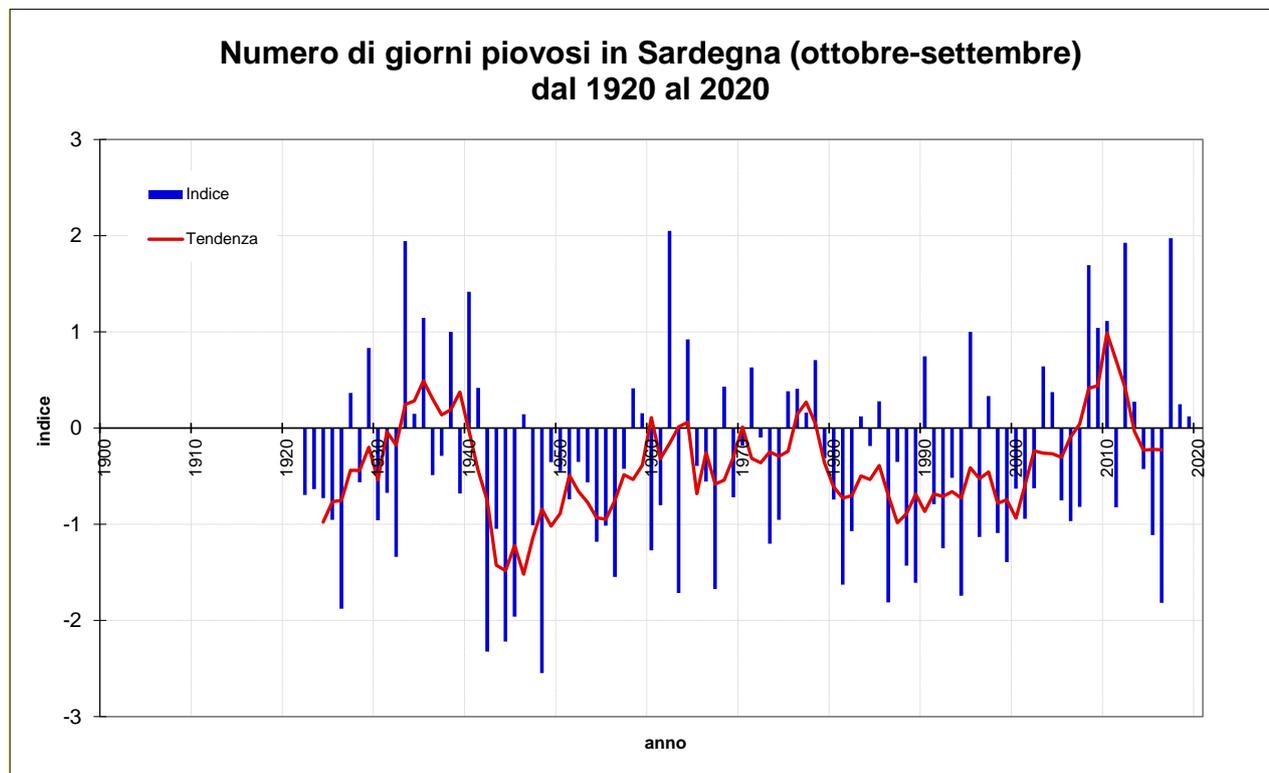


Figura 4: Andamento secolare del numero di giorni piovosi in Sardegna nel periodo ottobre-settembre.

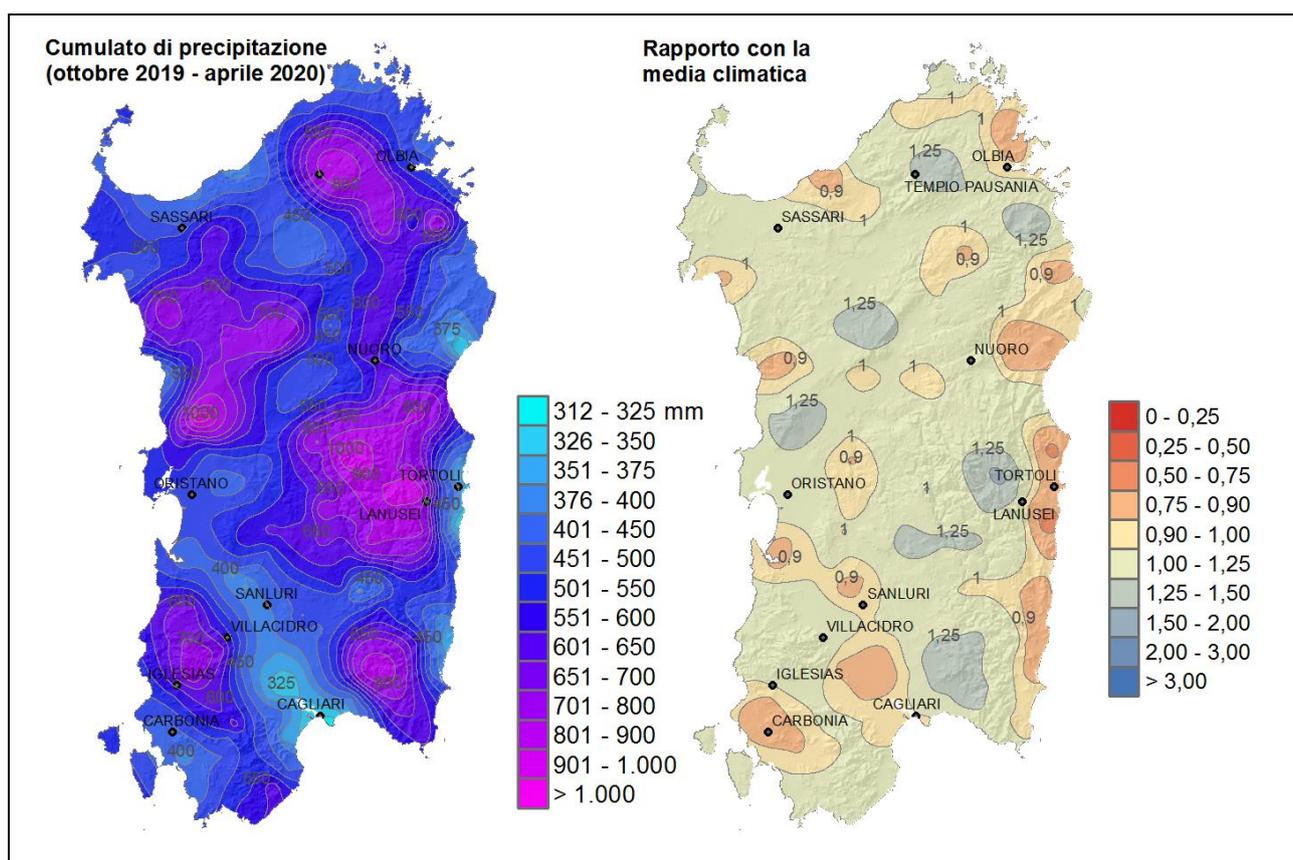


1.2 Andamento della stagione piovosa

Anche nella scorsa annata la stagione piovosa si è confermata tale, facendo registrare nei suoi sette mesi la netta maggioranza dei cumulati annuali (**Figura 5**) e spiegando gran parte dell'impronta precipitativa sul territorio. Essenzialmente i cinque mesi secchi restanti sono da una parte andati a irrorare alcune limitate zone del Sassarese e del Sulcis, uniformandoli ai cumulati delle aree circostanti; dall'altra hanno dato un buon contributo alle precipitazioni sulle zone montuose, dovuto alla prevalente componente convettiva estiva che trova un tipico punto di innesco appunto sui rilievi maggiori. Come estremi, nella stagione piovosa si rilevano i 307.4 mm di Dorgali Cala Gonone e i 311.6 mm di Decimomannu, contrapposti ai 1107.8 mm di Santu Lussurgiu Badde Urbara.

Le precipitazioni sono essenzialmente in linea con la media climatica per gran parte dell'Isola; di rilievo le carenze del Sulcis, del Campidano e soprattutto della fascia costiera orientale: è in questa stagione che nasce il basso rapporto precipitativo dell'Ogliastra costiera (0.61 a Jerzu, Baunei e Barisardo) che rimarrà sostanzialmente immutato nel resto dell'annata. Generalmente positive invece le anomalie delle zone montuose, con picchi a Villagrande Strisaili e sul Montiferru, con il 63-64% di precipitazione in più della media climatologica.

Figura 5: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2019 ad aprile 2020 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.



La distribuzione spaziale dei giorni piovosi (**Figura 6**) varia dai 40 gg di varie aree costiere orientali (che già si è visto essere anche in difetto di cumulati) e i circa 70 gg di Gennargentu, Montiferru e Alto Marghine. È evidente che la già citata dicotomia tra l'ampia fascia costiera e l'interno dell'Isola si sviluppa durante la stagione piovosa, con estremi che vanno dai 30 gg di Dorgali e Orosei ai 79 gg di Bono Monte Rasu. Sono valori tutto sommato privi di scostamenti significativi dall'andamento climatologico.

Figura 6: Numero di giorni piovosi da ottobre 2019 a aprile 2020 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.

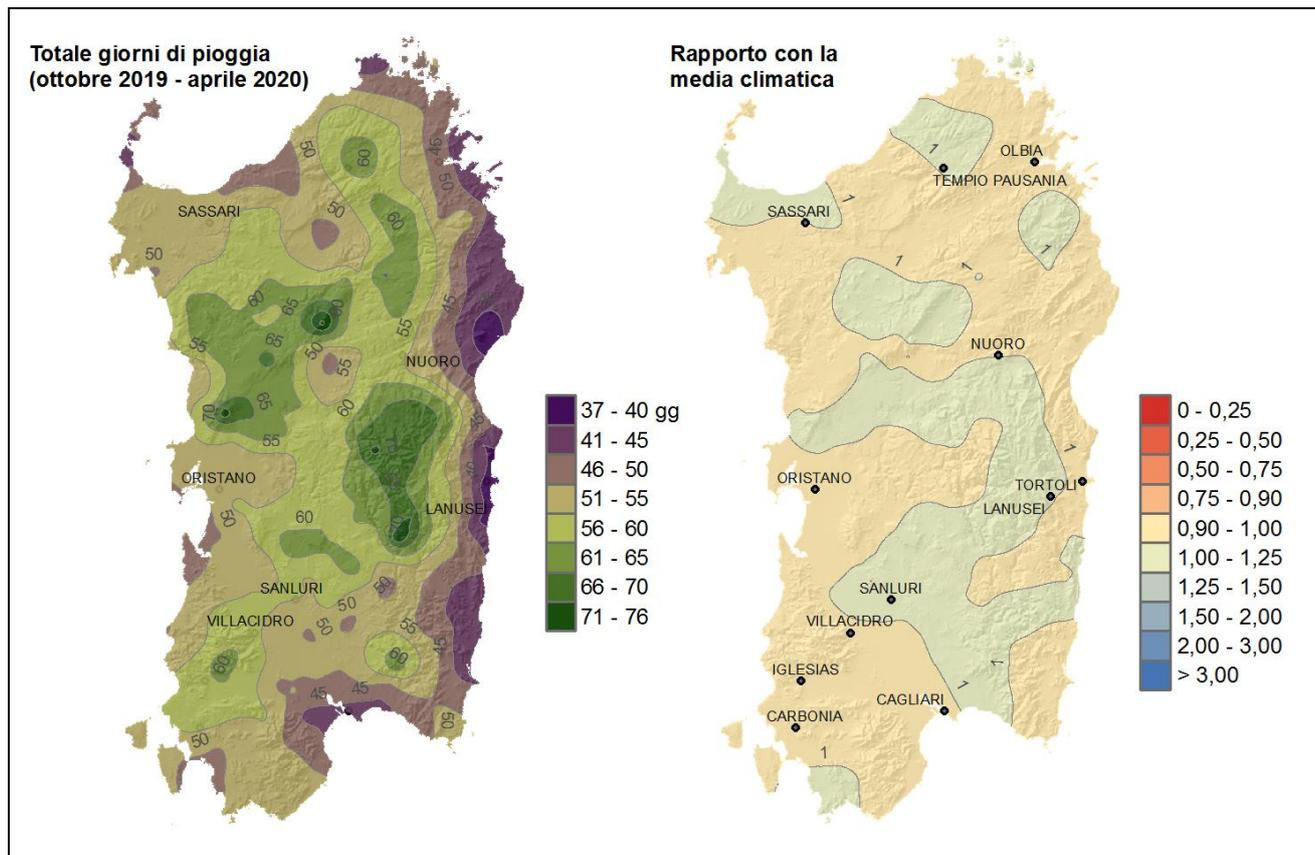
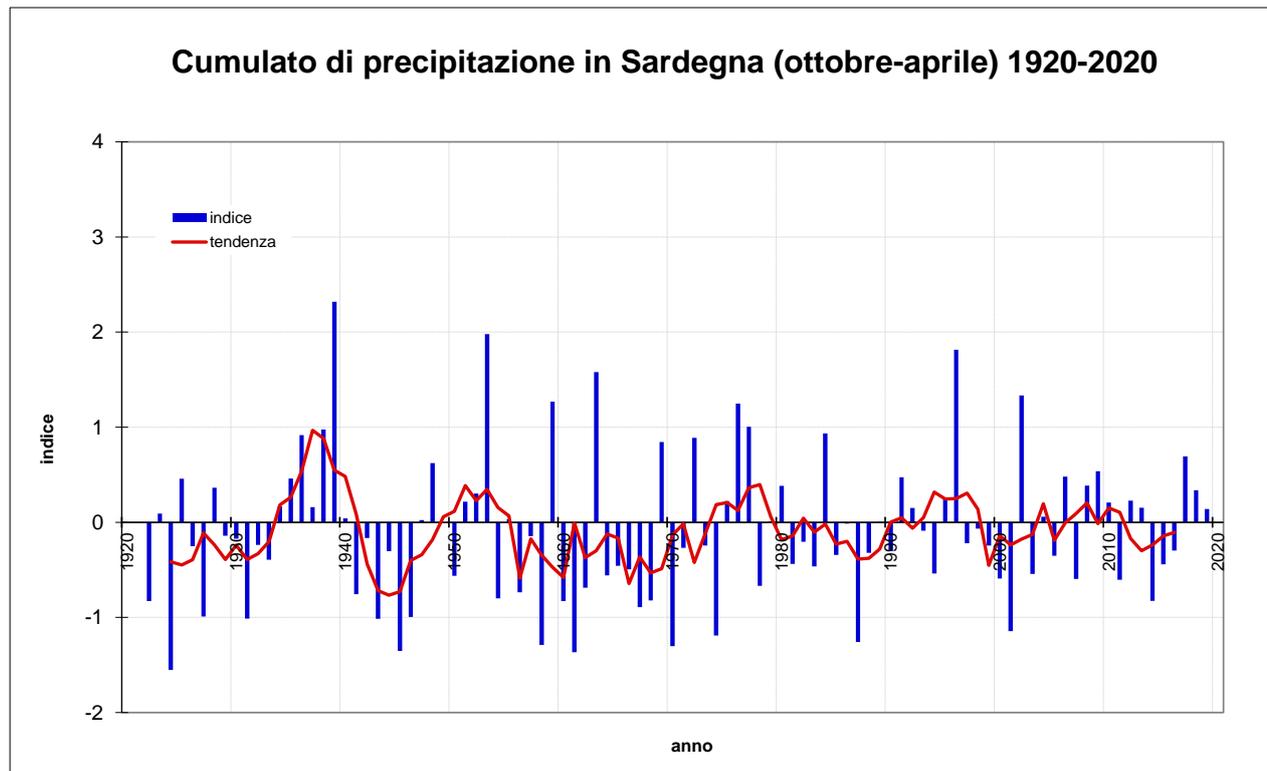


Figura 7: Andamento secolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre - aprile.



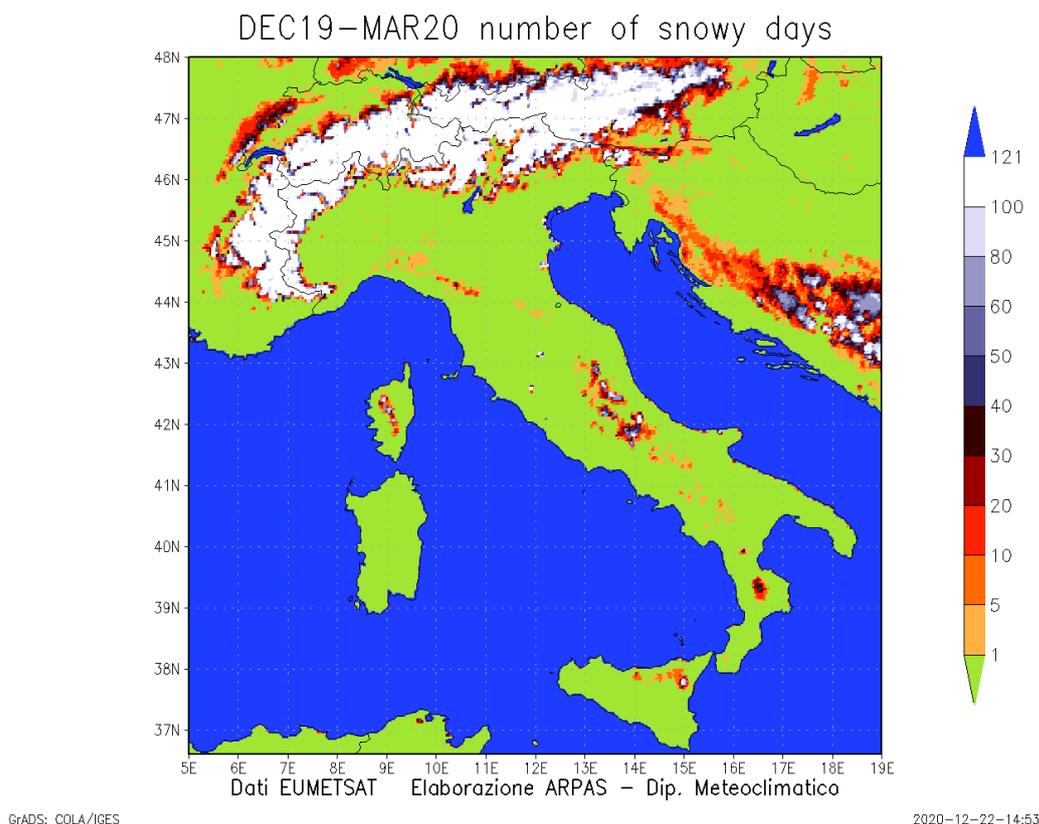
Anche l'andamento ultrasecolare dell'analisi delle precipitazioni relative alla stagione piovosa (**Figura 7**) trae beneficio dall'arricchimento dei dati della prima parte del XX secolo citata relativamente alla figura 2.

Riguardo agli anni recenti, si può osservare anche per la stagione piovosa la ripresa delle precipitazioni degli ultimi anni, per quanto in misura minore rispetto all'anno intero.

1.3 Analisi della neve

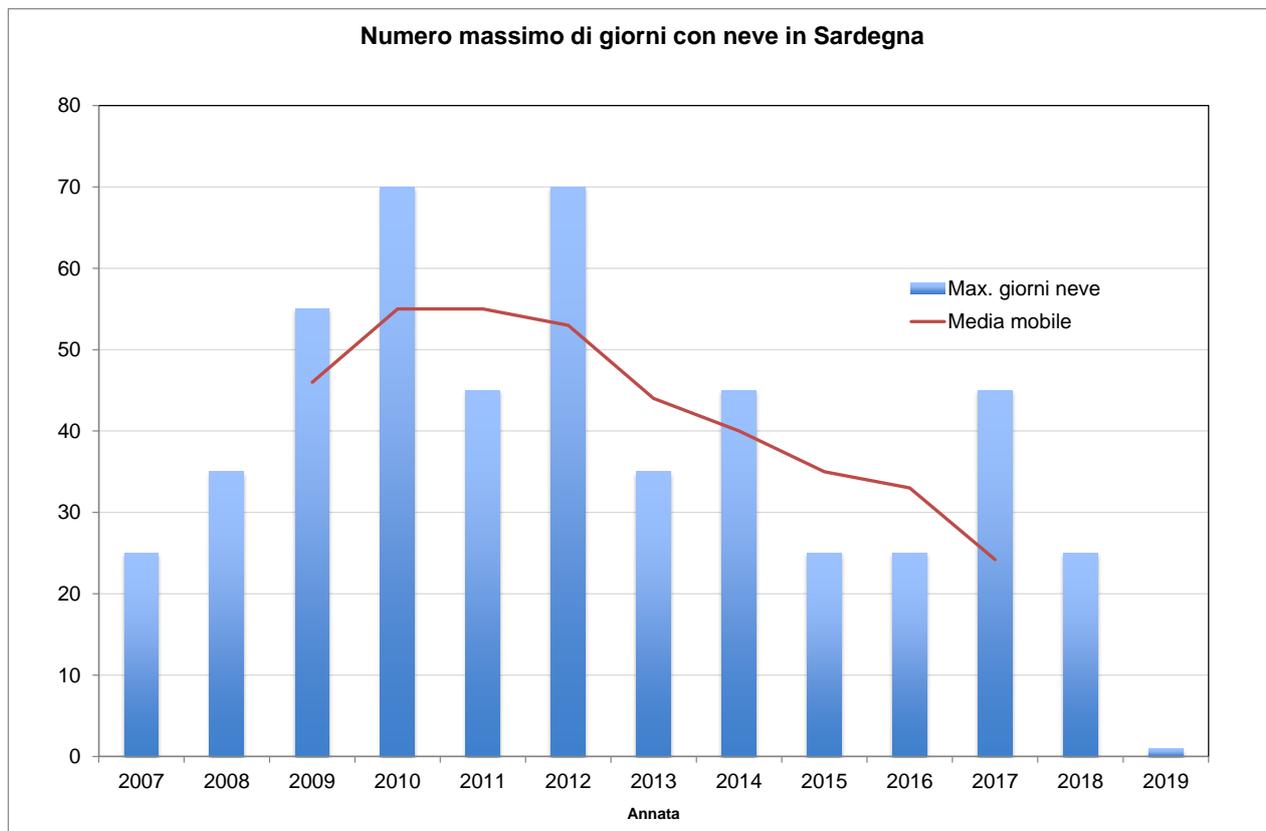
Nell'inverno 2019-20 la neve è stata decisamente scarsa. Ci sono state precipitazioni nevose, ma deboli e isolate e generalmente a quote elevate: una a dicembre sopra i 1500 metri circa, una a febbraio ancora sopra i 1500 metri circa e due a marzo sopra i 1500 metri e sopra i 1200 metri rispettivamente. L'unica a quote sopra gli 800 metri circa è stata ancora a marzo, ma è stato un episodio ancora debole e a carattere isolato. In tutti questi casi il manto nevoso non è stato rilevato dal satellite per la presenza della nuvolosità, anche perché la neve si è sciolta in breve tempo prima della schiarita del cielo; ragion per cui la mappa dei giorni con copertura nevosa (**Figura 8**) ha valore pari a zero sulla Sardegna.

Figura 8: Numero di giorni con copertura nevosa sulla base delle informazioni estratte dalle immagini del satellite MSG: quadrimestre dicembre 2019 - marzo 2020.



L'estrema scarsità delle precipitazioni nevose si osserva bene anche nell'analisi di **Figura 9** dalla quale si evince che il 2019-2020 è stato il meno nevoso degli ultimi 13 anni e, considerato il trend dei cambiamenti climatici, è possibile che sia stato uno degli anni meno nevosi di sempre.

Figura 9: Numero massimo di giorni con copertura nevosa sulla Sardegna in base alle informazioni di figura 8. Ogni valore rappresenta la media di una classe della scala di figura 8: ad esempio, 35 indica la classe 30-40, mentre 70 indica la classe 60-80.



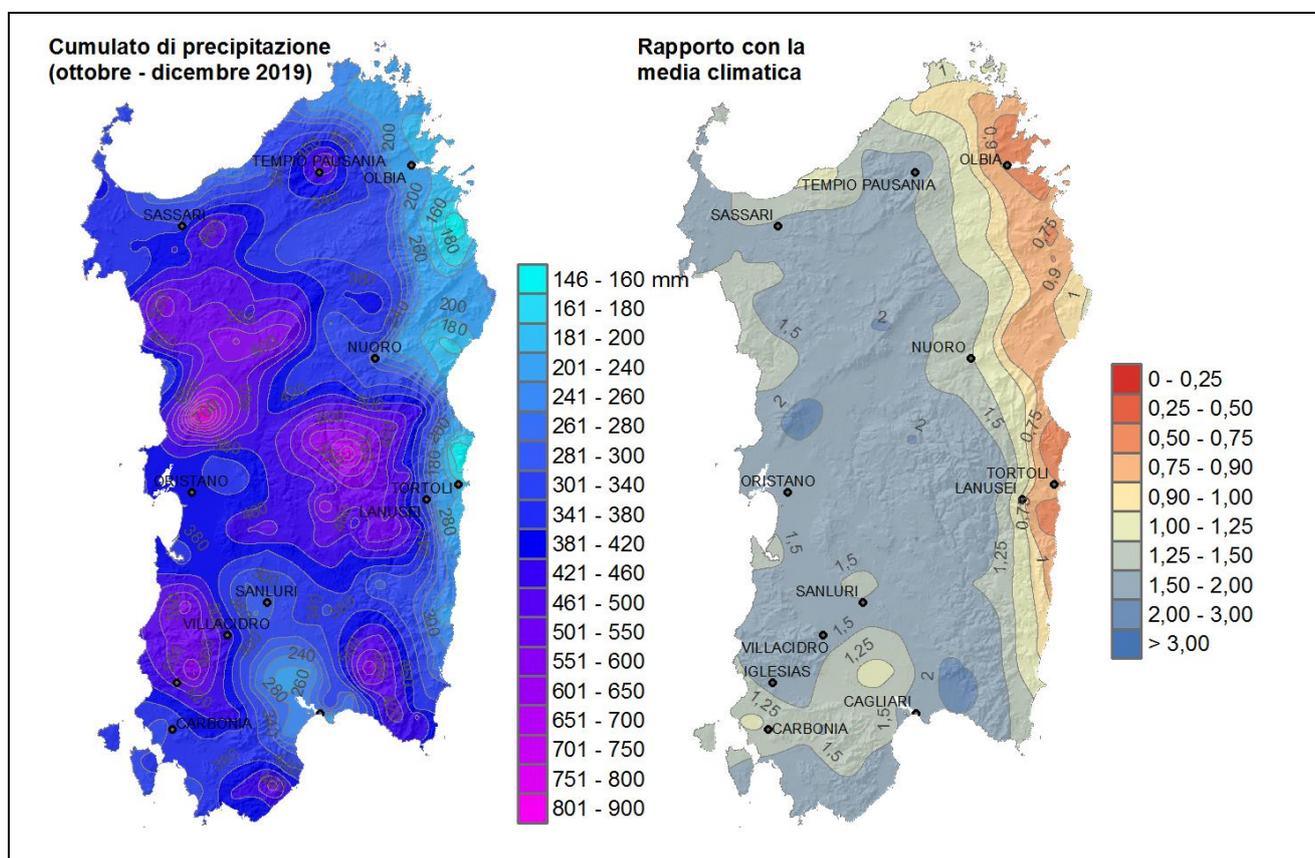
2. LE PRECIPITAZIONI SU GRUPPI DI MESI

2.1 Il trimestre ottobre-dicembre

Le piogge dei tre mesi iniziali della scorsa annata (**Figura 10**) danno l'impronta precipitativa alla stagione piovosa e all'annata intera: la distribuzione spaziale è indicativa della netta prevalenza di flussi occidentali, che generano ombra pluviometrica sull'Oriente sardo, che registra meno di 200 mm. Altra zona poco irrorata è il Basso Campidano, con meno di 300 mm. I due terzi occidentali dell'Isola si attestano tipicamente intorno ai 400 mm, con picchi oltre i 500 mm sui rilievi principali, fino agli oltre 700 mm del Montiferru e del Gennargentu.

Il rapporto con la precipitazione climatica dà ancora meglio la misura della predominanza dei flussi umidi occidentali, con cumulati dimezzati rispetto agli attesi sulla fascia orientale, e fino a doppi sul settore occidentale.

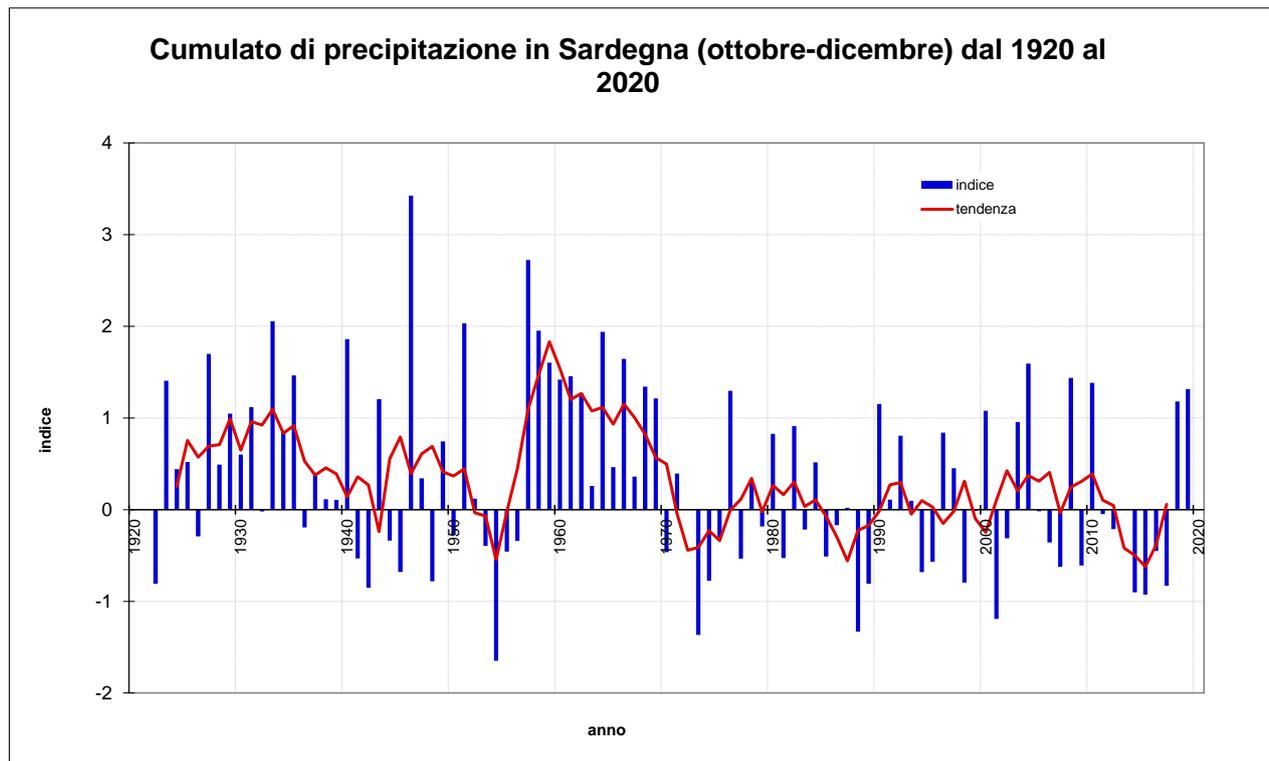
Figura 10: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre a dicembre 2019 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.



L'indice dell'andamento secolare delle precipitazioni in Sardegna (**Figura 11**)¹ mostra che il trimestre ottobre-dicembre 2019 è stato leggermente più piovoso della norma degli ultimi cento anni, ma sostanzialmente in linea con il regime iniziato nei primi anni '70.

¹ Anche per elaborare i grafici riportati nelle figure 11, 13 e 15 sono stati utilizzati i nuovi dati del decennio 1921-1930.

Figura 11: Andamento secolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-dicembre.



2.2 Il quadrimestre gennaio-aprile

La precipitazione della rimanente parte della stagione piovosa (**Figura 12**) mostra invece una netta dominanza dei flussi orientali nel quadrimestre; l'ombra pluviometrica ricade ora sull'Alto Campidano con meno di 70 mm, mentre Gallura e versante orientale del Gennargentu vengono abbondantemente irrorate, oltre i 400 mm.

Il rapporto con la climatologia mostra cumulati fino al doppio dell'atteso su tali zone, a contrastare con il terzo occidentale dell'Isola che riceve meno della metà del normale.

L'indice dell'andamento secolare delle precipitazioni in Sardegna (**Figura 13**) mostra che lo scorso quadrimestre gennaio-aprile è stato nettamente deficitario di precipitazioni rispetto alla norma degli ultimi cento anni, proseguendo una tendenza secca iniziata nei primi anni '80.

Figura 12: Cumulato di precipitazione in Sardegna da gennaio ad aprile 2020 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.

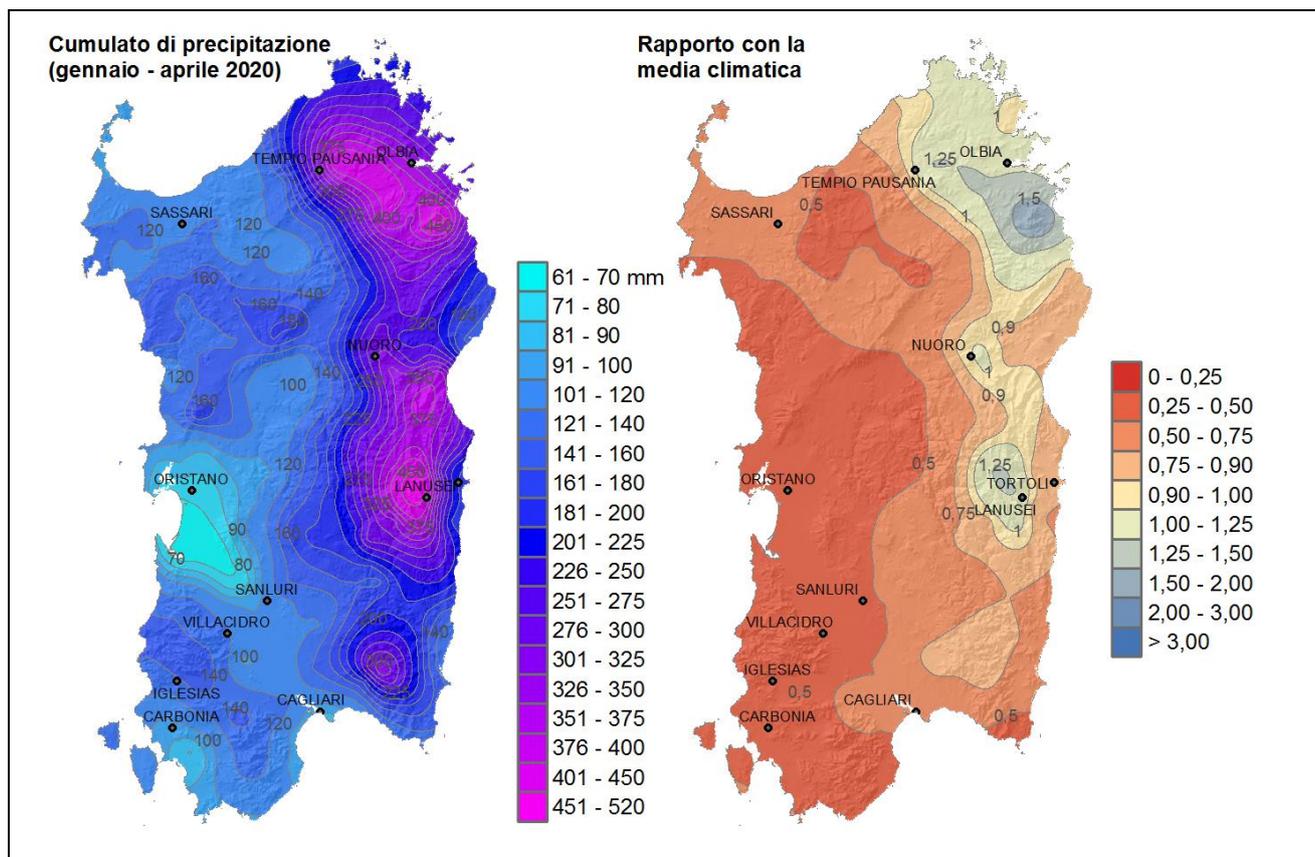
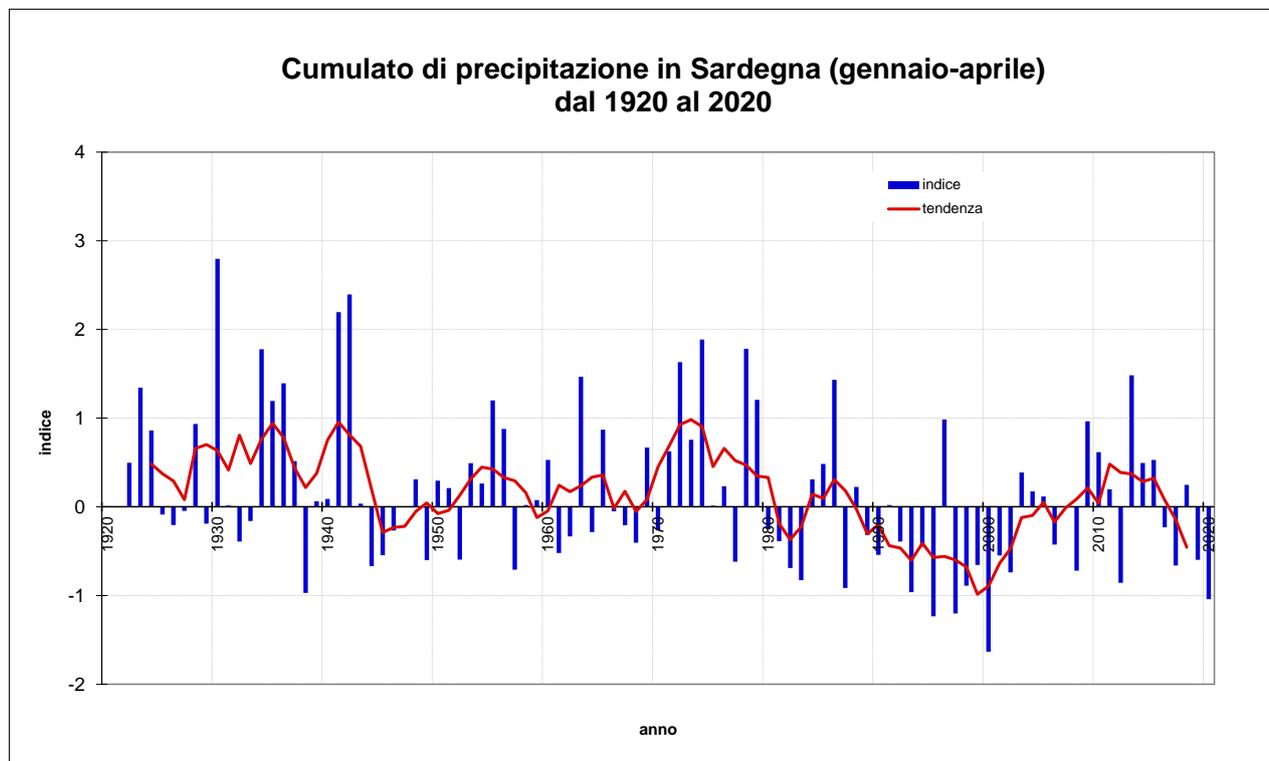


Figura 13: Andamento secolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo gennaio-aprile.



2.3 Il quinquemestre maggio-settembre

La precipitazione della stagione secca (convenzionalmente i cinque mesi da maggio a settembre, **Figura 14**) mostra apporti ridotti a circa un terzo rispetto alla stagione piovosa. Le zone più secche risultano ancora la fascia orientale e il Campidano, con cumulati spesso inferiori ai 140 mm; la zona più piovosa si conferma essere il Gennargentu, con oltre 350 mm. In generale i due terzi occidentali della Sardegna (eccetto il Campidano) ricevono più pioggia del consueto, anche oltre due volte la media climatica; l'Oriente risulta invece sostanzialmente in linea con la climatologia.

L'indice dell'andamento secolare delle precipitazioni in Sardegna (**Figura 15**) mostra che lo scorso quinquemestre gennaio-aprile è stato anch'esso nel complesso leggermente più piovoso della norma degli ultimi cento anni.

Figura 14: Cumulato di precipitazione in Sardegna da maggio a settembre 2020 e rapporto tra il cumulato e la media climatica.

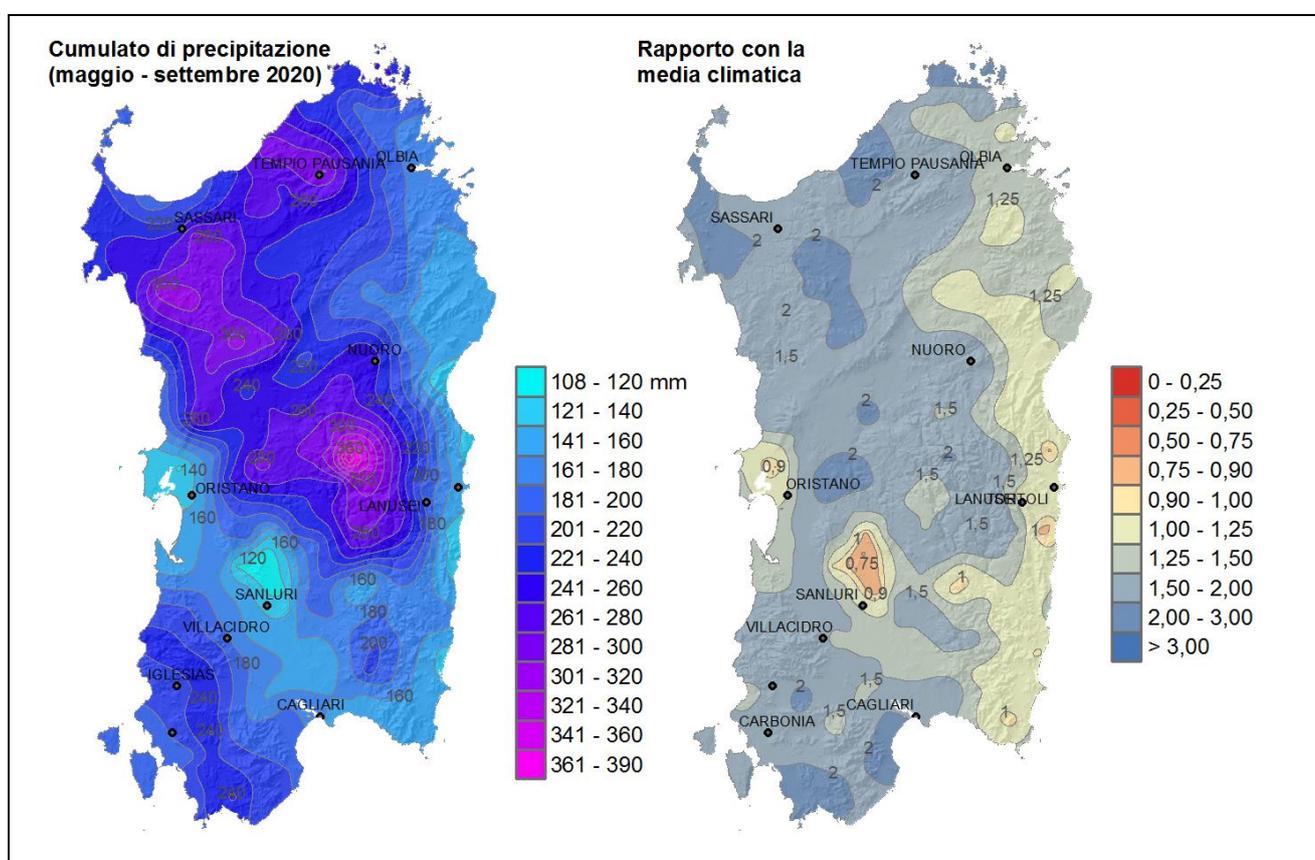
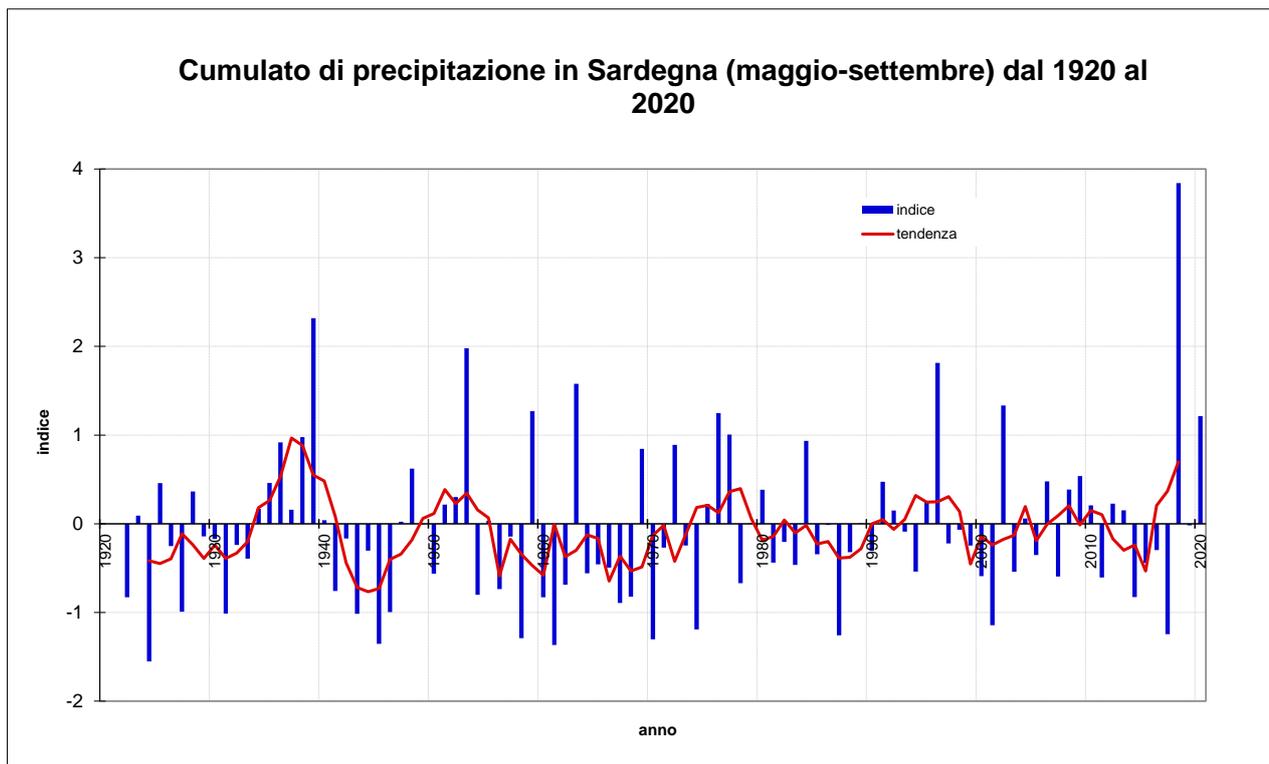


Figura 15: Andamento secolare del cumulo di precipitazione in Sardegna nel periodo maggio-settembre.



3. LE PRECIPITAZIONI GIORNALIERE

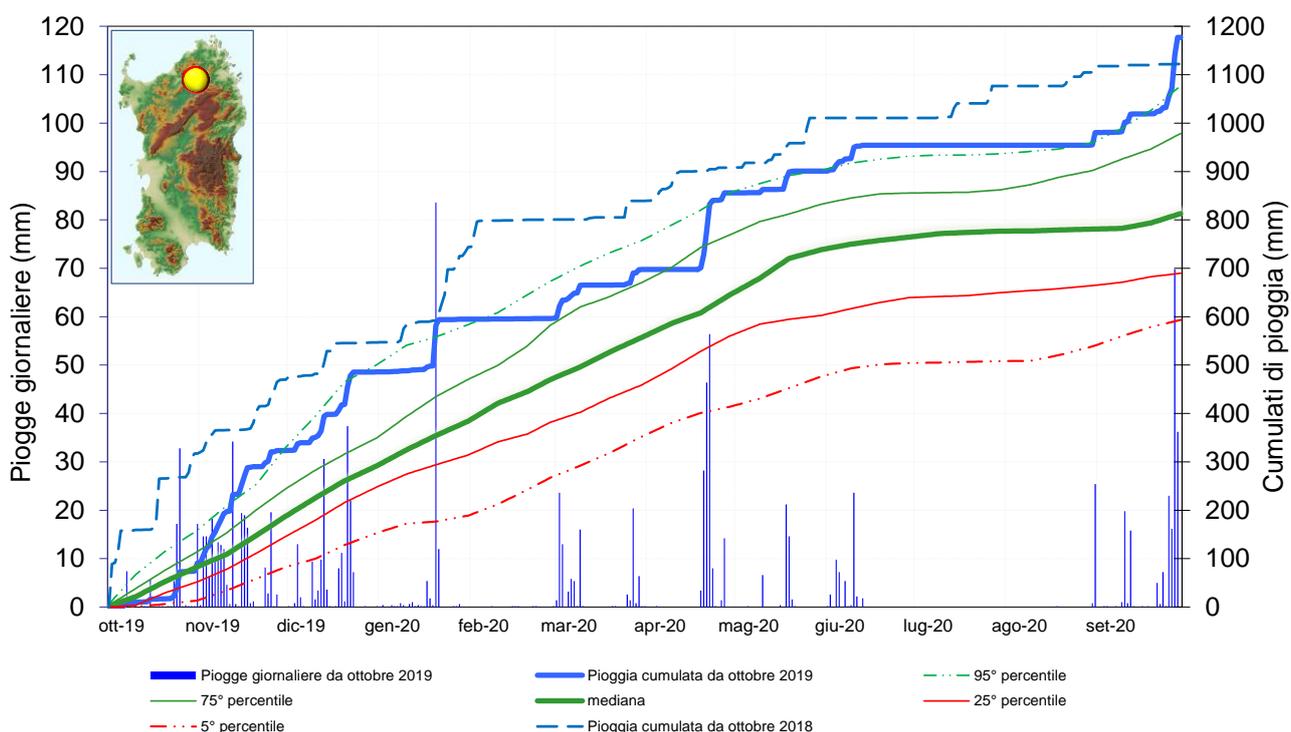
Le **Figure 16 - 27** mostrano l'accumulo progressivo delle precipitazioni da ottobre 2019 a settembre 2020 su 12 stazioni campione appartenenti a diverse aree della Sardegna. I cumulati dell'annata sono messi a confronto con i corrispondenti valori dell'annata precedente e con i percentili della statistica dei cumulati calcolati sulla serie storica del trentennio di riferimento 1971-2000.

In accordo con quanto scritto nel capitolo precedente, le piogge di quasi tutte le stazioni sono state caratterizzate da un periodo maggiormente piovoso tra novembre e dicembre che, in diversi casi, ha portato a cumulati di precipitazione almeno sopra il 75-esimo percentile tranne che nelle stazioni di Ala' dei Sardi (**Figura 17**), Lanusei (**Figura 24**), Escalaplano (**Figura 25**) e Villasor (**Figura 27**), le quali si sono invece assestate su valori prossimi alla mediana climatologica. A questo periodo maggiormente piovoso è seguito in genere un periodo poco piovoso tra gennaio e febbraio, intervallato da qualche giorno di piogge consistenti. Questo periodo poco piovoso ha determinato la discesa del cumulo di pioggia al di sotto della mediana climatologica nelle stesse stazioni citate in precedenza a causa della loro relativamente modesta pioggia tra novembre e dicembre. In generale le precipitazioni sono state maggiormente consistenti sui settori occidentali e settentrionali, nonché in alcune zone del massiccio del Gennargentu maggiormente esposte alle correnti occidentali. Tranne poche eccezioni il periodo tra marzo e giugno ha avuto una distribuzione delle precipitazioni che ha riprodotto sostanzialmente l'andamento della climatologia a disposizione. I mesi estivi di luglio ed agosto hanno visto praticamente ovunque un'assenza pressoché costante di precipitazione per poi avere una ripresa a partire da settembre. Alla fine dei dodici mesi presi in considerazione il bilancio complessivo della precipitazione cumulata ha mostrato generalmente valori superiori al riferimento climatologico; infatti il cumulo ha superato il 95-esimo percentile nelle stazioni di Tempio (**Figura 16**) e Torralba (**Figura 19**), si è attestato attorno al 95-esimo percentile ad Olmedo (**Figura 18**) e Fonni (**Figura 20**), è rimasto nella fascia tra il 75-esimo e 95-esimo percentile nella stazione di Sadali (**Figura 22**), è risultato prossimo al 75-esimo percentile a Samugheo (**Figura 21**), è arrivato tra il 50-esimo ed il 75-esimo percentile a Iglesias (**Figura 26**), ha sostanzialmente seguito la mediana a Lanusei (**Figura 24**) e Villasor (**Figura 27**), mentre è risultato leggermente inferiore alla climatologia (tra il 25-esimo e 50-esimo percentile nelle due stazioni di Sardara (**Figura 23**) ed Escalaplano (**Figura 25**)). Il confronto con l'annata precedente mostra invece una tendenziale maggiore precipitazione in quest'anno ad eccezione delle stazioni di Ala' dei Sardi (**Figura 17**), Sardara (**Figura 23**), Lanusei (**Figura 24**), Escalaplano (**Figura 25**) e Villasor (**Figura 27**).

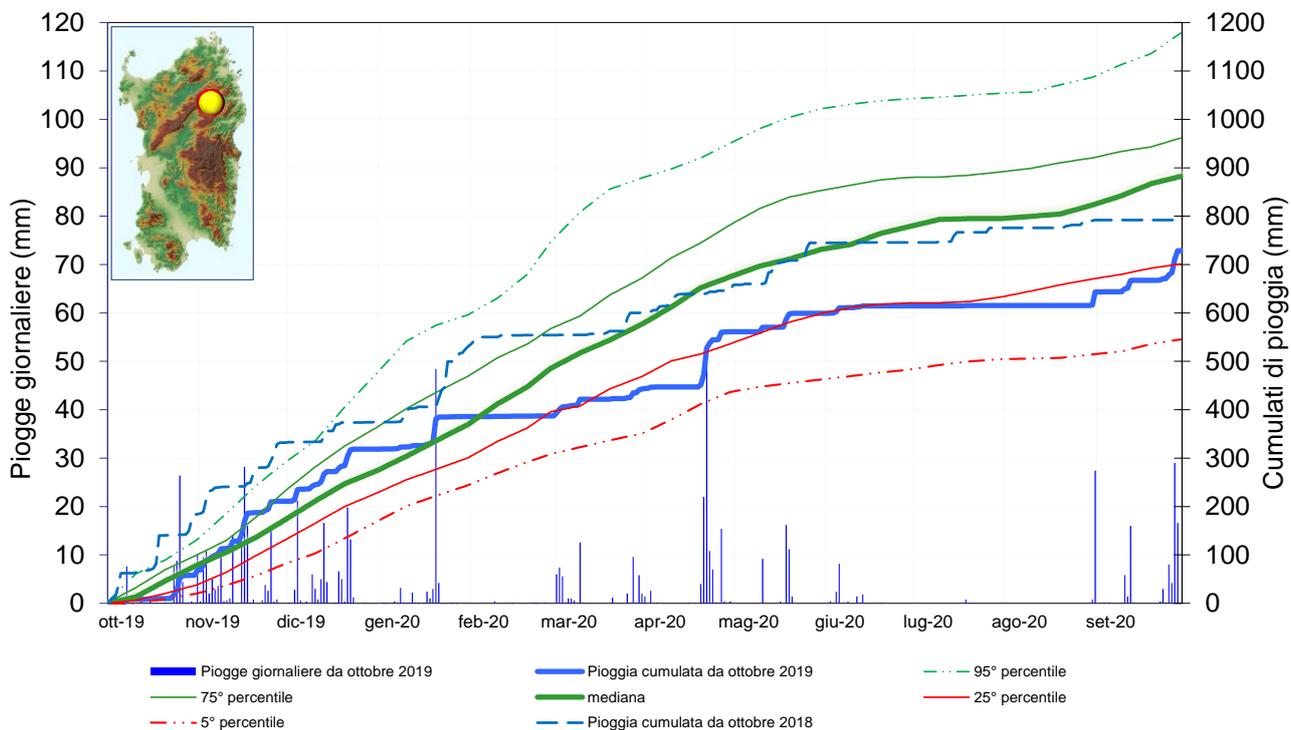
Quasi tutte le stazioni mostrano un rapido incremento delle precipitazioni nel periodo di novembre e dicembre ad eccezione delle stazioni di Ala' dei Sardi (**Figura 17**), Lanusei (**Figura 24**), Escalaplano (**Figura 25**) e Villasor (**Figura 27**) nelle quali l'incremento di questo periodo non è particolarmente marcato. I mesi invernali di gennaio e febbraio vedono una sostanziale assenza di precipitazione, che è intervallata solo sul settore orientale, nel quale si hanno alcuni giorni piovosi a gennaio. Quindi l'effetto medio di questo periodo meno piovoso è sempre quello di abbassare il livello della pioggia cumulata da ottobre 2019 rispetto alla media climatologica. Ciò si realizza in tutte le stazioni ad eccezione di quelle orientali di Tempio (**Figura 16**), Fonni (**Figura 20**), Sadali (**Figura 22**), Lanusei (**Figura 24**) ed Escalaplano (**Figura 25**). I mesi compresi tra marzo e giugno mostrano uno sviluppo della pioggia cumulata a partire da ottobre 2019 che segue sostanzialmente (a meno delle piccole discontinuità in corrispondenza dei giorni di pioggia) l'andamento della climatologia. Fanno eccezione la stazione di Samugheo (**Figura 21**) ed Escalaplano (**Figura 25**), nelle quali la pioggia cumulata mostra una pendenza leggermente inferiore a quella della corrispondente grandezza climatologica. Fa eccezione anche la stazione di Lanusei (**Figura 24**), nella quale invece si ha un incremento della pioggia cumulata superiore a quello climatologico per effetto soprattutto di alcuni giorni particolarmente piovosi ad aprile. Il periodo di luglio ed agosto non

registra precipitazioni a parte i temporali estivi rilevati dai pluviometri nelle stazioni interne ed orientali (più soggette a questa tipologia di fenomeno) di Fonni (**Figura 20**), Sadali (**Figura 22**), Lanusei (**Figura 24**), Escalaplano (**Figura 25**) e nella stazione di Villasor (**Figura 27**). L'incremento della pendenza della curva della pioggia cumulata segue la tendenza climatologica con la ripresa delle precipitazioni tipica di settembre, tuttavia alcune stazioni si distinguono per un settembre maggiormente piovoso rispetto alla climatologia. In particolare si notano gli incrementi nel pluviometro di Tempio (**Figura 16**) ed in minore misura in quelli di Olmedo (**Figura 18**), Torralba (**Figura 19**) e Fonni (**Figura 20**).

Figura 16: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa. Stazione di Tempio.



**Figura 17: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa.
Stazione di Alà dei Sardi.**



**Figura 18: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa.
Stazione di Olmedo.**

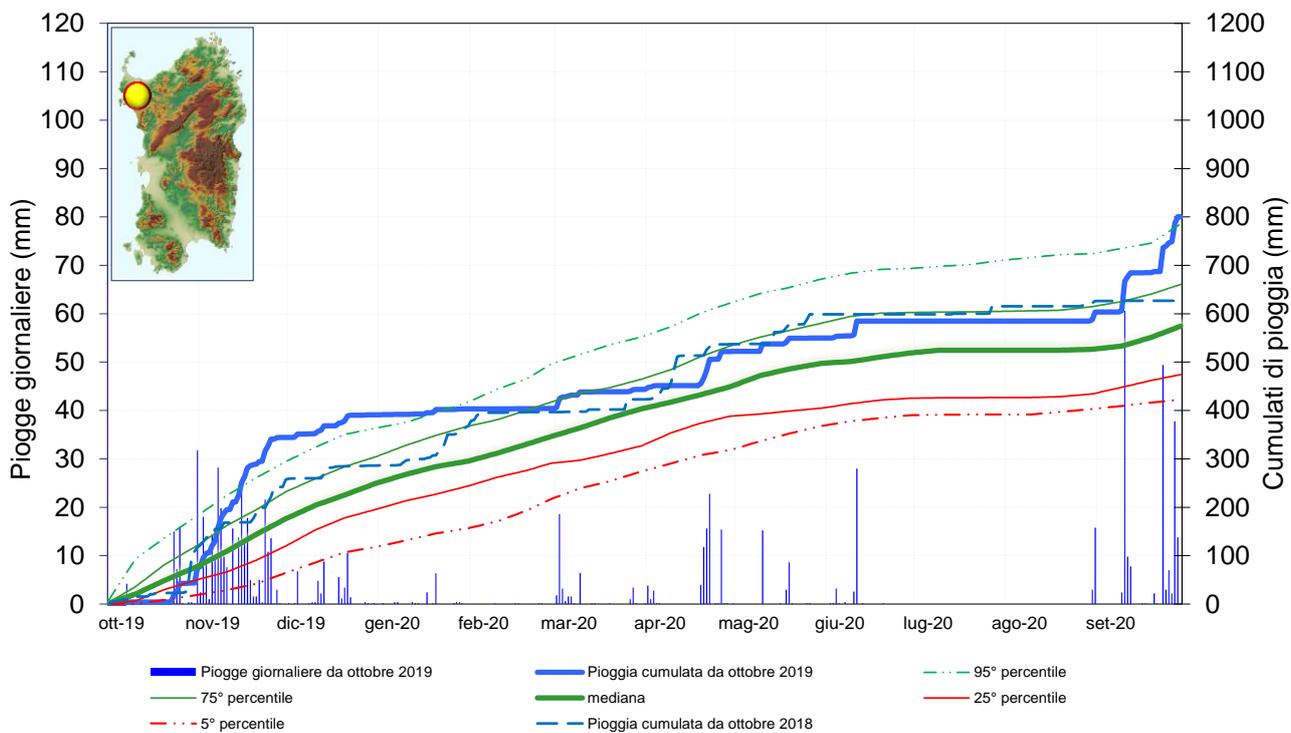


Figura 19: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa. Stazione di Torralba.

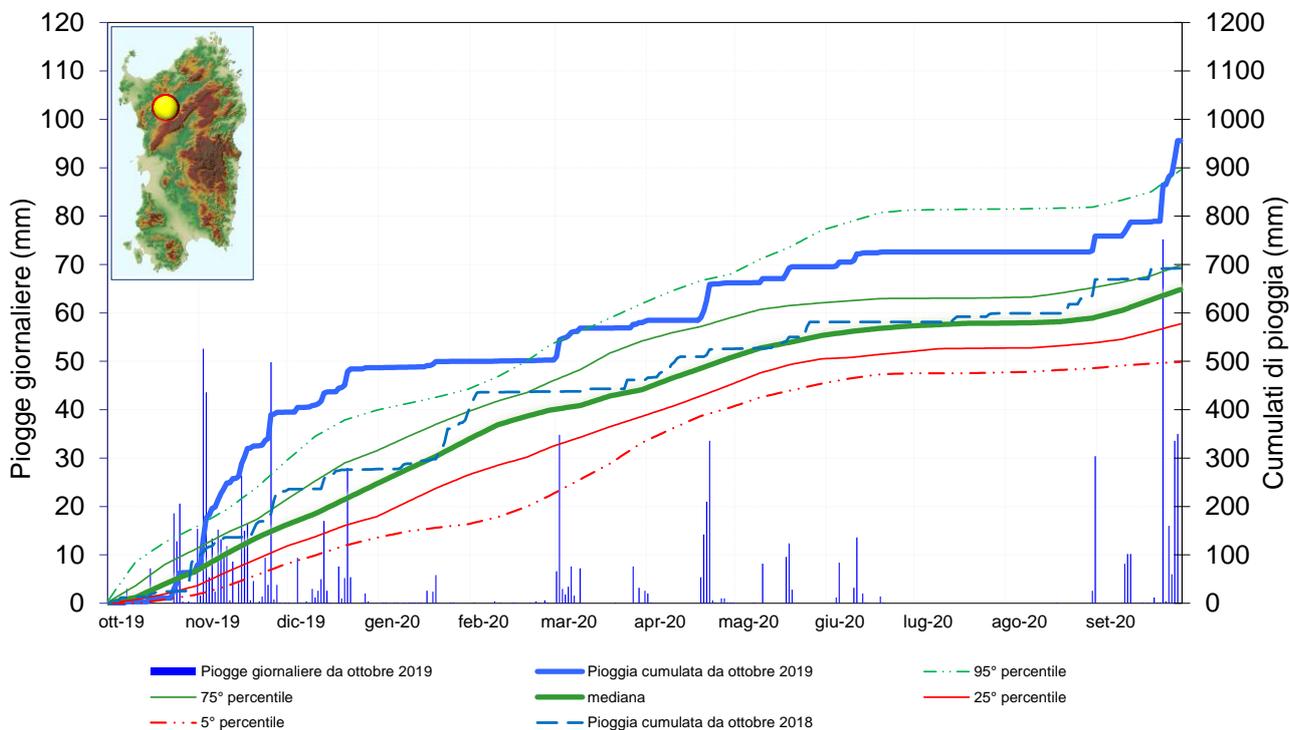


Figura 20: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa. Stazione di Fonni.

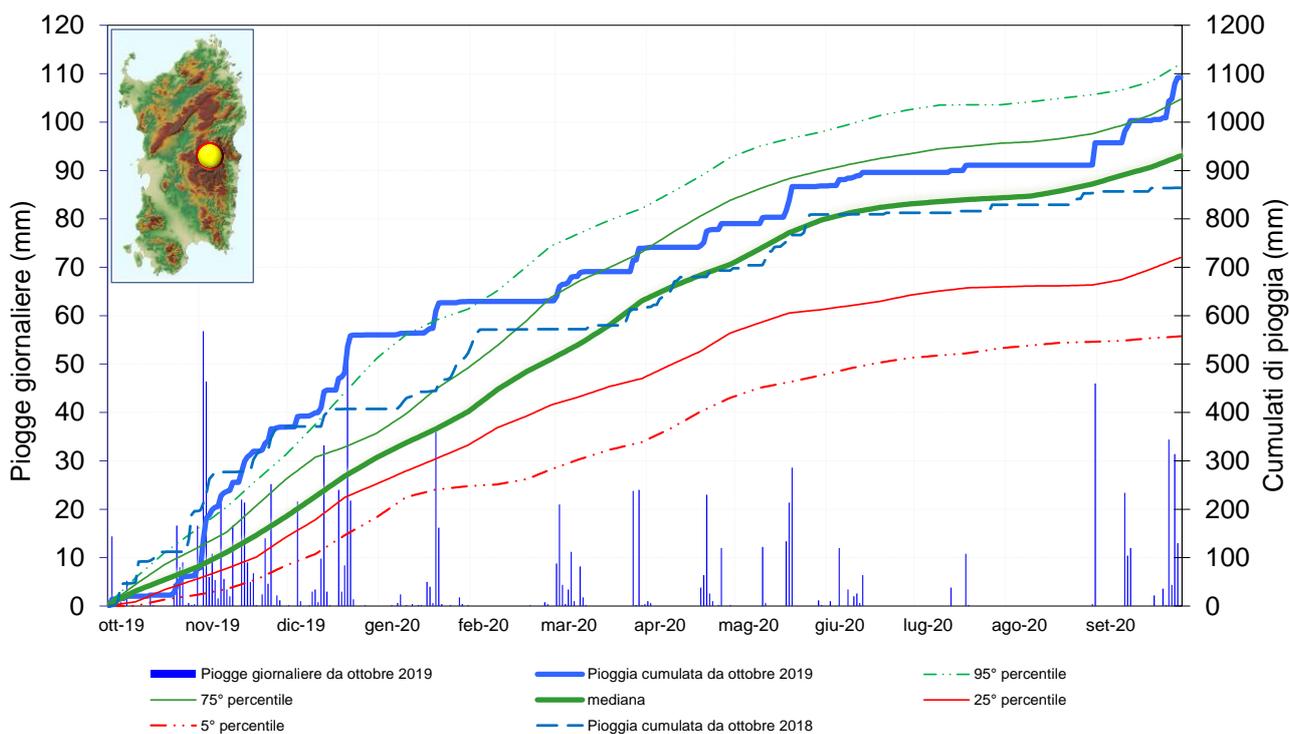


Figura 21: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa. Stazione di Samugheo.

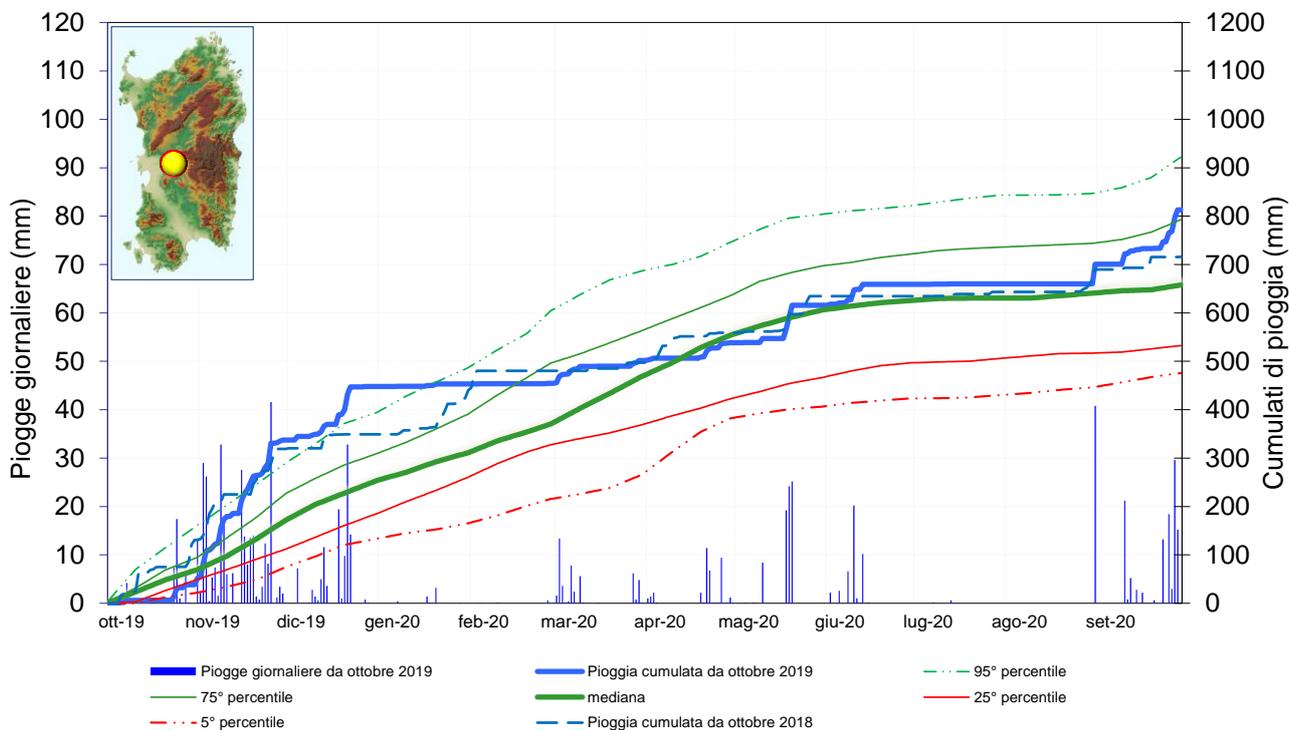
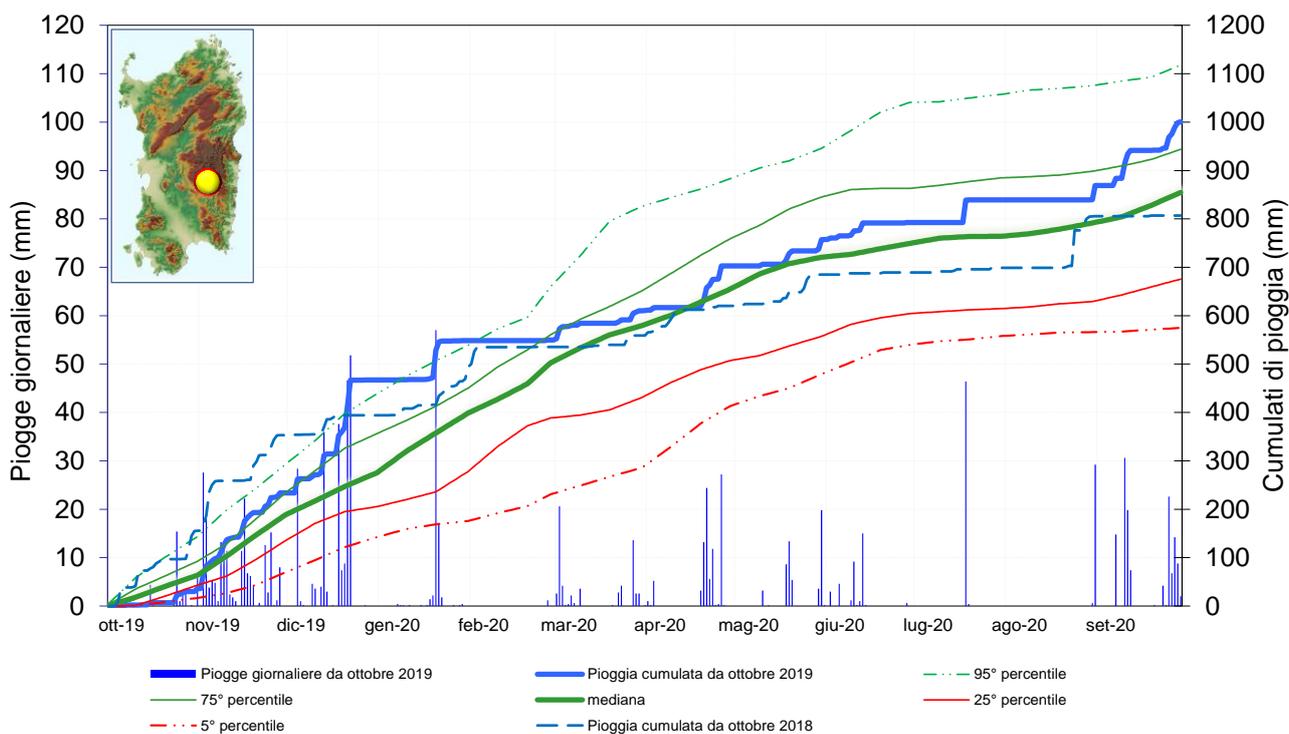
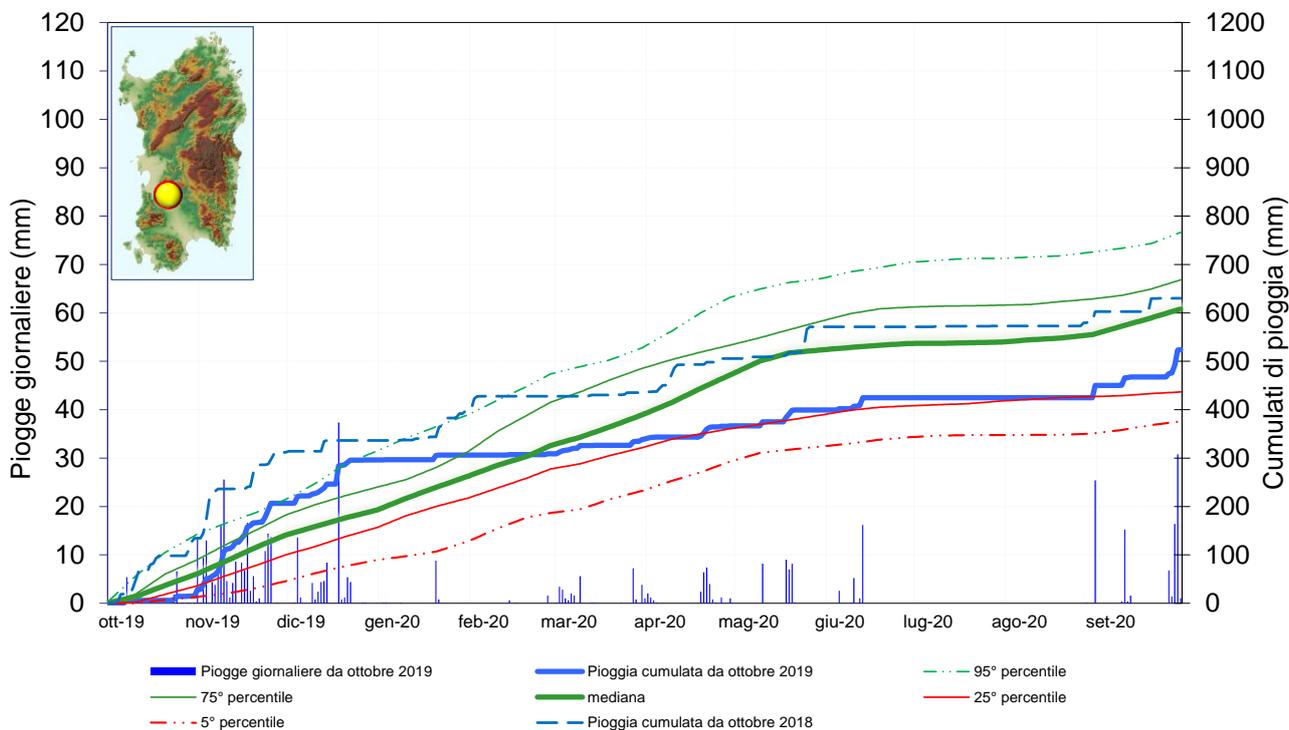


Figura 22: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa. Stazione di Sadali.



**Figura 23: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa.
Stazione di Sardara.**



**Figura 24: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa.
Stazione di Lanusei.**

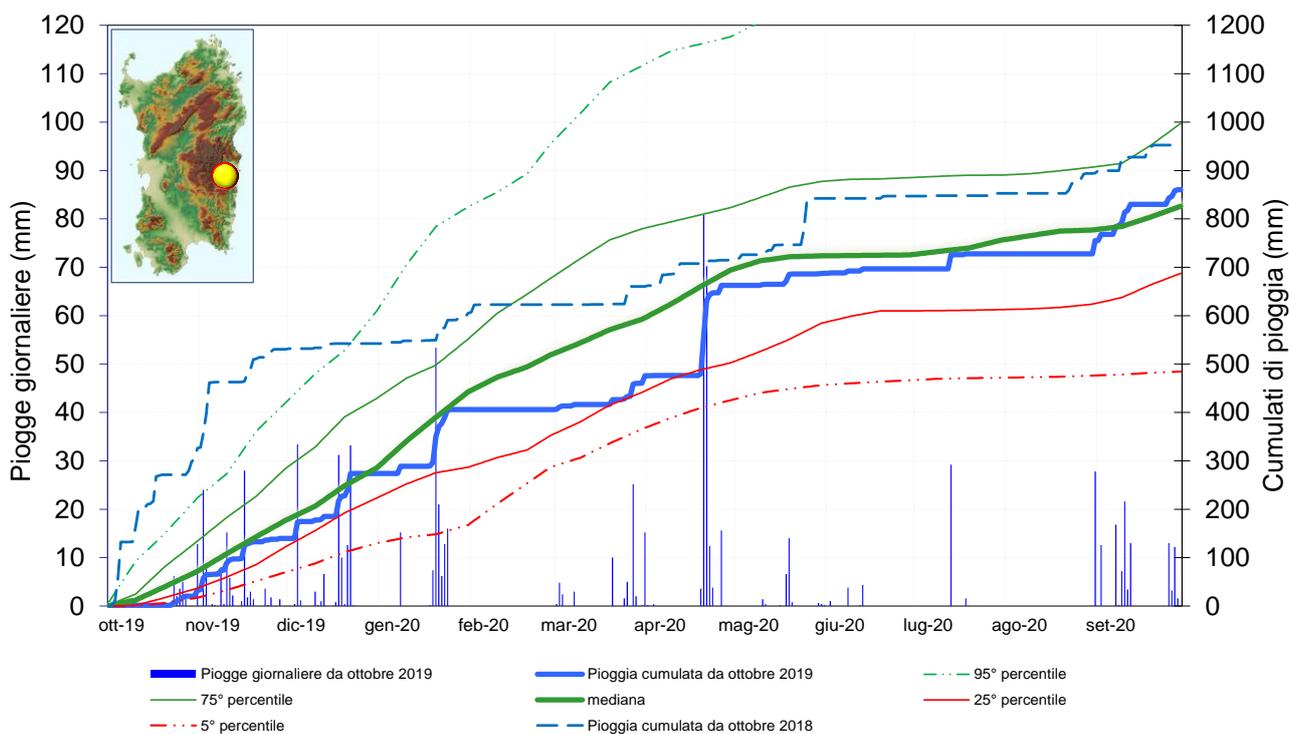


Figura 25: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa. Stazione di Escalaplano.

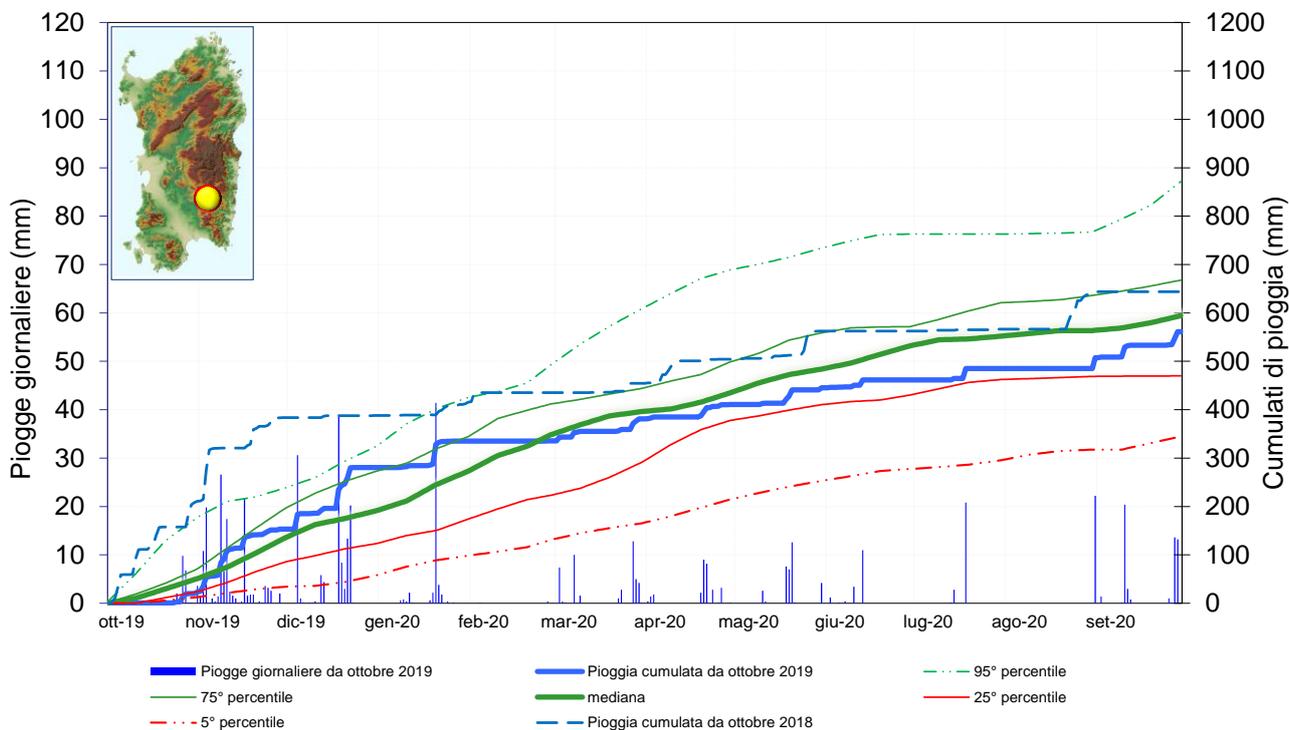
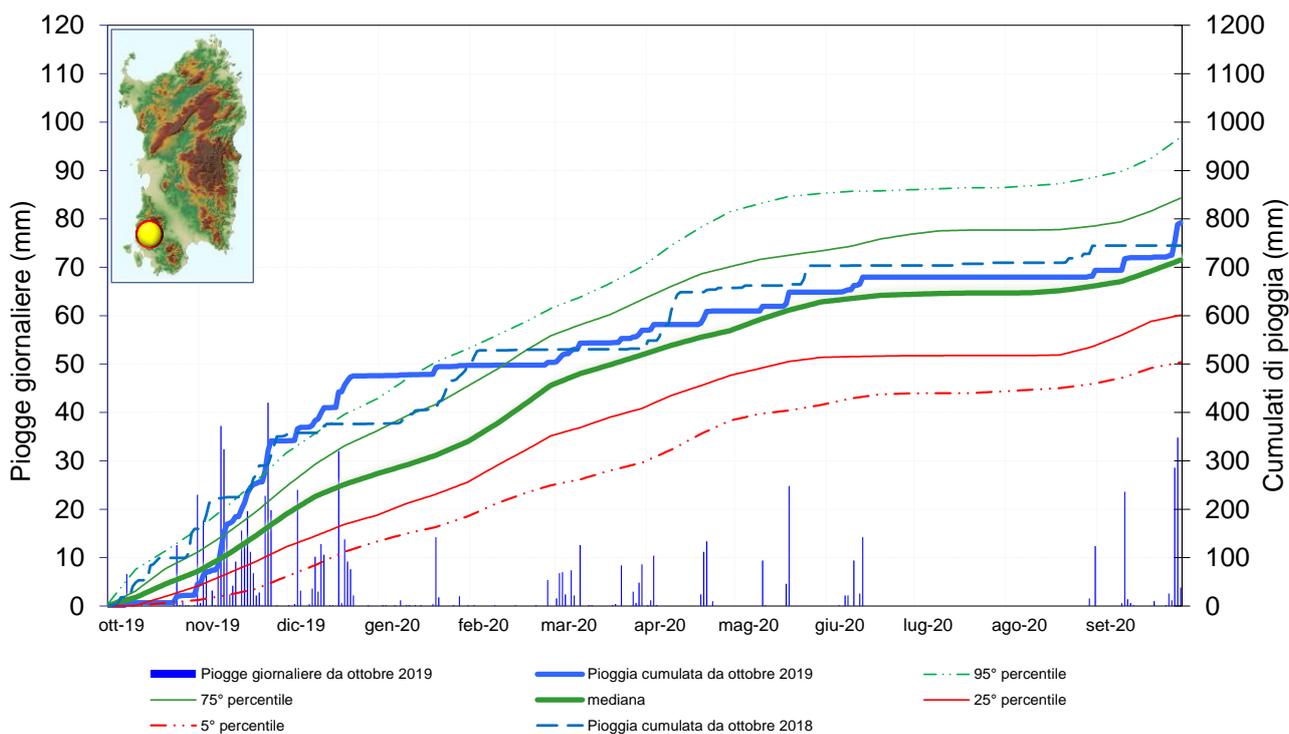
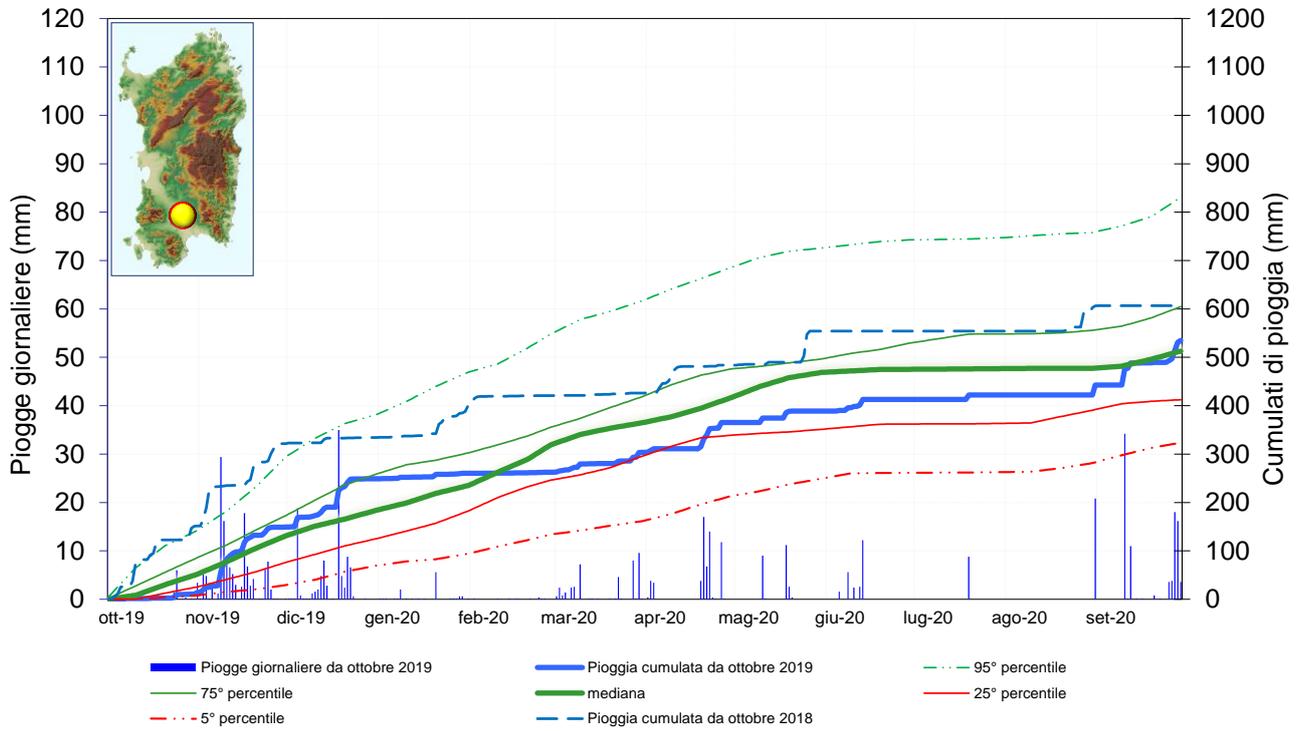


Figura 26: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa. Stazione di Iglesias.



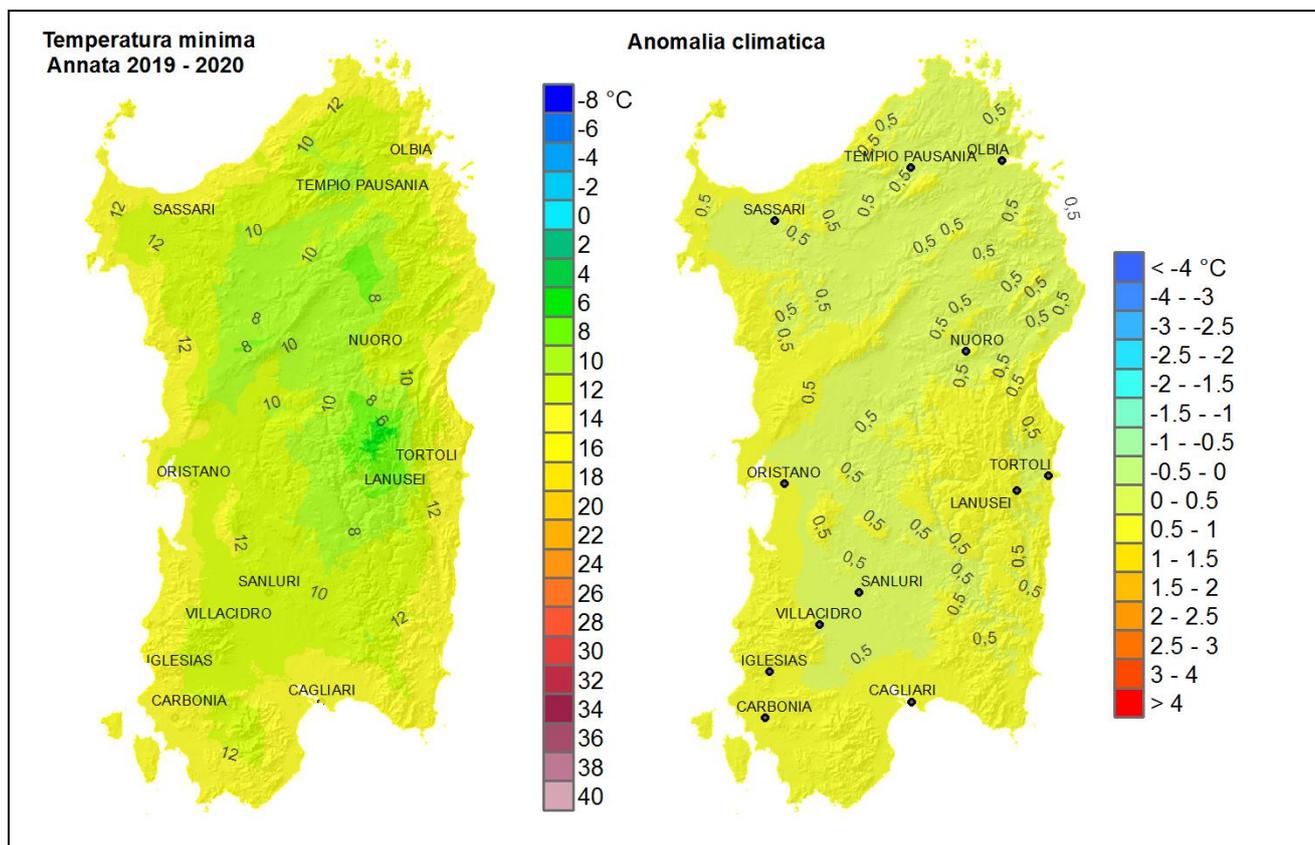
**Figura 27: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa.
Stazione di Villasor.**



4. TEMPERATURE ANNUALI

Nell'annata 2019-2020 l'analisi della distribuzione spaziale delle temperature si è basata sulle stazioni della Rete Unica Regionale di Monitoraggio Ambientale e della Rete Fiduciaria di Protezione Civile. Questo potrebbe avere introdotto delle disomogeneità nel confronto con il clima (1995-2014) e nel confronto con gli anni precedenti.

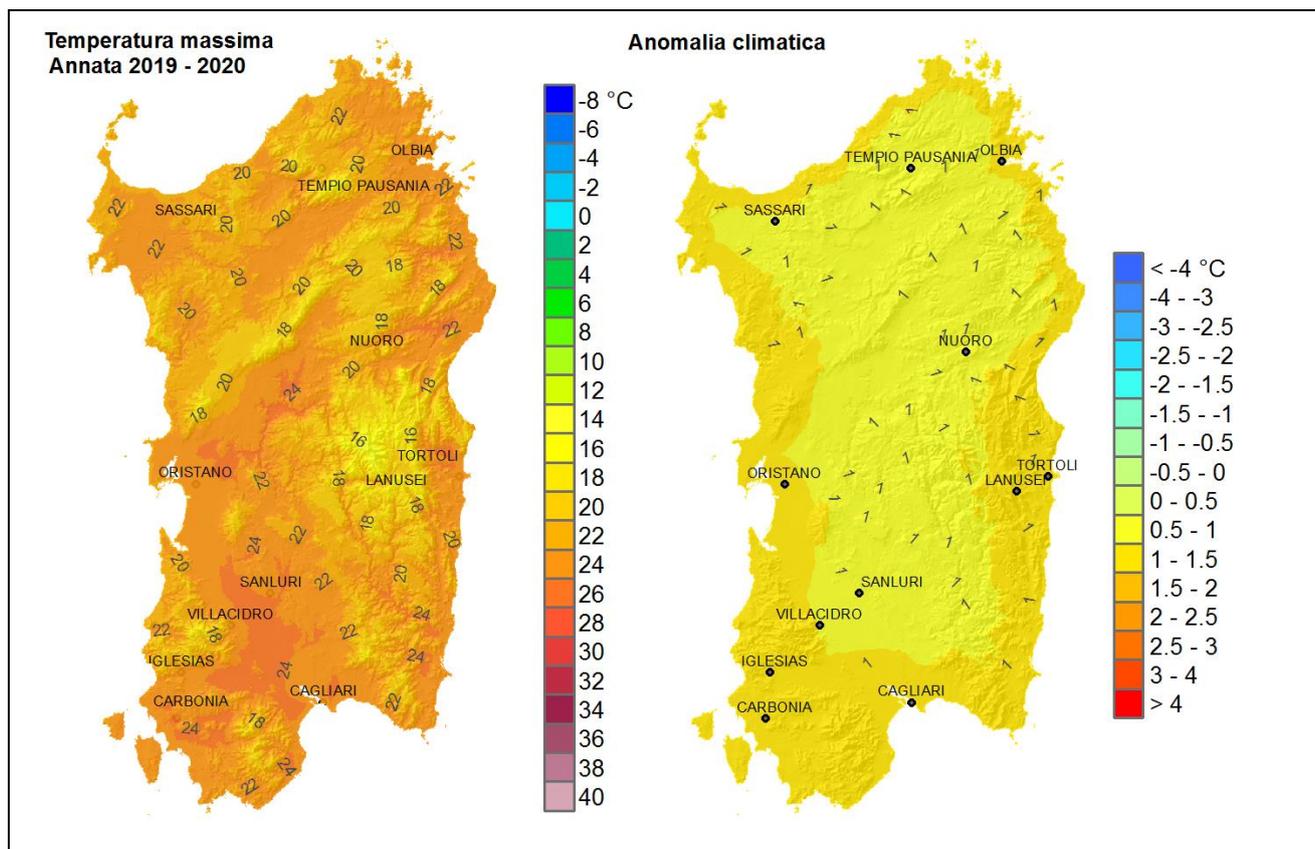
Figura 28: Media annuale delle temperature minime 2019-2020 e anomalia rispetto alla media 1995-2014.



La **Figura 28** mostra la media delle temperature minime da ottobre 2019 a settembre 2020. Essa indica che le temperature minime del 2019-2020 vanno dai circa 4-6 °C del Gennargentu sino ai 12-14 °C delle coste. Come si può osservare, queste temperature sono solo leggermente superiori rispetto alla media climatologica e le anomalie maggiori si registrano presso i rilievi del Gennargentu, dove raggiungono gli 0.7 °C, mentre nelle altre zone si ha un'anomalia positiva tipicamente attorno ai 0.3 °C o 0.5 °C.

La **Figura 29** mostra invece la media delle temperature massime da ottobre 2019 a settembre 2020. In questo caso esse vanno dai circa 14-16 °C delle vette del Gennargentu sino ai 24-26 °C che si registrano in prevalenza presso la piana di Ottana, nel Campidano ed in alcune zone del Sulcis. Buona parte delle rimanenti zone di pianura e delle fasce costiere si attesta attorno ai 22-24 °C, mentre, man mano che si sale con la quota, si ha una tendenza alla diminuzione delle temperature che in buona parte delle zone collinari e di montagna raggiunge dei valori tipici tra 18 °C e 20 °C, per scendere fino ai valori minimi del Gennargentu precedentemente citati. Come si può osservare nella relativa mappa, queste temperature sono superiori alla media climatologica. Le anomalie tipiche di quasi tutta la Sardegna ad esclusione delle zone costiere è di circa 0.8-1.0 °C, mentre, avvicinandosi alle coste, i valori di anomalia crescono leggermente raggiungendo in genere valori di circa 1.1-1.2 °C.

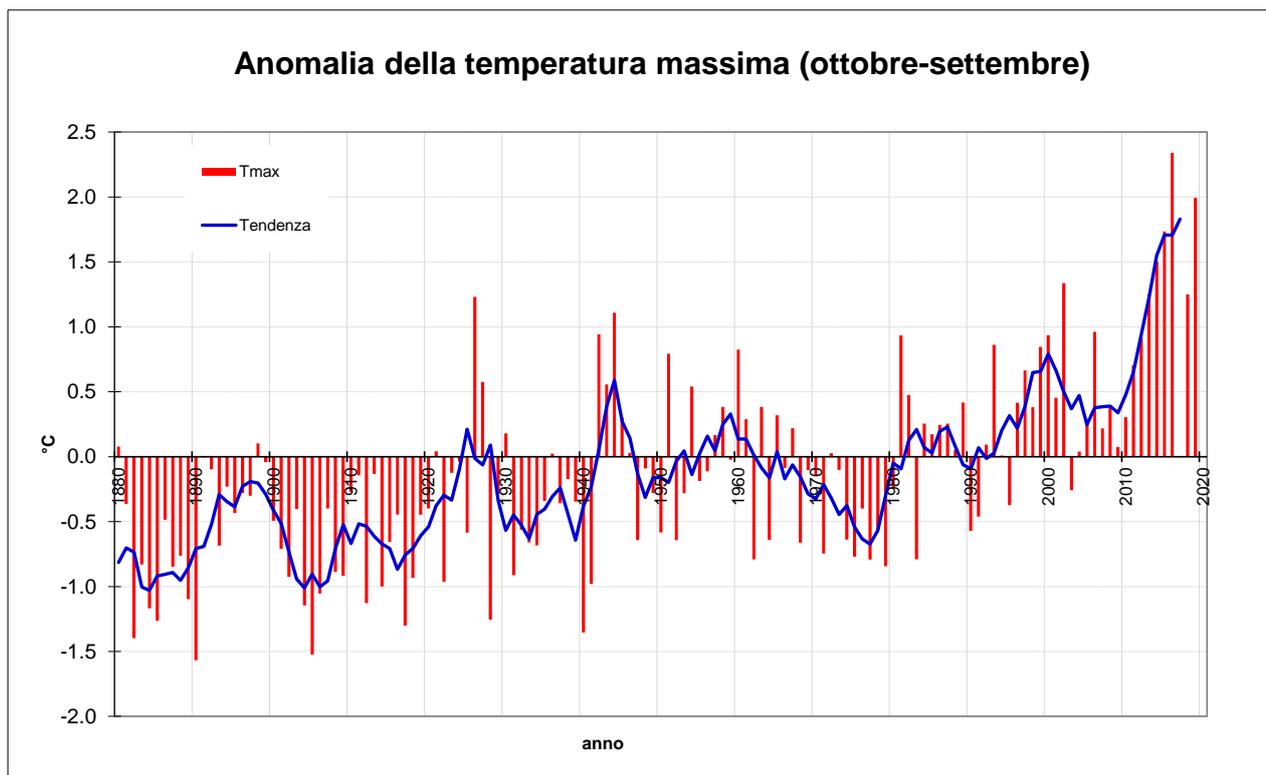
Figura 29: Media annuale delle temperature massime 2019-2020 e anomalia rispetto alla media 1995-2014.



La **Figura 30** mostra la serie storica delle anomalie della temperatura massime in Sardegna a partire dal 1880. A partire da quest’anno l’analisi introduce le misure termometriche della stazione di Carloforte dal 1901 al 1928 e di altre stazioni dal 1924 al 1928.

Come si vede l’annata 2019-2020 risulta essere caratterizzata da una anomalia della temperatura pari a +2 °C e risulta la seconda più elevata dal 1880 in Sardegna.

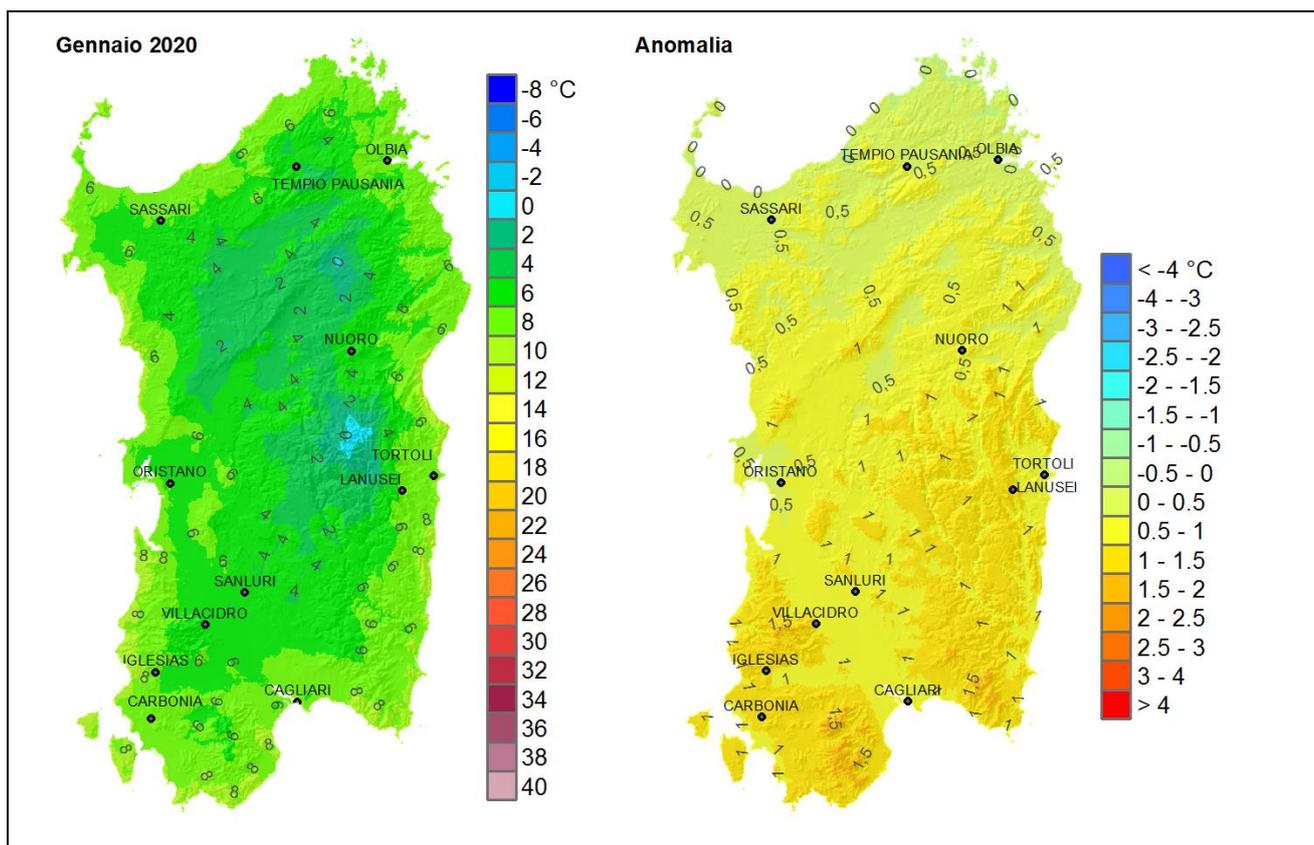
Figura 30: Anomalia delle temperature massime della Sardegna dal 1880 rispetto alla climatologia 1971-2000.



4.1 Temperature medie dei singoli mesi

Il mese più freddo del periodo è stato gennaio 2020 (**Figura 31**), caratterizzato dalla media dei valori minimi giornalieri compresa tra -1 °C delle vette del Gennargentu sino ai +8 °C circa delle coste. Il confronto con la media di riferimento mostra tuttavia che si è trattato quasi ovunque di valori leggermente superiori rispetto alla climatologia, in particolare presso i rilievi della Sardegna meridionale, nei quali, localmente, si sono superati gli 1.5 °C di anomalia positiva, mentre la parte centro-meridionale dell'Isola si è generalmente mantenuta attorno a un grado di anomalia positiva e la parte settentrionale attorno a mezzo grado di anomalia positiva. In assoluto il mese di gennaio è stato caratterizzato dalla persistenza, per buona parte della sua durata, di campi di alta pressione con numerose giornate soleggiate. La conseguente anomalia positiva delle temperature risulta meno marcata nelle temperature minime rispetto a quelle massime, per via del maggior contributo del raffreddamento radiativo notturno.

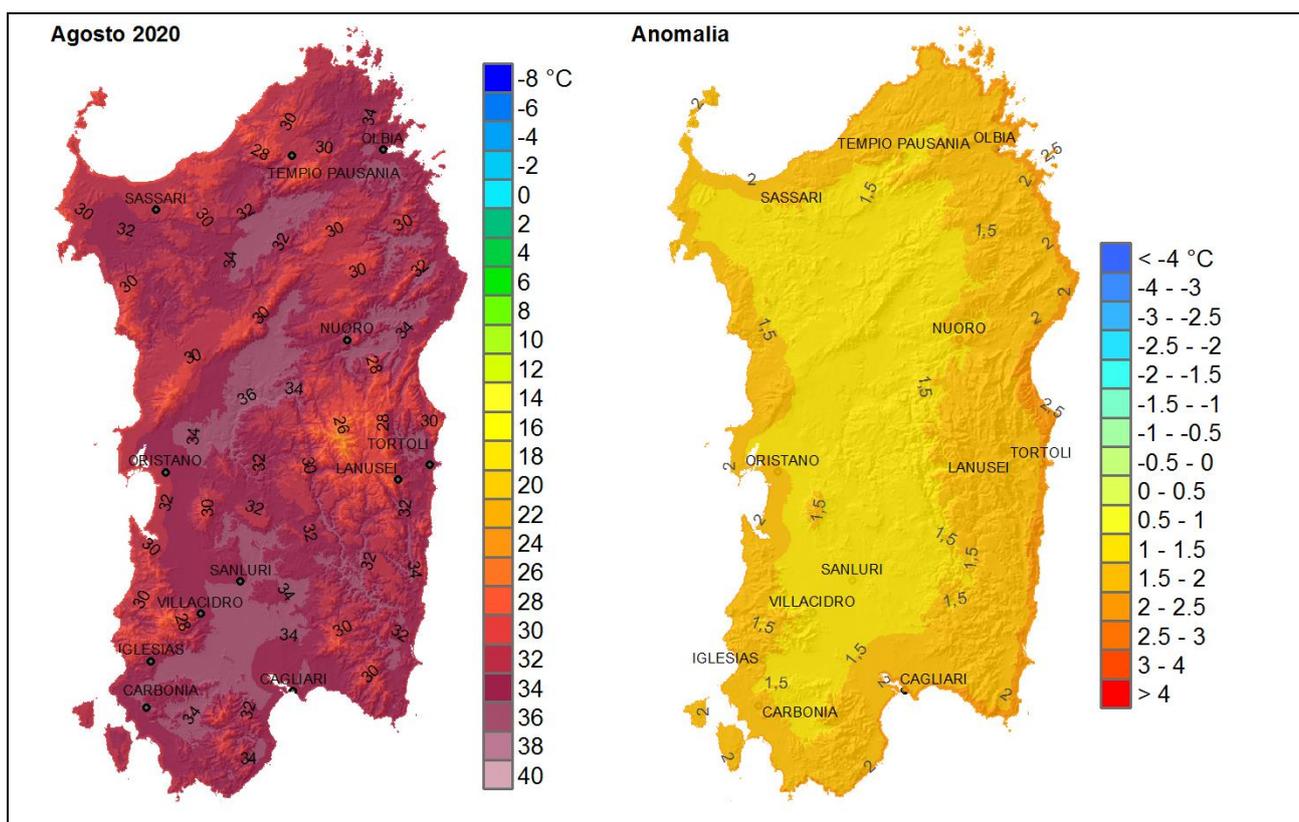
Figura 31: Media delle minime del mese più freddo (gennaio 2020).



In gennaio il picco di temperatura minima si è registrato il giorno 7 a Villanova Strisaili, con poco meno di $-7\text{ }^\circ\text{C}$. La stessa stazione ha raggiunto circa $-8\text{ }^\circ\text{C}$ il 7 febbraio; il giorno seguente anche a Campu Giavesu, a circa 300 m s.l.m. si sono registrati circa $-7\text{ }^\circ\text{C}$. Gelate intense ed estese si sono verificate anche nella terza decade di marzo, a causa di una prolungata avvezione di aria fredda proveniente da grecale. Oltre alle stazioni poste alle quote più elevate (es. Fonni, Desulo), le gelate hanno interessato significativamente anche stazioni di pianura come Ozieri, Olmedo e Arborea. La temperatura più bassa del mese, pari a $-7.1\text{ }^\circ\text{C}$, è stata registrata nella stazione di Illorai il giorno 25.

Il mese più caldo del periodo considerato è stato agosto 2020, con valori di poco superiori a quelli di luglio. Come si vede dalla **Figura 32** i massimi di temperatura mediati sul mese sono compresi tra i $26\text{-}28\text{ }^\circ\text{C}$ delle vette principali fino ai $34\text{-}36\text{ }^\circ\text{C}$ delle pianure e vallate interne; valori tra i $30\text{ }^\circ\text{C}$ e i $34\text{ }^\circ\text{C}$ interessano le aree costiere e le restanti aree interne maggiormente in quota, o più prossime alle coste. Questi valori sono sopra la media climatica del periodo, con anomalie in gran parte comprese tra 1.5 e $2\text{ }^\circ\text{C}$. L'analisi delle decadi mostra quella centrale come la più calda.

Figura 32: Media delle massime del mese più caldo in assoluto (agosto 2020).



Le giornate più calde si sono avute nei giorni a cavallo tra luglio e agosto: tra il 30 e il 31 luglio circa il 30% delle stazioni ha superato la soglia dei 40 °C; il picco assoluto, pari a 45.1 °C, è stato misurato nella stazione Rifornitore Tirso il pomeriggio del 30. Di rilievo anche i massimi registrati nella stazione di Uta nei primi 2 giorni di agosto, pari a 45 °C e 44 °C rispettivamente.

4.2 Indicatori di condizioni termiche particolari

L'analisi delle temperature estreme è effettuata attraverso l'elaborazione di indici proposti dal "CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection", basati sui valori minimi e massimi giornalieri, i giorni con gelo, le notti tropicali e le giornate estive².

Anche nell'esame degli indicatori di condizioni particolari si deve porre attenzione alle difficoltà descritte all'inizio del Capitolo 4. Questo è particolarmente evidente nelle **Figure 34, 36 e 38**.

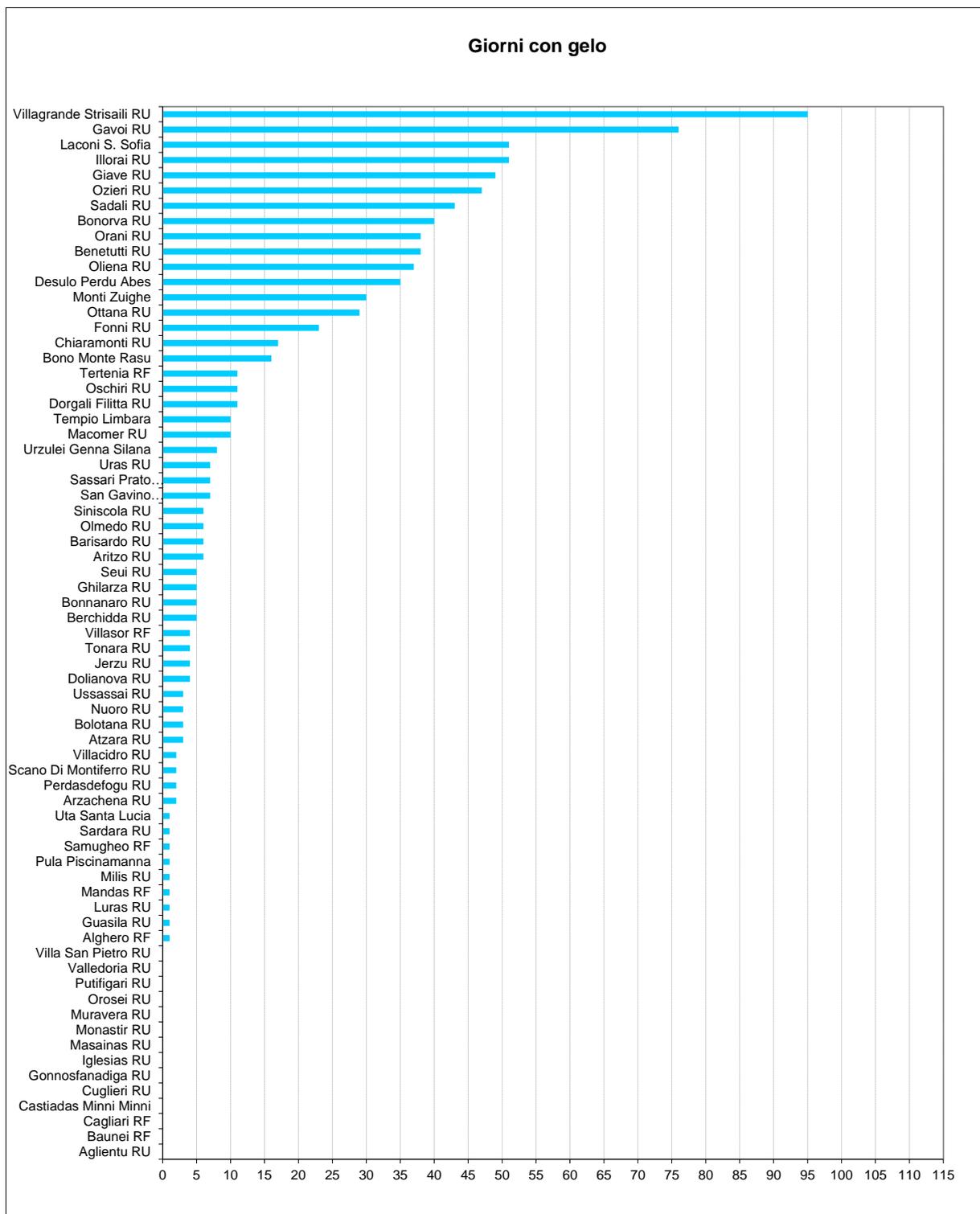
4.2.1 Giorni con gelo

Il numero di giorni con gelo del 2019-20 (Figura 33) è concentrato prevalentemente nelle stazioni delle zone di montagna, sulle quali il gelo è dovuto ad un raffreddamento dell'aria legato alla quota elevata, e nelle stazioni dei fondovalle, con gelate dovute al raffreddamento radiativo, cioè dovute al cielo sereno, alla bassa umidità e all'assenza di vento. Quest'ultimo tipo di fenomeni è solitamente locale e, dunque, produce minimi di temperatura localizzati. Spiccano rispetto a questo gruppo le stazioni di Villanova Strisaili e Gavoi

² Le giornate estive sono definite convenzionalmente come le giornate con temperature massime > 25°C; tuttavia nella presente analisi la soglia è stata elevata a 30°C per rendere questo indicatore più coerente con il clima della Sardegna.

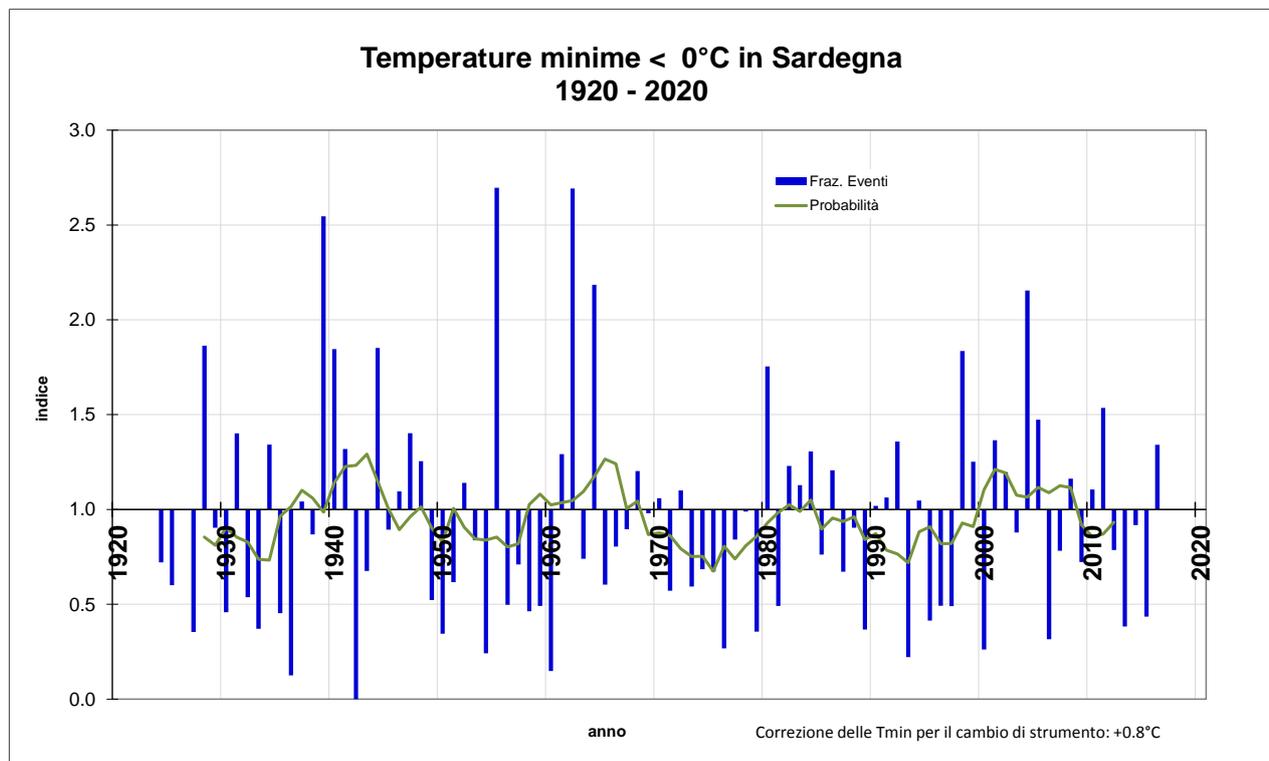
con 95 e 75 giorni di gelo, mentre le restanti stazioni di questo gruppo raggiungono al massimo circa 50 giorni con gelo.

Figura 33: Numero di giorni con gelo ($T_{min} \leq 0 \text{ }^\circ\text{C}$) registrati nell'annata 2019-2020.



Nella presente annata l'analisi dei giorni di gelo (**Figura 34**) si arricchisce coi dati del 1924-1928, mentre non è ancora possibile aggiornare il monitoraggio secolare delle temperature minime della Sardegna a partire dal 2017. Il grafico, dunque, risulta privo delle ultime annate.

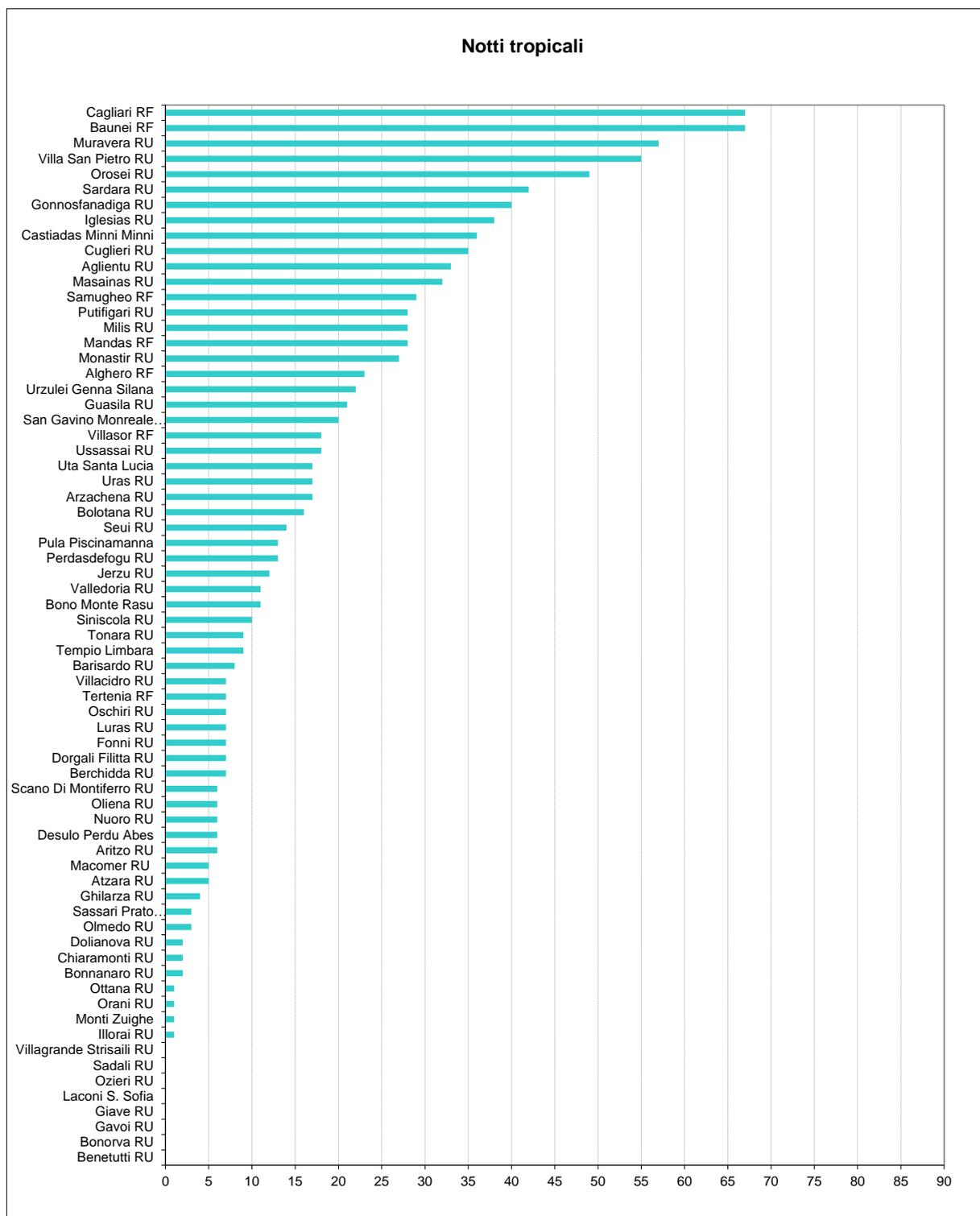
Figura 34: Andamento secolare della frazione del numero di giorni con gelo (numero di giorni con temperatura minima $\leq 0^\circ\text{C}$ da novembre ad aprile rispetto alla media 1995-2014). Il valore 1 indica i valori nella media del periodo 1995-2014.



4.2.2 Notti tropicali

Nell'annata 2019-2020 le notti tropicali (**Figura 35**) sono state numerose. Il fenomeno è stato osservato più di 30 volte in una buona parte delle stazioni poste a quote medio-basse, soprattutto quelle meno esposte al raffreddamento radiativo. Le zone più interessate dalle notti tropicali sono state quelle della fascia costiera o delle zone pianeggianti e si osserva una tendenziale diminuzione del fenomeno con la quota e la distanza dal mare. Le stazioni che hanno registrato più eventi sono quelle di Cagliari e Baunei con poco più di sessanta notti.

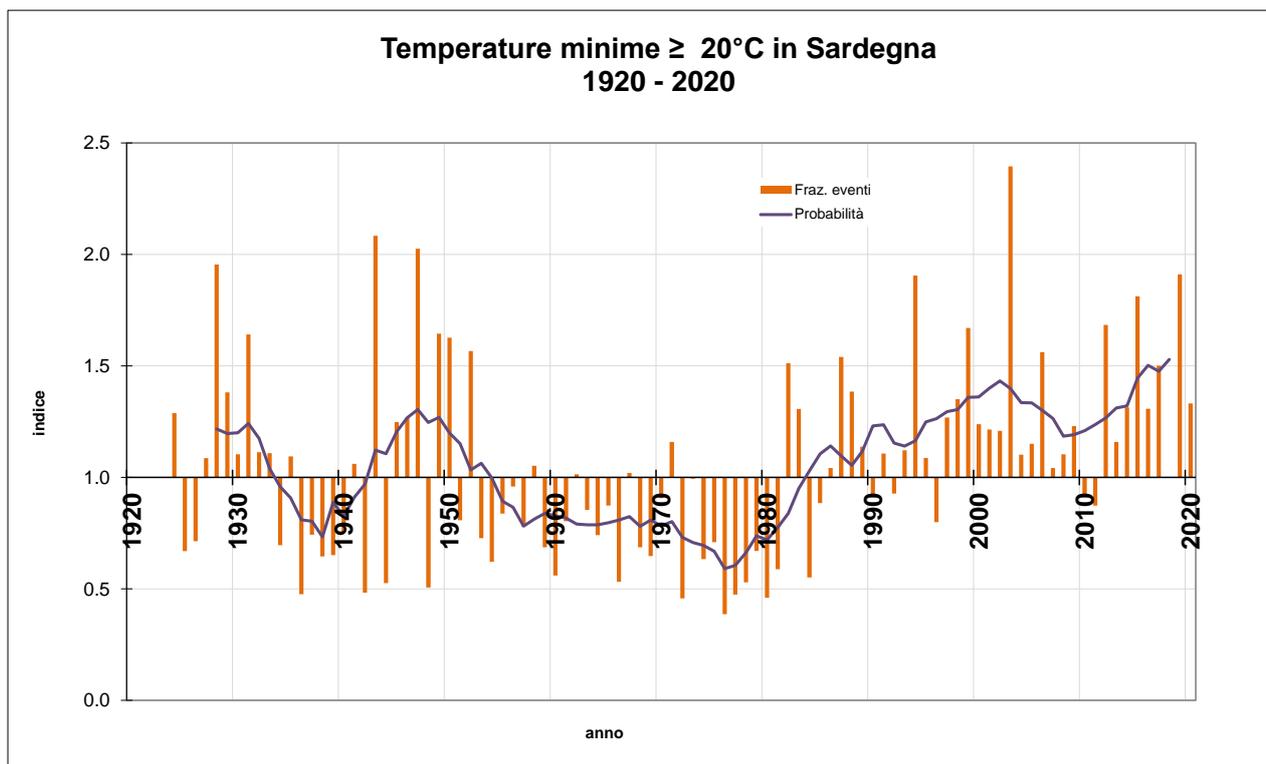
Figura 35: Numero di notti tropicali (Tmin > 20 °C) registrati nel periodo aprile-ottobre 2020.



L'andamento secolare (**Figura 36**)³ mostra che il numero di notti tropicali nell'annata 2019-2010 è stato piuttosto elevato, in quanto si attesta attorno all'ottantesimo percentile nella distribuzione della serie storica analizzata. Tuttavia, se si considerano solo gli ultimi dieci anni disponibili, si nota che si attesta attorno alla mediana della distribuzione, mentre risulta in flessione rispetto al valore (anomalamente alto) dell'anno precedente.

³ Anche per elaborare i grafici delle figure 34 e 36 sono stati introdotti i nuovi dati del decennio 1921-1930.

Figura 36: Andamento secolare della frazione del numero di notti tropicali (giorni con temperatura minima > 20 °C da aprile a ottobre rispetto alla media 1971-2000). Il valore 1 indica i valori nella media del periodo 1971-2000.

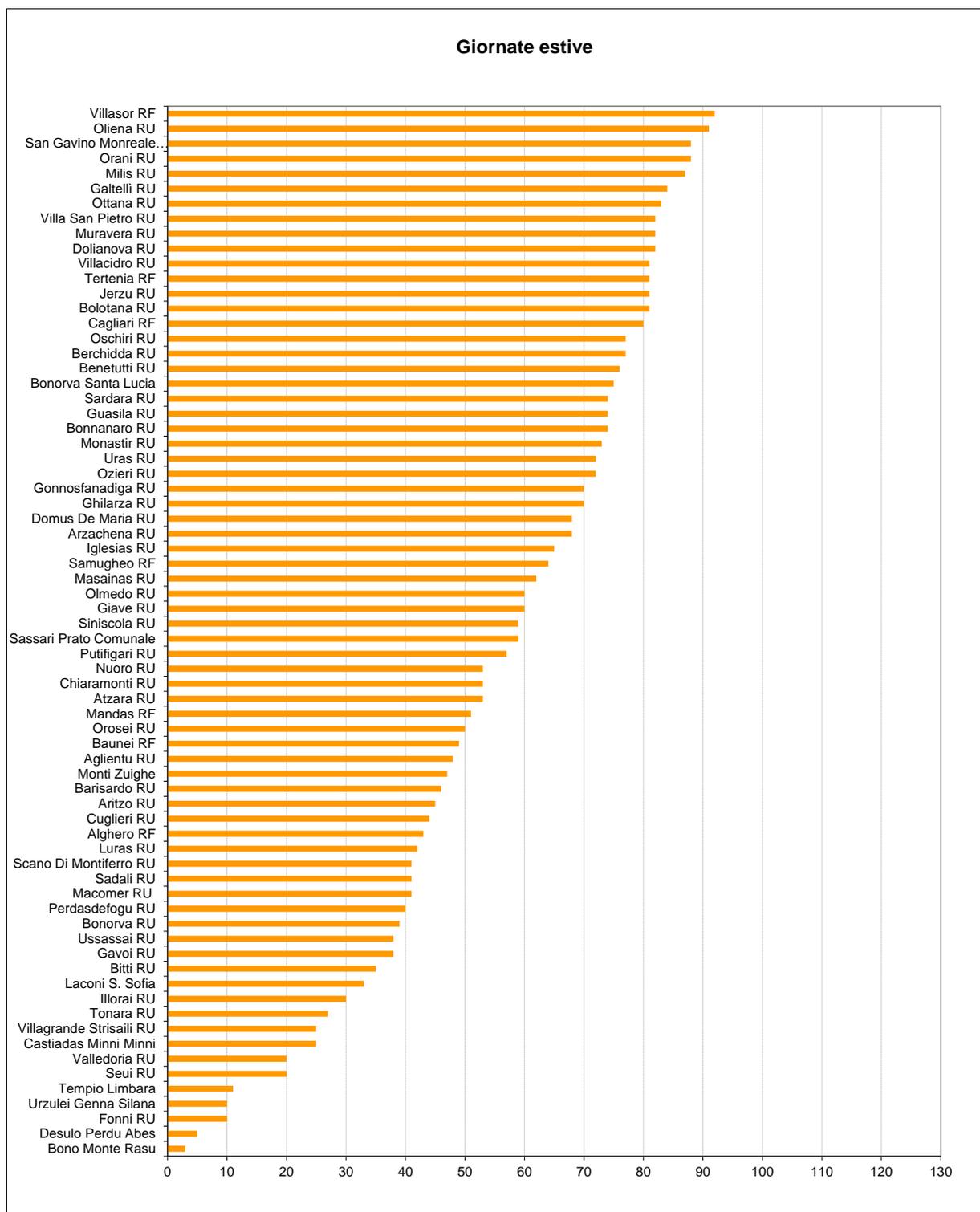


4.2.3 Giornate estive

Le giornate estive, intese in questo caso come le giornate nelle quali la temperatura massima è stata superiore a 30 °C⁴, sono state numerose (**Figura 37**) ed hanno interessato praticamente tutte le stazioni, in quanto circa quattro quinti di esse ha avuto un numero di giornate estive pari almeno a trenta, con un graduale aumento del numero fino ad un massimo di novanta giorni a Villasor ed Oliena. Tendenzialmente le stazioni più interessate dal fenomeno sono quelle dell'interno posizionate in pianure o pianure o quelle situate a latitudini inferiori. Il fenomeno tende a diminuire solo per le stazioni più esposte ai venti e posizionate a quote prossime ai mille metri di altitudine, ma non scompare mai del tutto.

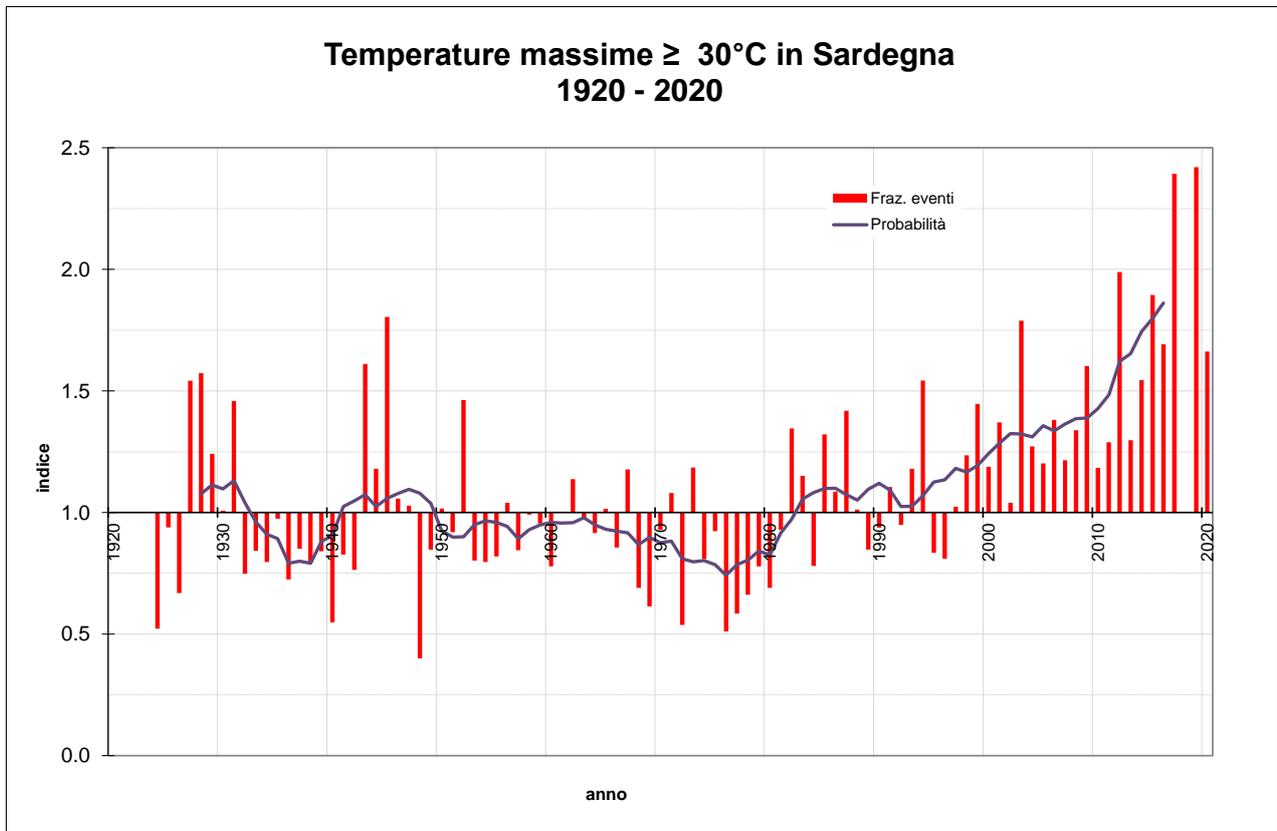
⁴ Le *giornate estive* sono definite *convenzionalmente* come le giornate con temperature massime > 25 °C; tuttavia nella presente analisi la soglia è stata elevata a 30 °C per rendere questo indicatore più coerente con il clima della Sardegna.

Figura 37: Numero di giornate estive (Tmax > 30 °C) registrate nell'anno 2020.



La **Figura 38** mostra l'andamento delle *giornate estive* a partire dal 1929. Il periodo di riferimento va da aprile a ottobre di ogni anno. Per esso si può fare il confronto con lo stesso periodo dell'anno precedente e con quelli della serie storica e si nota un valore elevato, in quanto solo in sette dei periodi precedentemente analizzati nella serie storica ci sono stati valori superiori e quindi si attesta oltre il novantesimo percentile. Tuttavia, rispetto al valore eccezionale dell'annata precedente, si nota una flessione.

Figura 38: Andamento secolare della frazione del numero di giornate estive (numero di giornate con temperatura massima > 30 °C da aprile a ottobre rispetto alla media 1971-2000). Il valore 1 indica i valori nella media del periodo 1971-2000.



5. ANOMALIA DEL LIVELLO DEL MARE IN SARDEGNA

Nella **Figura 39** è riportata la media dell'anomalia del livello mare misurata nei tre mareografi sardi della Rete Mareografica Nazionale: Porto Torres, Carloforte e Cagliari. I valori indicano l'anomalia rispetto al livello medio del mare di Genova che costituisce il riferimento nazionale per questa misura.

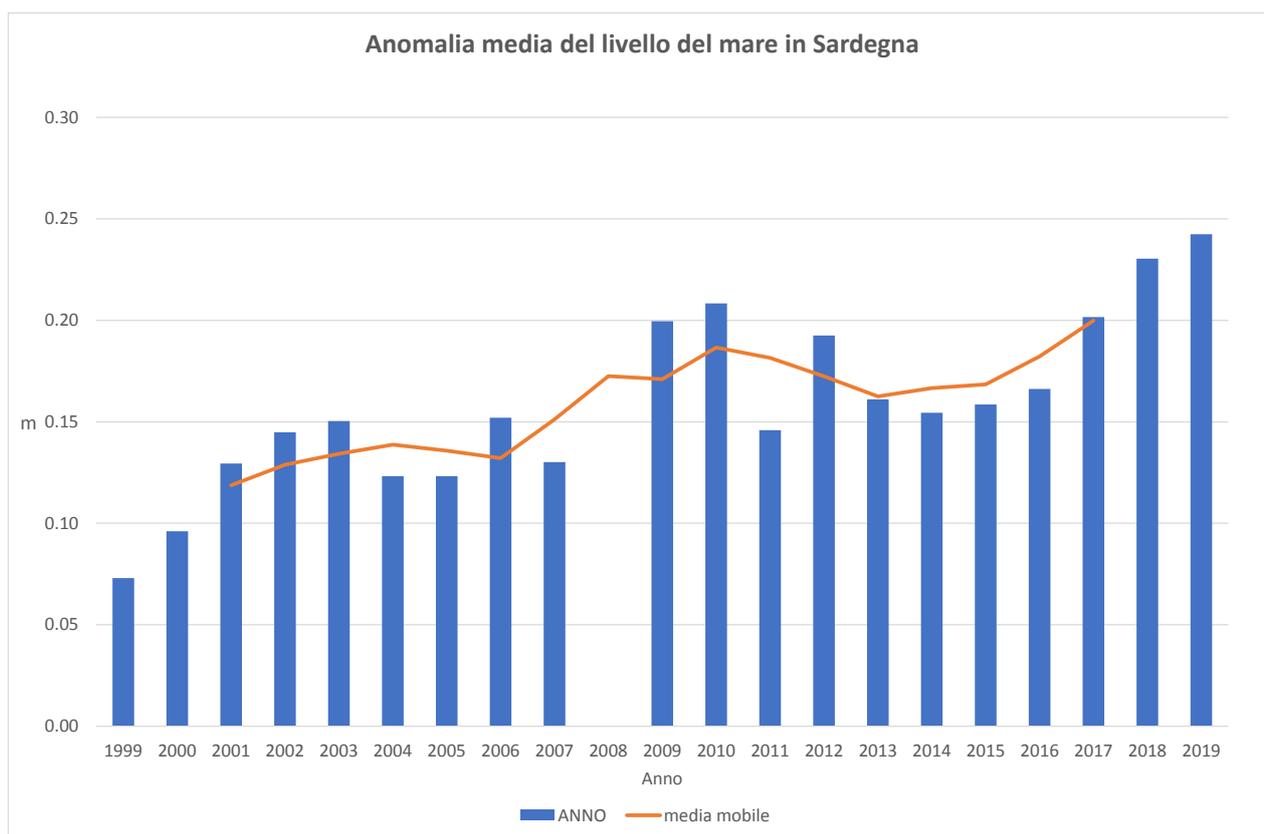
Come nel resto della presente analisi ogni valore si riferisce al periodo che va da ottobre dell'anno a settembre dell'anno successivo.

Come si può osservare nell'intero ventennio il livello del mare in Sardegna si è sempre mantenuto al di sopra del riferimento nazionale. Come si può notare, nell'intero periodo in esame la media annuale del livello del mare mostra una variazione rapida tra un anno e l'altro che accompagna una lenta crescita nel lungo periodo.

La crescita del livello del mare è ben visibile anche nel 2019-2020, in coerenza coi trend dei cambiamenti climatici.

L'ultimo anno, in particolare, risulta quello nel quale si registra l'innalzamento del livello del mare più alto degli ultimi 20 anni, con un'anomalia rispetto allo zero nazionale che sfiora i +25 cm.

Figura 39: Anomalia media annuale del livello del mare in Sardegna negli ultimi venti anni.



6. ELABORAZIONI AGROMETEOROLOGICHE SPECIFICHE

6.1 Evapotraspirazione e bilancio idroclimatico

L'evapotraspirazione di riferimento (ET_0) è stata calcolata applicando il metodo di Hargreaves-Samani ai dati medi mensili di temperatura minima, massima e media.

L'evapotraspirazione totale mensile ha assunto nel corso dell'annata valori minimi compresi tra poco meno di 20 e 40 mm nei mesi di dicembre e gennaio, mentre ha raggiunto i valori massimi nel mese di luglio (superiori alle corrispondenti medie climatiche) quando si sono raggiunti e superati i 230 mm in alcune aree, con i valori più elevati localizzati soprattutto nelle aree interne settentrionali.

In generale, i valori sono stati più alti della media soprattutto nei mesi di febbraio, aprile e luglio, mentre sono stati invece inferiori alla media in maniera sensibile nel mese di novembre. I restanti mesi hanno mostrato valori in linea con le corrispondenti medie climatiche o poco superiori.

Il bilancio idroclimatico rappresenta la differenza tra gli apporti piovosi e le perdite evapotraspirative e consente di esprimere l'apporto meteorico netto in modo da evidenziare le differenti condizioni di disponibilità idrica nei diversi ambiti territoriali e nei diversi anni.

Le elaborazioni del bilancio idroclimatico sono riportate in forma di mappe mensili, raggruppate per semestri nelle **Figure 40 e 41**. Si possono osservare condizioni estese di surplus idrico nei mesi di novembre e dicembre, mentre nei restanti mesi da ottobre ad aprile si ha la comparsa di ampie zone di deficit; dal mese di maggio fino ad agosto si hanno condizioni di deficit sulla totalità del territorio isolano mentre in settembre prevalgono nuovamente i valori positivi, favoriti dalle abbondanti piogge.

Rispetto alla media climatica 1971-2000 si sono registrate anomalie positive quasi ovunque nei mesi di novembre e dicembre, e in settembre; in ottobre, febbraio e maggio si sono avute le anomalie negative più estese e significative. Negli altri mesi si sono registrate condizioni mediamente prossime ai valori climatici o presenza contemporaneamente di anomalie positive e negative, come nei mesi di gennaio e aprile in cui in entrambi i casi le condizioni di deficit climatico hanno interessato il versante occidentale.

Figura 40: Mappe mensili di bilancio idroclimatico (mm) del semestre ottobre 2019 – marzo 2020.

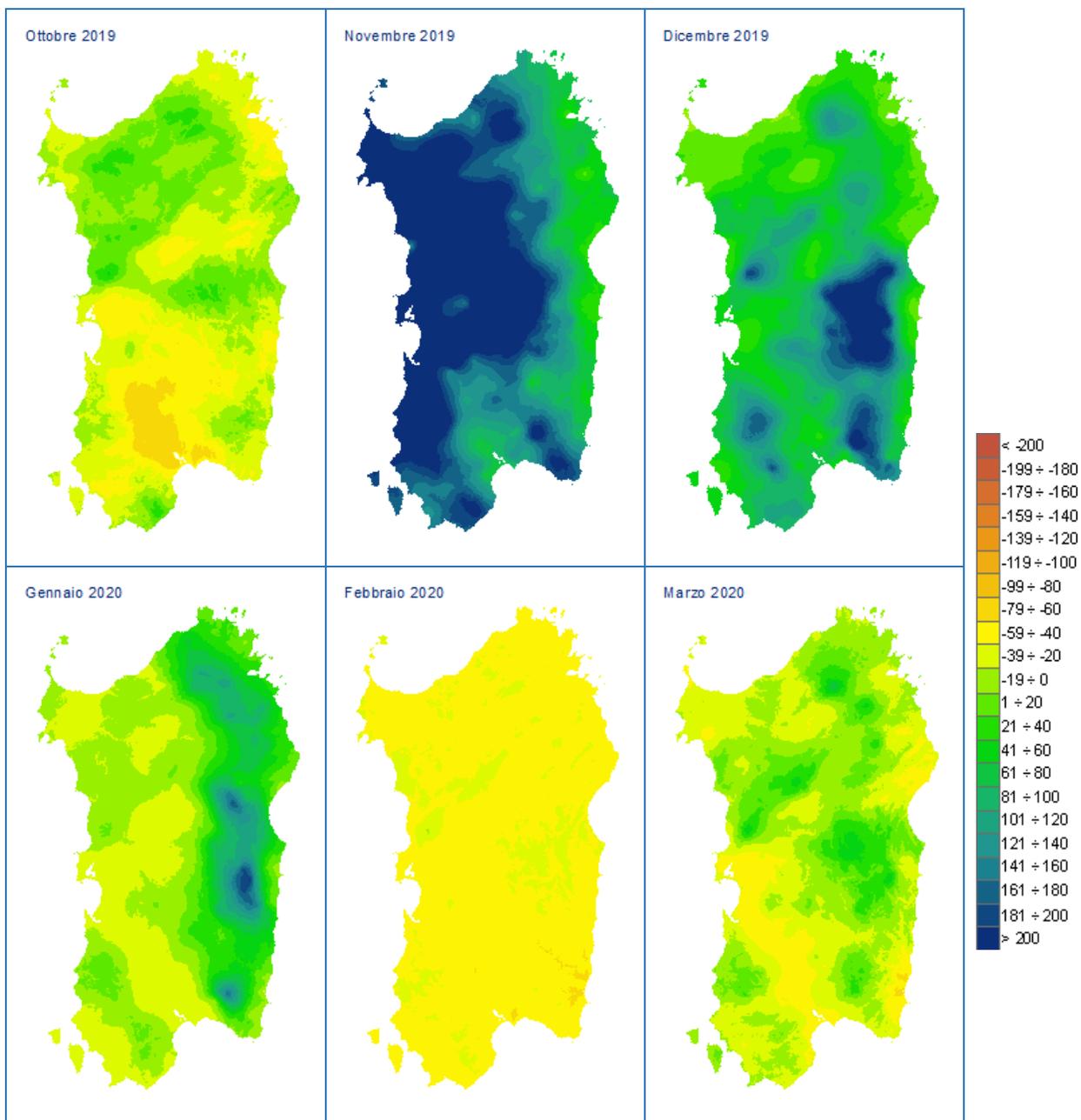
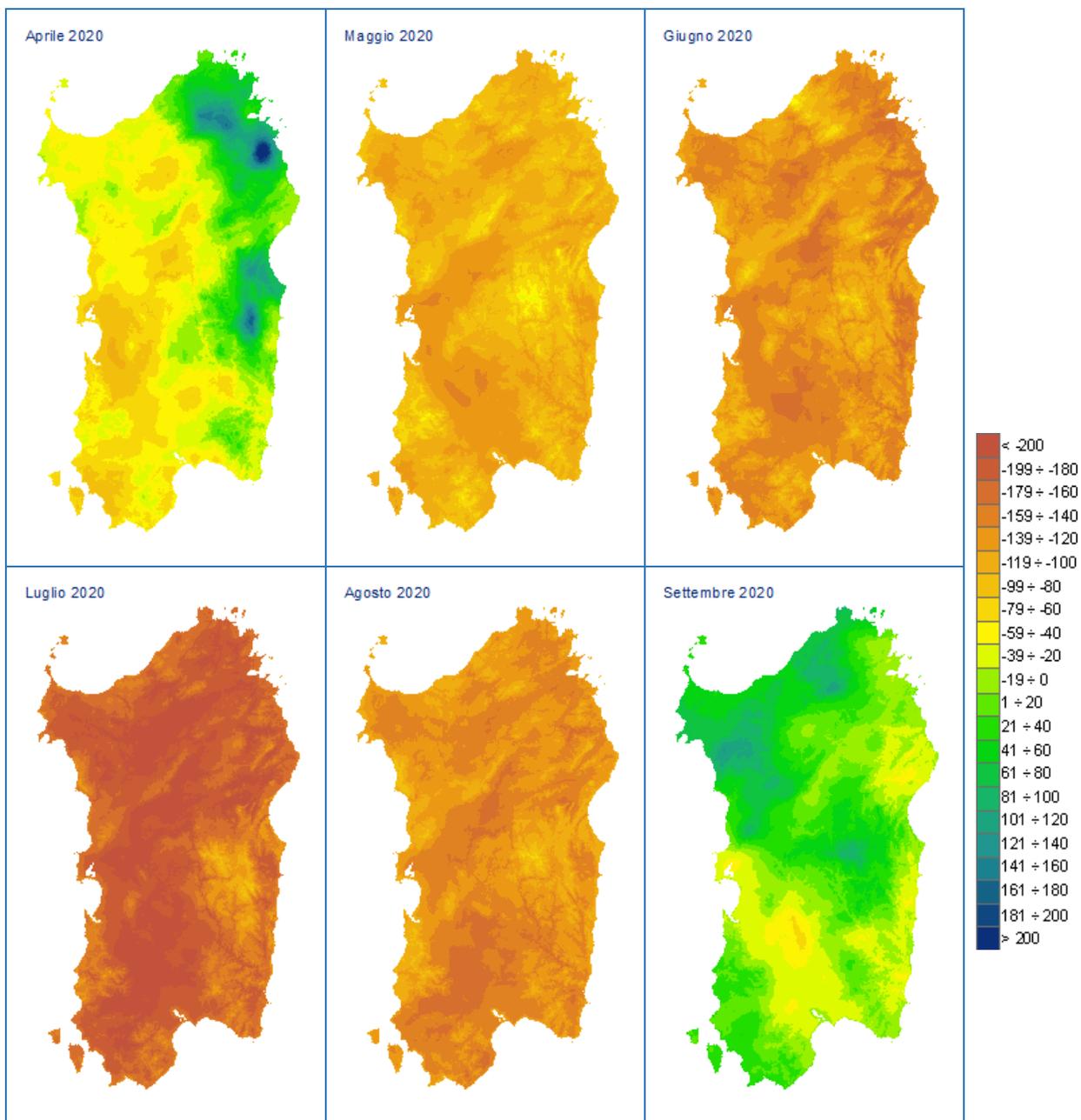


Figura 41: Mappe mensili di bilancio idroclimatico (mm) del semestre aprile - settembre 2020.



6.2 Indice di precipitazione standardizzata - SPI

Per l'analisi delle condizioni di siccità e degli impatti sulle diverse componenti del sistema idrologico (suolo, corsi d'acqua, falde, ecc..) è stato calcolato l'indice di precipitazione standardizzata (Standardized Precipitation Index, SPI) su scala temporale di 3, 6, 12 e 24 mesi.

CLASSE	VALORI DI SPI
Estremamente umido > 2	> 3,0
	da 2,5 a 3,0
	da 2,0 a 2,49
Molto umido	da 1,5 a 1,99
Moderatamente umido	da 1,0 a 1,49
Vicino alla media	da 0,01 a 0,99
	da -0,99 a 0
Moderatamente siccitoso	da -1,49 a -1,0
Molto siccitoso	da -1,99 a -1,5
Estremamente siccitoso -2	da -2,49 a -2,0
	da -3,0 a -2,5
	< -3,0

Lo SPI considera lo scostamento della pioggia di un dato periodo dal valore medio climatico, rispetto alla deviazione standard della serie storica di riferimento (trentennio 1971-2000). L'indice pertanto evidenzia quanto le condizioni osservate si discostano dalla norma (SPI = 0) e attribuisce all'anomalia una severità negativa (siccità estrema, severa, moderata) o positiva (piovosità moderata, severa, estrema), strettamente legata alla probabilità di accadimento. Si consideri che circa il 15% dei dati di una serie storica teorica si colloca al di sotto di -1, circa il 6.7% sta al di sotto di -1.5, mentre solo il 2.3% si colloca al di sotto di -2.

Nella tabella sono riportate le classi di siccità o surplus corrispondenti a diversi intervalli di valori dell'indice SPI.

L'analisi su periodi di diversa durata si basa sul presupposto che le componenti del sistema idrologico rispondono in maniera differente alla durata di un deficit di precipitazione: ad esempio il contenuto idrico del suolo risente dei deficit di breve durata (1-3 mesi), mentre deficit pluviometrici che si prolungano per svariati mesi (6, 12 e oltre) possono avere

conseguenze sui deflussi superficiali, sulle falde sotterranee e sulle risorse idriche invasate nei laghi e nei serbatoi artificiali.

Per quanto riguarda l'analisi trimestrale, relativa al contenuto idrico dei suoli (**Figure 42 e 43**), si osserva nel mese di ottobre una condizione caratterizzata da valori quasi ovunque *vicino alla media* mentre nel trimestre successivo si registra un sensibile incremento dei valori nella parte centro-occidentale fino alle classi *Moderatamente umido* e *Estremamente umido*.

I modesti apporti dei primi mesi del 2020 hanno ridotto sensibilmente lo SPI trimestrale che su ampie aree Nord-occidentali dell'Isola ha mostrato condizioni di *Molto siccitoso* ed *Estremamente siccitoso* nel mese di febbraio. Le condizioni critiche si sono progressivamente attenuate fino al mese di agosto, con la comparsa di aree *Moderatamente umide*. Infine, l'abbondanza delle piogge di settembre ha determinato un ulteriore incremento dell'indice SPI con la comparsa delle classi *Molto umido* e *Estremamente umido* sulla parte Nord-occidentale dell'Isola. Questa parte del territorio isolano come si osserva dalle mappe è quella che ha registrato le più ampie variazioni nel corso dei 12 mesi.

Figura 42: Mappe dell'indice SPI da ottobre 2019 a marzo 2020, calcolato con finestre temporali di 3 mesi.

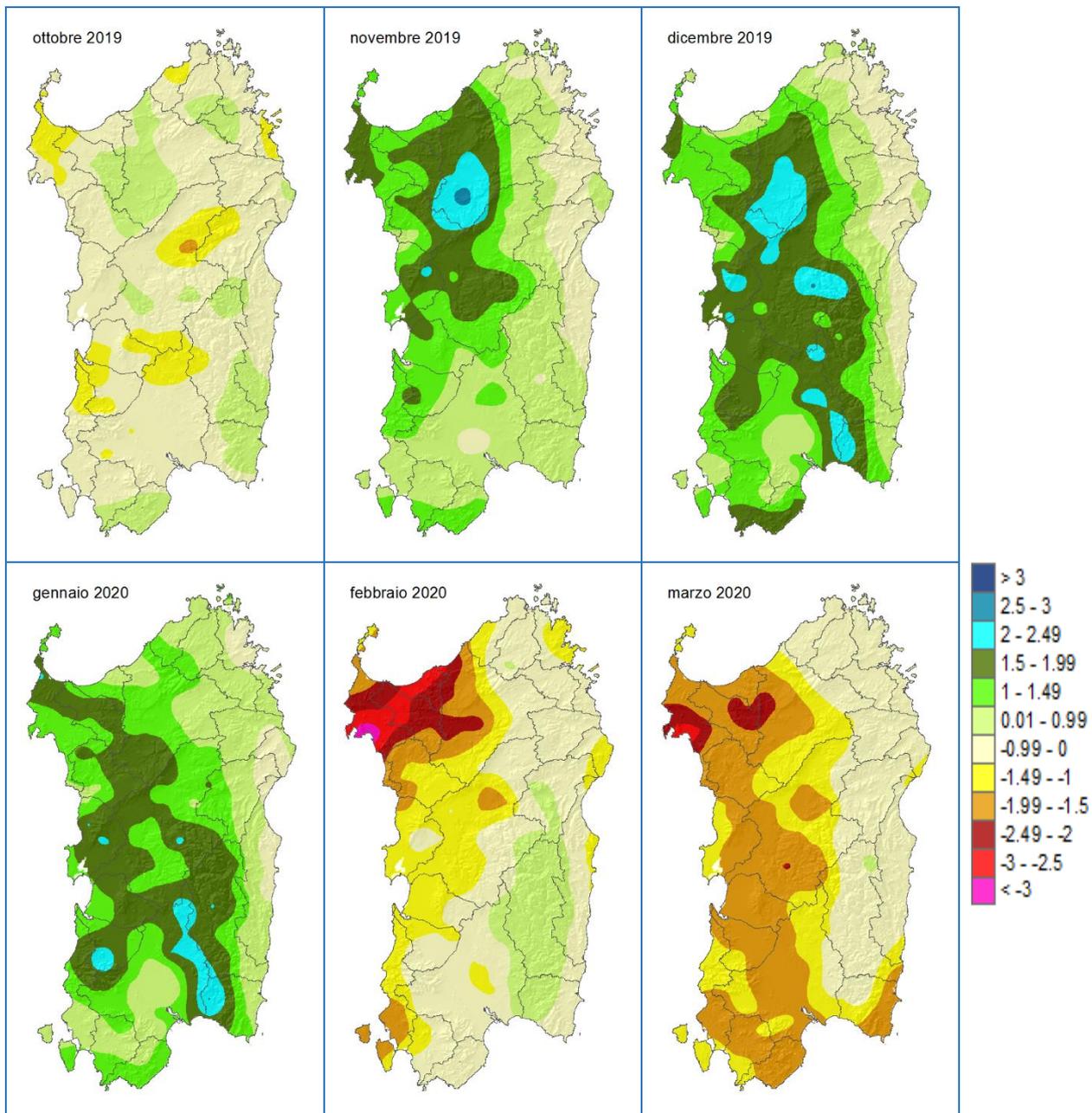
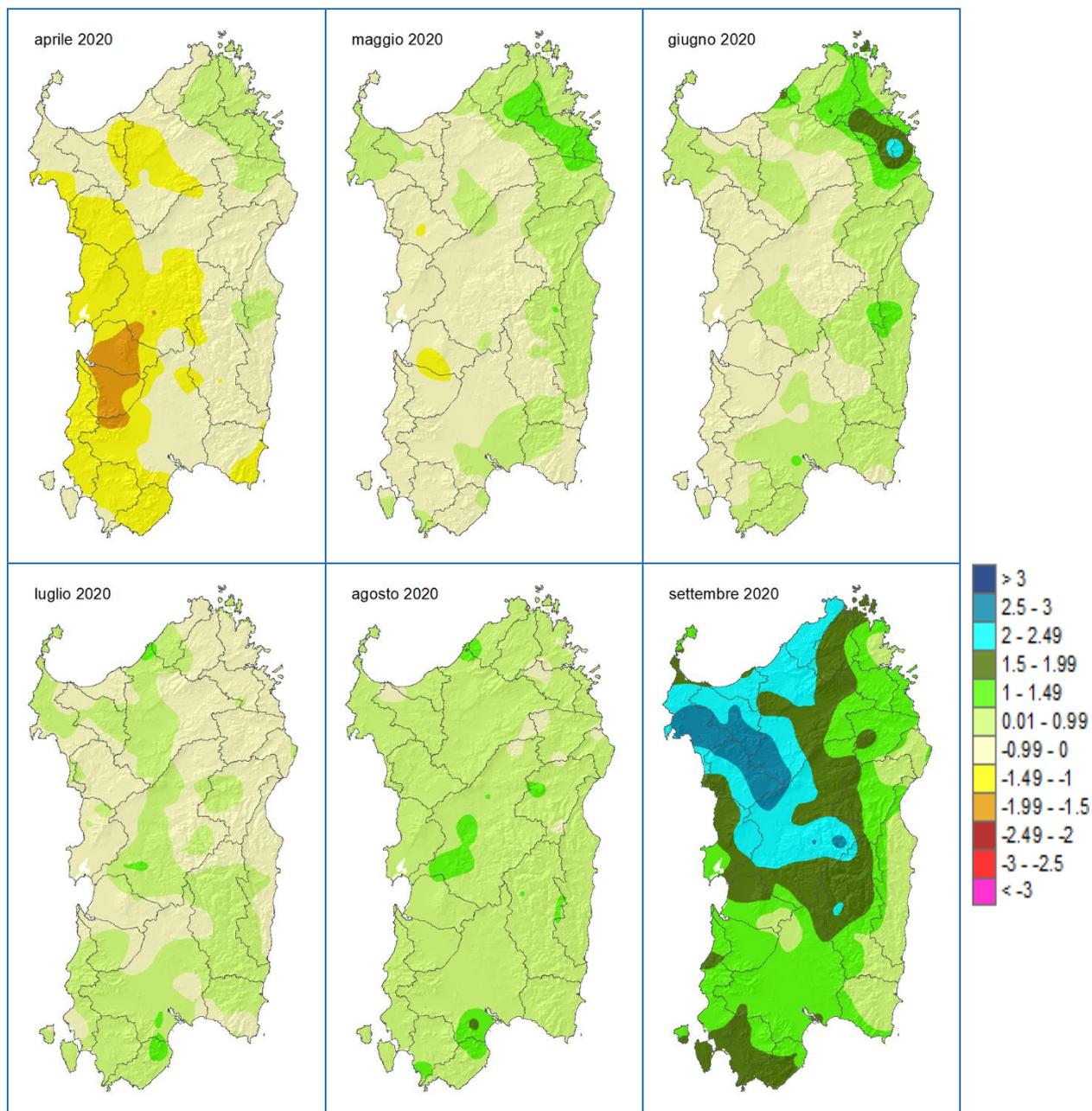


Figura 43: Mappe dell'indice SPI da aprile a settembre 2020, calcolato con finestre temporali di 3 mesi.



L'analisi dell'SPI calcolato sui cumulati di pioggia registrati su periodi di 12 mesi, riflette condizioni siccitose riferite ai bacini idrici di piccole-medie dimensioni, alle falde e alle portate fluviali. Le mappe riportate nella **Figure 44 e 45** mostrano condizioni estese della classe vicino alla media su tutti i mesi con la comparsa soprattutto delle classi *Moderatamente umido* e *Molto umido* in maniera più significativa nei mesi di novembre, dicembre, marzo e poi settembre.

Figura 44: Mappe dell'indice SPI da ottobre 2019 a marzo 2020, calcolato con finestre temporali di 12 mesi.

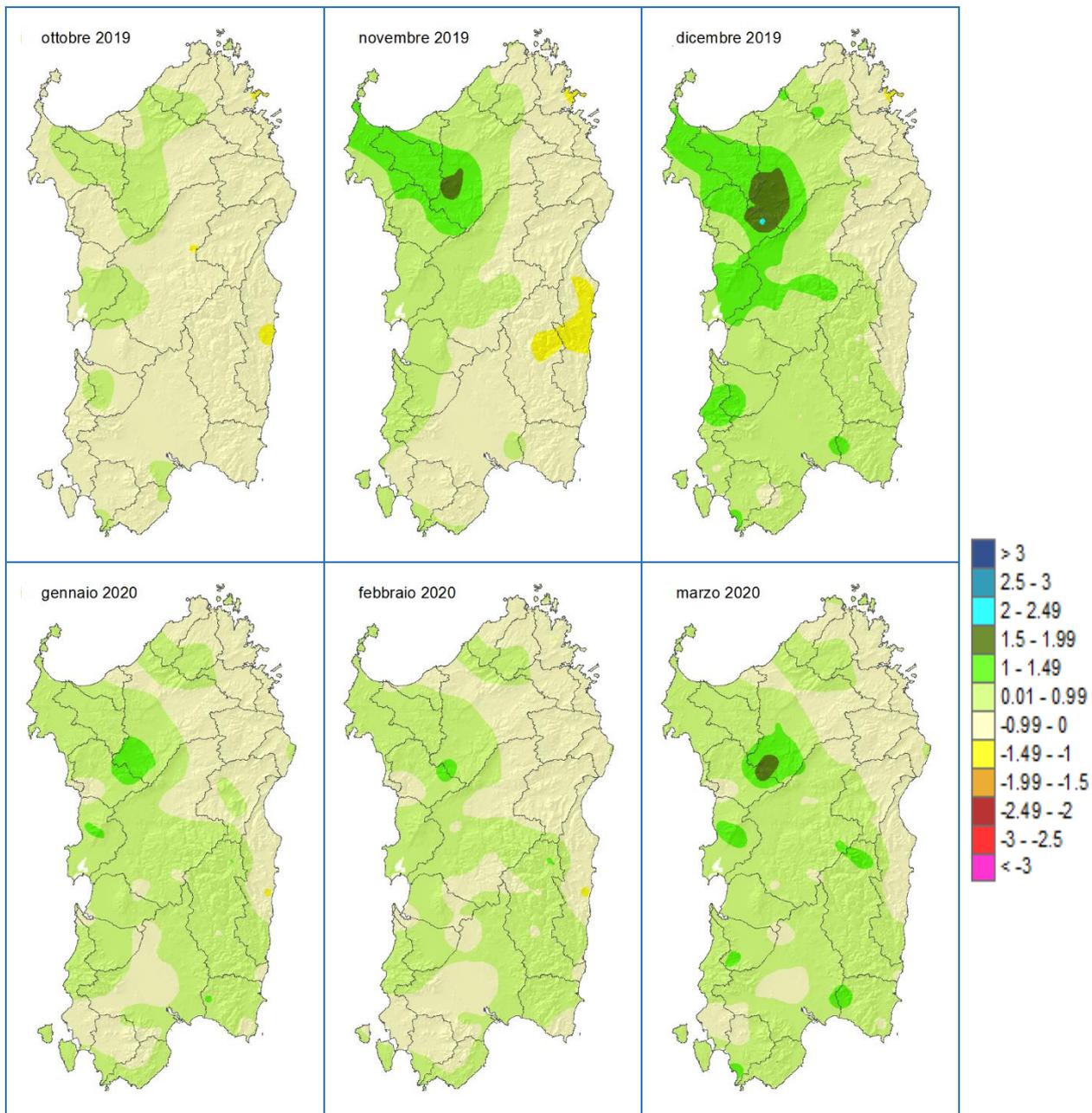
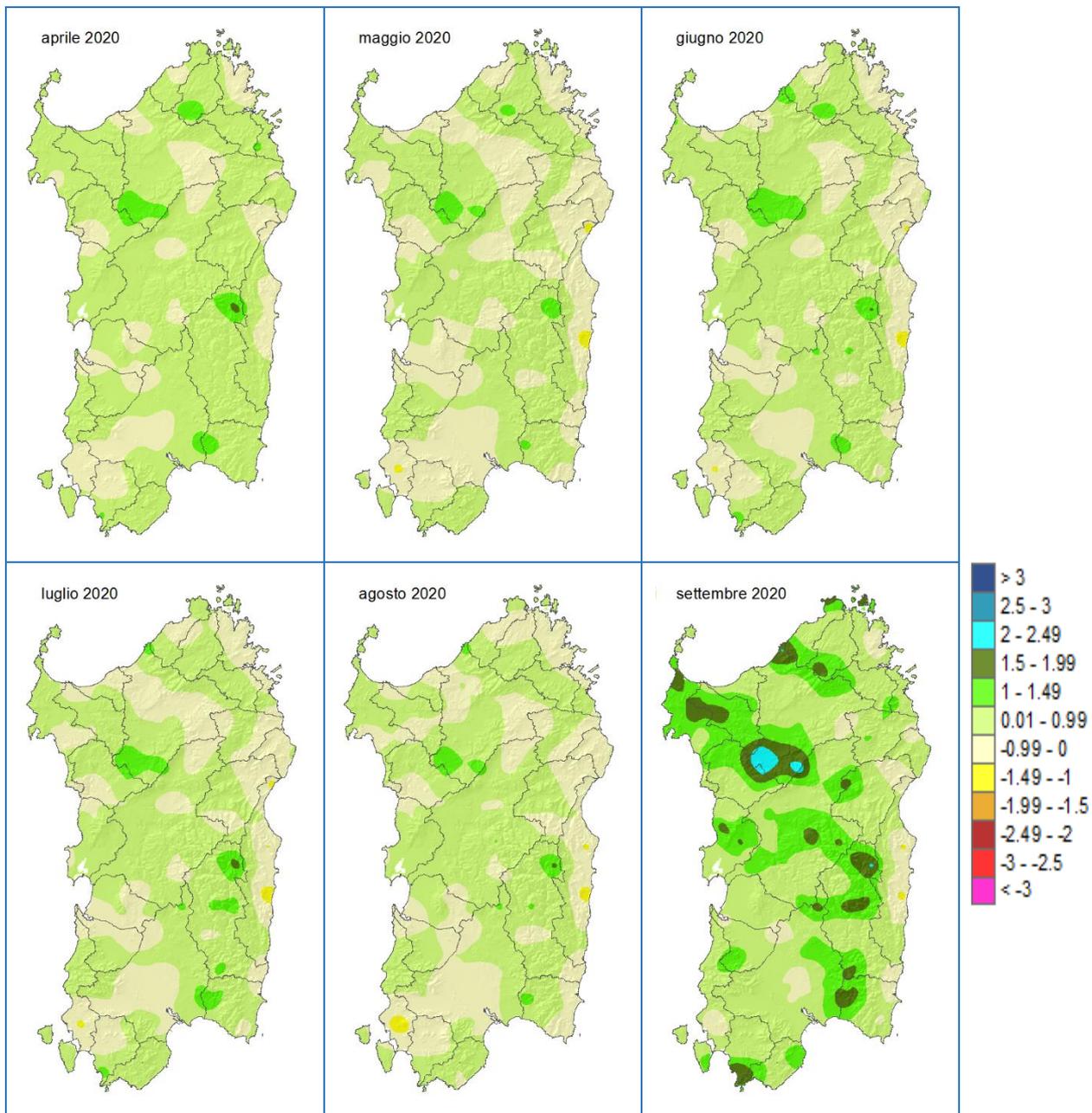
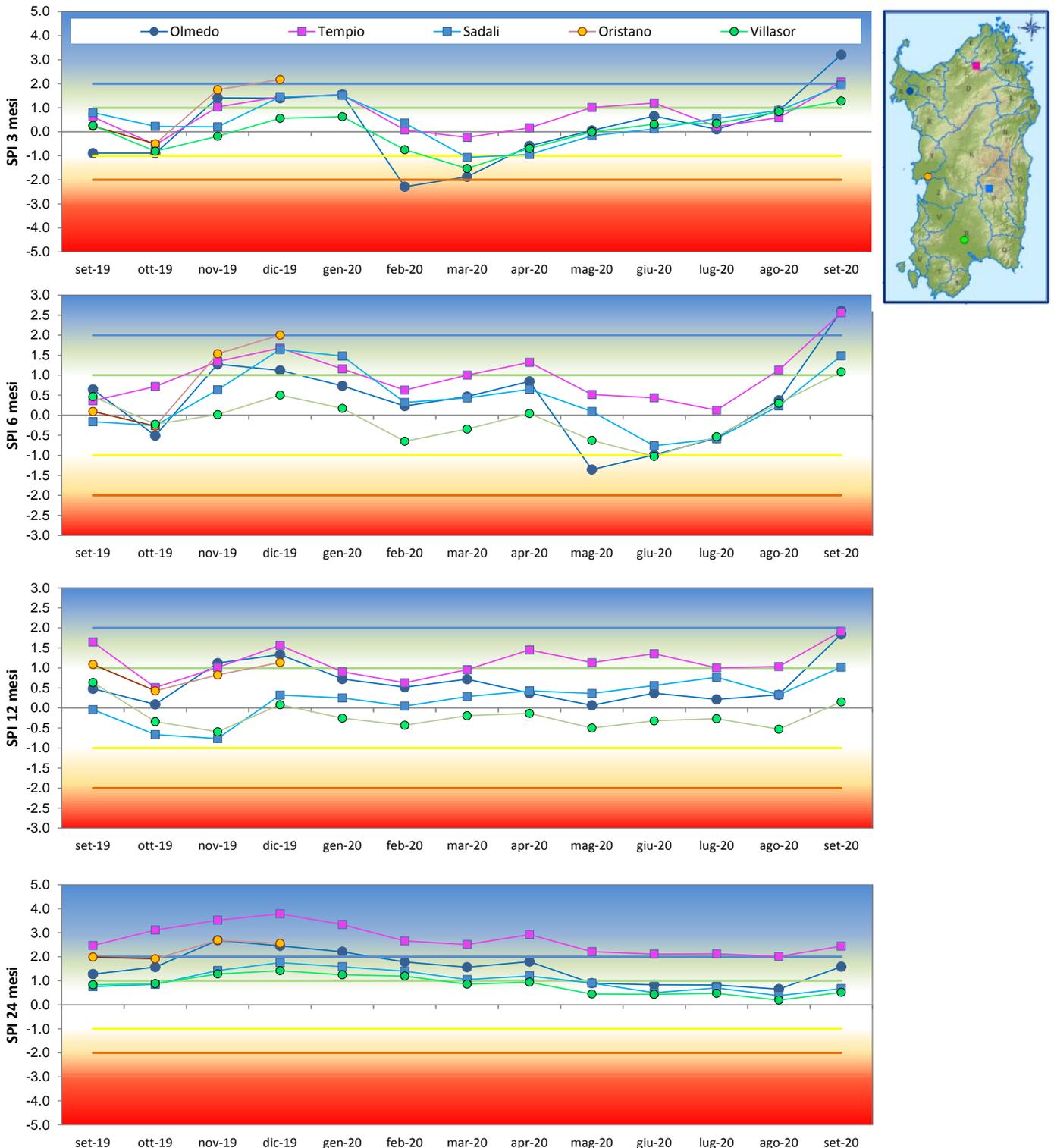


Figura 45: Mappe dell'indice SPI da aprile a settembre 2020, calcolato con finestre temporali di 12 mesi.



Nella **Figura 46** sono riportati graficamente i valori mensili di SPI riferiti a finestre temporali di 3, 6, 12 e 24 mesi, calcolati per le stazioni di Olmedo, Tempio, Sadali, Oristano e Villasor, rappresentative di diversi areali della Sardegna. Per la stazione di Oristano sono presenti soltanto i primi mesi a causa di problemi di natura tecnica.

Figura 46: Andamento mensile dell'indice SPI calcolato con finestre temporali di 3, 6, 12 e 24 mesi per alcune stazioni rappresentative.



6.3 Sommatorie termiche

Le sommatorie termiche sono importanti indicatori agrometeorologici che consentono di spiegare il comportamento fenologico delle colture in relazione all'andamento termico che caratterizza un determinato periodo. Rappresentano, infatti, l'accumulo di unità termiche sopra una predefinita soglia di temperatura che è necessaria per consentire lo sviluppo degli organismi vegetali e che è variabile in relazione alla specie, alla cultivar e alla fase fenologica. Si esprimono in Gradi Giorno o Growing Degree Days (GDD).

Il periodo **ottobre 2019 – settembre 2020** è stato contraddistinto da un netto anticipo termico che ha interessato in particolar modo la fascia orientale dell'Isola con anomalie positive fino ad oltre 300 GDD (**Figure 47 e 48**). Nel dettaglio dei dati, le somme termiche in base 0 °C hanno variato tra circa 2750 e 6750 GDD, mentre quelle in base 10 °C tra 150 e 3100 GDD, con i valori maggiori rilevati nelle aree costiere e nella pianura del Campidano.

Figura 47: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo ottobre 2019 - settembre 2020 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.

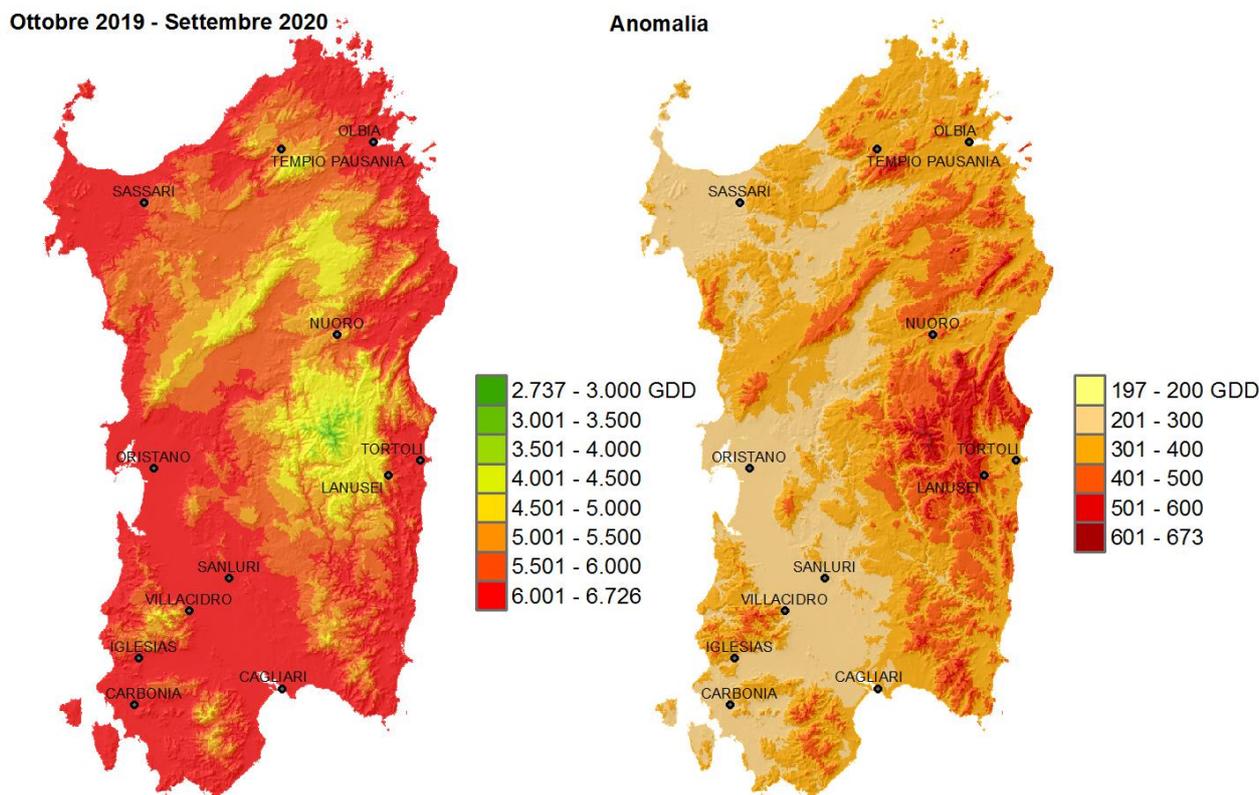
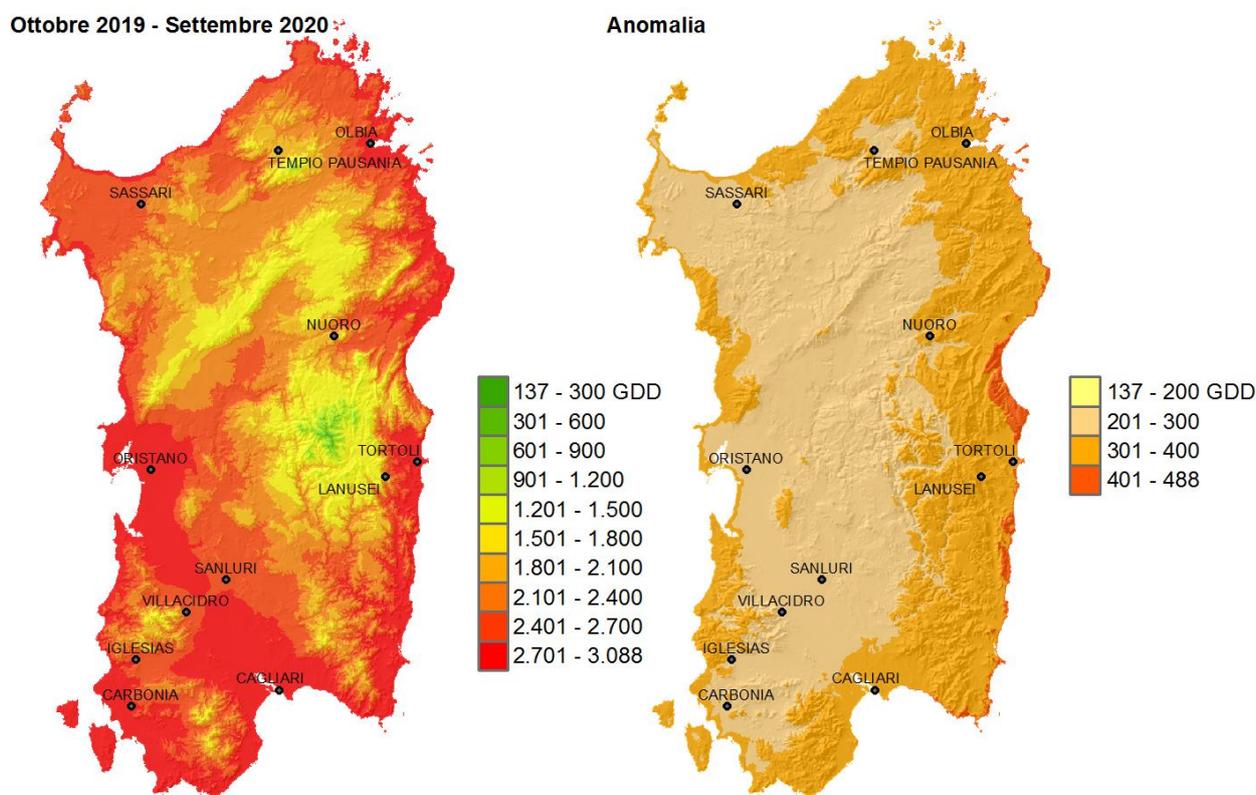


Figura 48: Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo ottobre 2019 - settembre 2020 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.



Analizzando separatamente i due semestri **ottobre 2019 – marzo 2020** e **aprile – settembre 2020** è possibile osservare, in entrambi i casi, valori complessivi superiori al dato medio per effetto in particolare degli apporti termici del trimestre invernale (dicembre-febbraio) e del bimestre estivo (luglio-agosto). Il periodo ottobre 2019 – marzo 2020 ha fatto registrare anomalie fino ad oltre 100 GDD su tutto il territorio regionale con punte di oltre 200 GDD nelle aree orientali (**Figure 49 e 50**). Nello specifico dei dati, le somme in base 0 °C hanno variato tra 550 e 2750 GDD, mentre quelle in base 10 °C sono risultate comprese tra 0 e 900 GDD. Il semestre successivo ha fatto osservare anomalie tra 40 e 160 GDD nei territori pianeggianti fino a 160-380 GDD nelle aree montuose (**Figure 51 e 52**). Le sommatorie in base 0 °C hanno variato tra 2200 e 4100 GDD, mentre quelle in base 10 °C tra 500 e 2250 GDD.

Nelle **Figure 53 - 55** è riportato l'accumulo termico in base 0 °C e 10 °C calcolato per il periodo ottobre 2019 - settembre 2020 e il confronto con lo stesso periodo relativo agli ultimi 24 anni per tre stazioni rappresentative del territorio regionale (Oliena, Olmedo e Sardara). Dai grafici è possibile constatare come questa annata sia stata particolarmente calda con valori tra i più alti degli ultimi 25 anni. Questo è particolarmente vero per la stazione di Sardara che ha accumulato 2686 GDD in base 0 °C, il valore più alto di tutta la serie storica esaminata.

Figura 49: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo ottobre 2019 – marzo 2020 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.

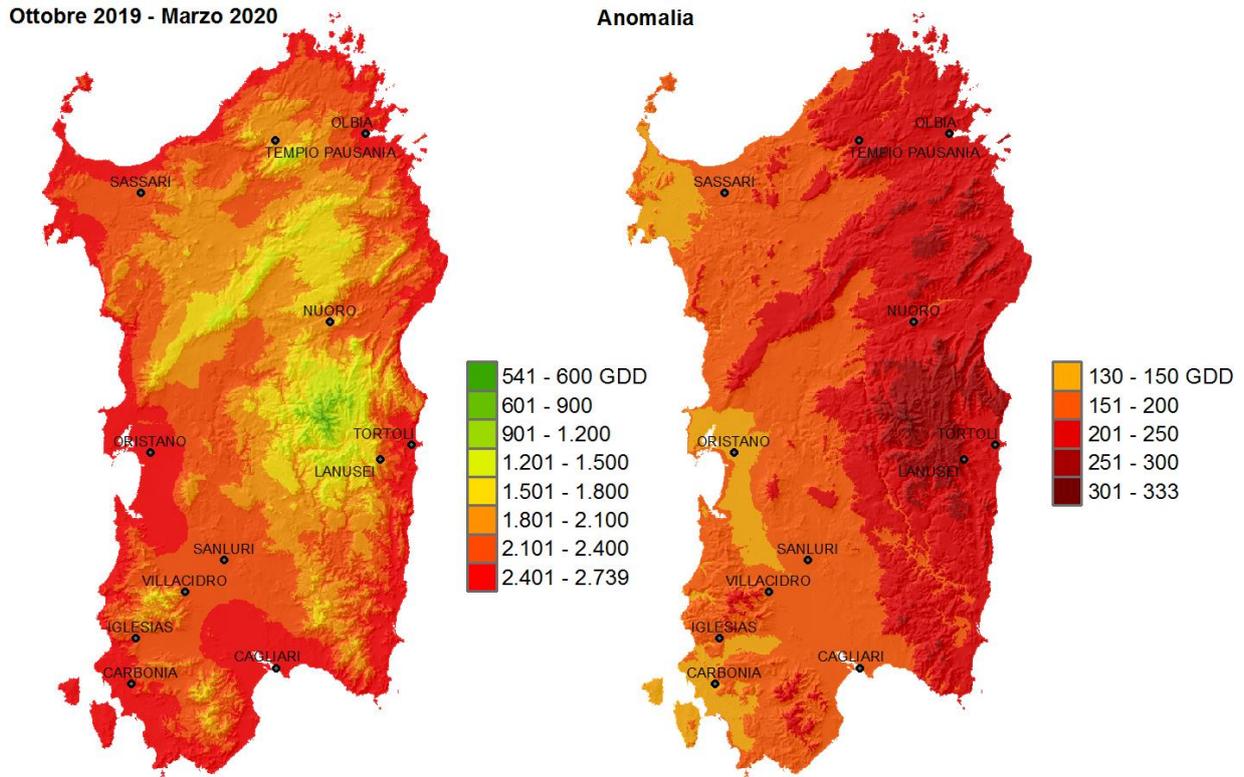


Figura 50: Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo ottobre 2019 – marzo 2020 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.

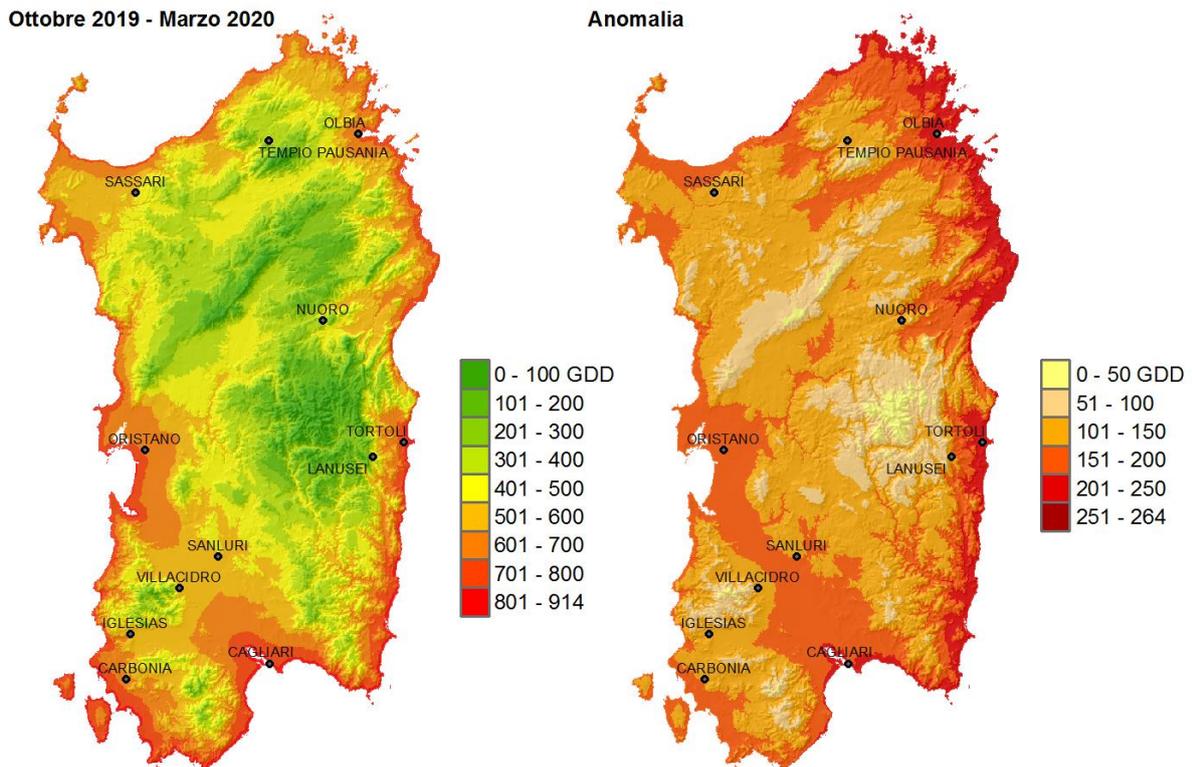


Figura 51: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo aprile - settembre 2020 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.

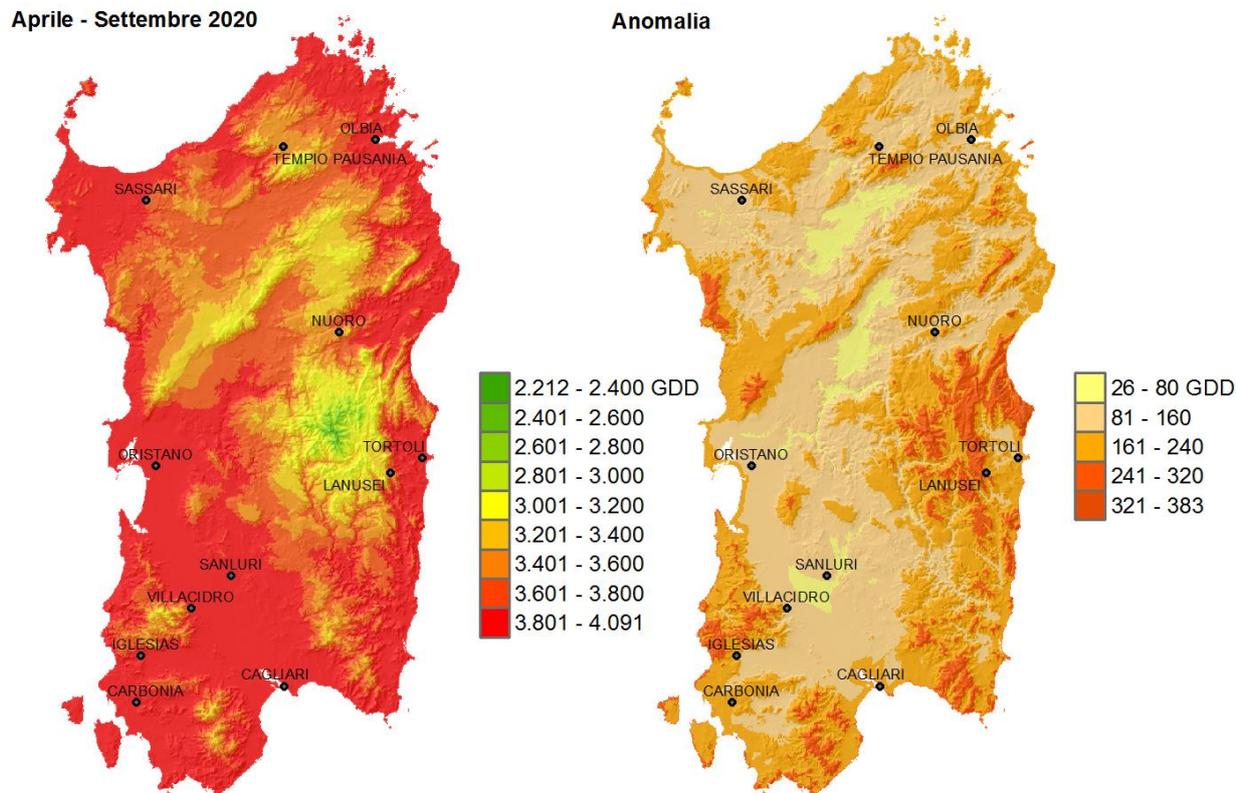


Figura 52: Sommatorie termiche in base 10 °C per il periodo aprile - settembre 2020 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.

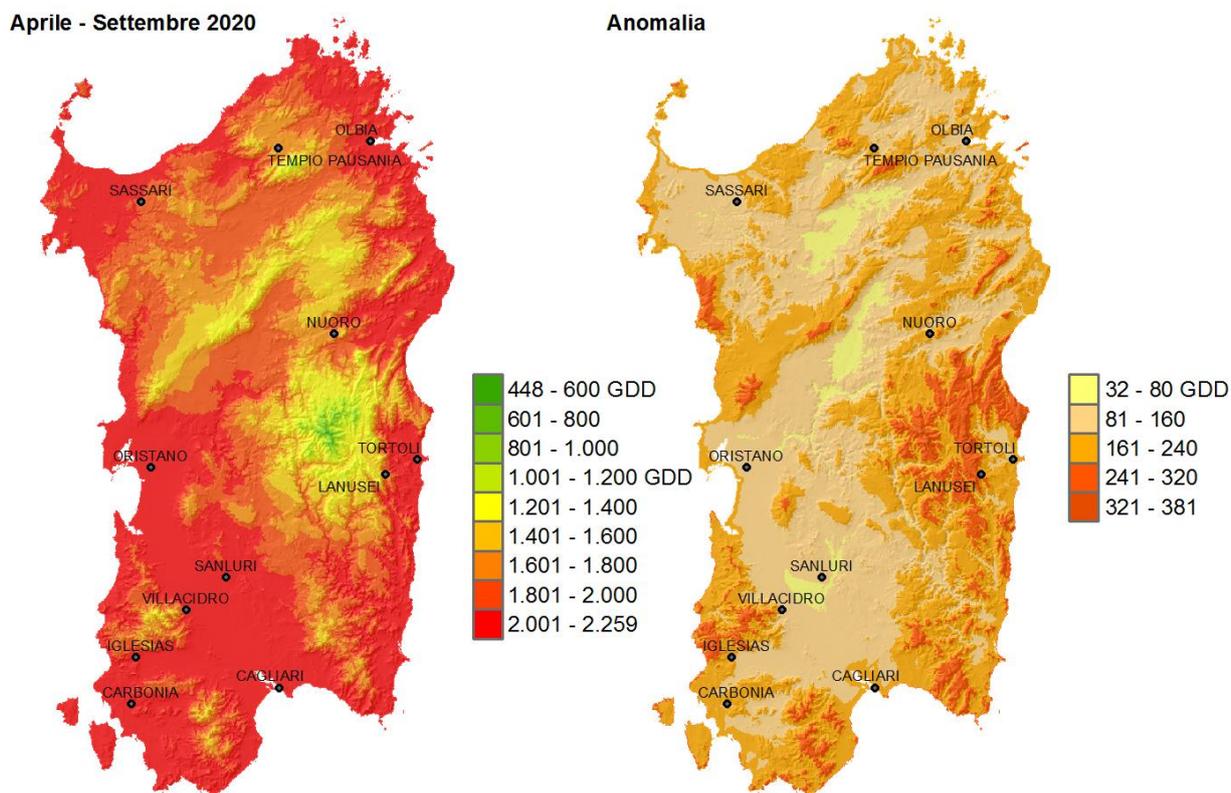


Figura 53: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 °C calcolate per il periodo ottobre - settembre nelle annate dal 1995 al 2019 – Stazione di Olmedo.

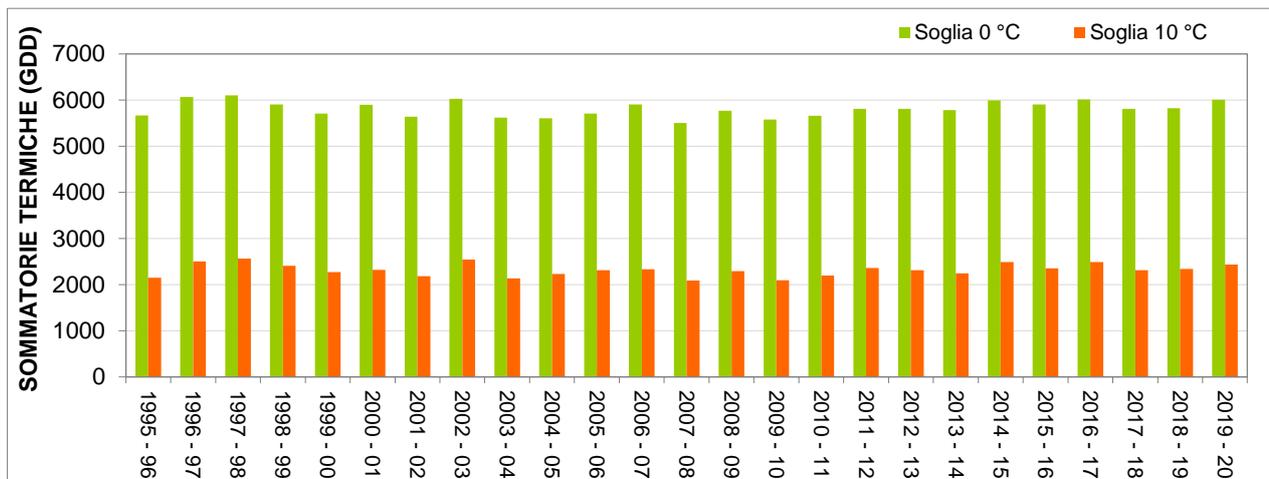


Figura 54: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 °C calcolate per il periodo ottobre - settembre nelle annate dal 1995 al 2019 – Stazione di Oliena.

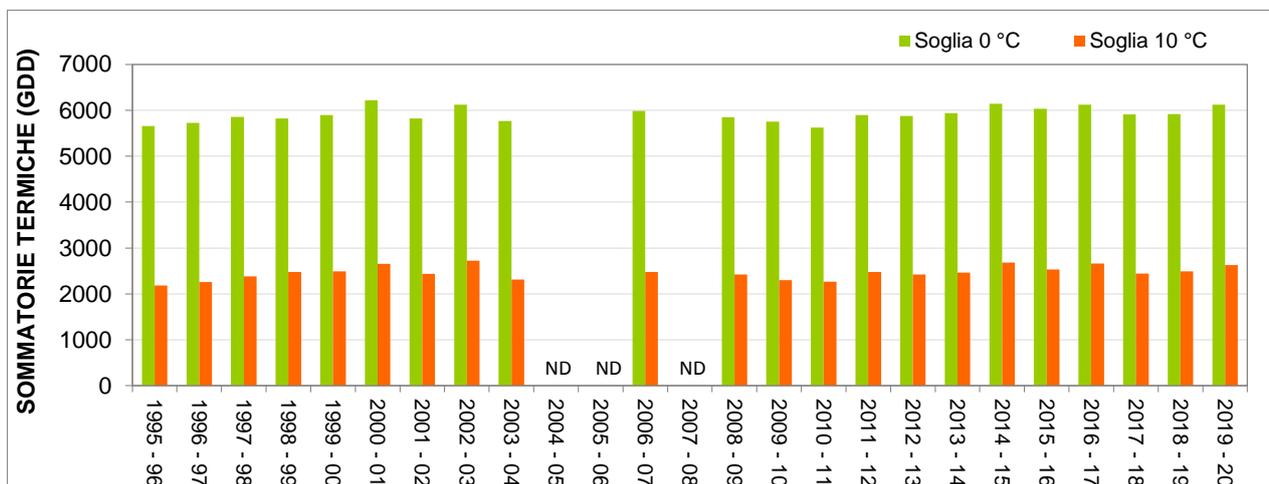
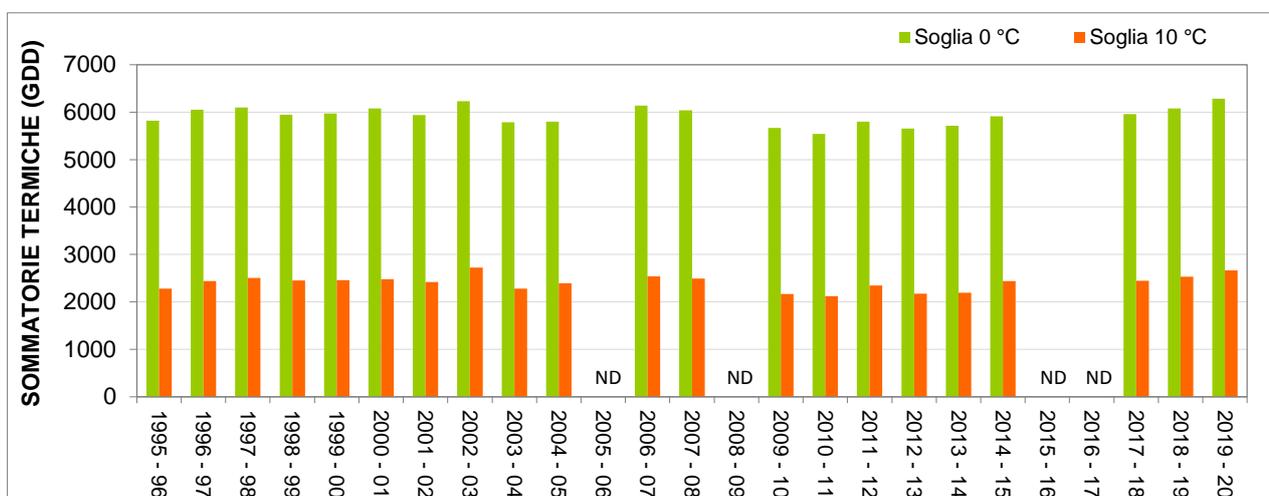


Figura 55: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 °C calcolate per il periodo ottobre - settembre nelle annate dal 1995 al 2019 – Stazione di Sardara.



6.4 Wind Chill Index (WCI)

Il *Wind Chill Index* (WCI) o indice di freddo consente di stimare il disagio fisiologico avvertito dal bestiame di interesse zootecnico esposto a condizioni meteorologiche di bassa temperatura e ventosità. In base ai valori di WCI si possono distinguere 7 categorie di disagio, tanto più critiche quanto più basso è il valore dell'indice, secondo la seguente tabella:

<i>Valori indice</i>	<i>Classe di disagio</i>
<i>WCI > 10</i>	<i>Nessun disagio</i>
<i>10 ≥ WCI > -1</i>	<i>Lieve disagio</i>
<i>-1 ≥ WCI > -10</i>	<i>Disagio</i>
<i>-10 ≥ WCI > -18</i>	<i>Elevato disagio</i>
<i>-18 ≥ WCI > -29</i>	<i>Possibile congelamento in seguito ad esposizione prolungata</i>
<i>-29 ≥ WCI > -50</i>	<i>Congelamento in seguito ad esposizione prolungata</i>
<i>WCI ≤ -50</i>	<i>Rapido congelamento in seguito a breve esposizione</i>

Il periodo **dicembre 2019 – marzo 2020** è stato contraddistinto da un primo trimestre (dicembre – febbraio) con valori di WCI superiori al dato medio pluriennale 1995-2014, mentre il mese di marzo si è presentato meno uniforme con valori più o meno critici della media a seconda della zona. Analizzando la permanenza oraria dell'Indice WCI per l'intero periodo analizzato (**Figura 56**) è possibile osservare come le stazioni potenzialmente più disagiate siano state quelle di alta quota come Bitti, Desulo Perdu Abes, Fonni, Illorai, Macomer, Pattada, Sadali, Seui e Tempio Limbara con oltre 2700 ore complessive. Nella stazione di Desulo Perdu Abes sono state osservate le condizioni più avverse: 2842 ore in totale di cui oltre 70 ore nell'intervallo di *Possibile Congelamento*. La stazione, invece, che ha evidenziato meno disagio è stata quella di Villa San Pietro con poco più di 1100 ore complessive in tutto il quadrimestre.

Tra tutti i mesi esaminati i valori più bassi di WCI sono stati registrati a gennaio. Il WCI medio ha mostrato valori nell'intervallo di Lieve Disagio (Figura 57), mentre la media delle minime ha variato tra la condizione di Lieve Disagio e quella di Disagio presentando i dati più critici lungo i maggiori rilievi montuosi (Figura 58). Il minimo assoluto più basso del mese (Figura 59) è stato registrato a Desulo Perdu Abes (-16.9) seguito dai valori di Fonni e Pattada (-14.4 e -14.1 rispettivamente). Tutte le altre stazioni hanno presentato minimi via via crescenti e compresi in prevalenza nella categoria di Disagio.

Figura 56: Numero di ore totali con WCI nelle diverse classi di disagio per il periodo dicembre 2019-marzo 2020.

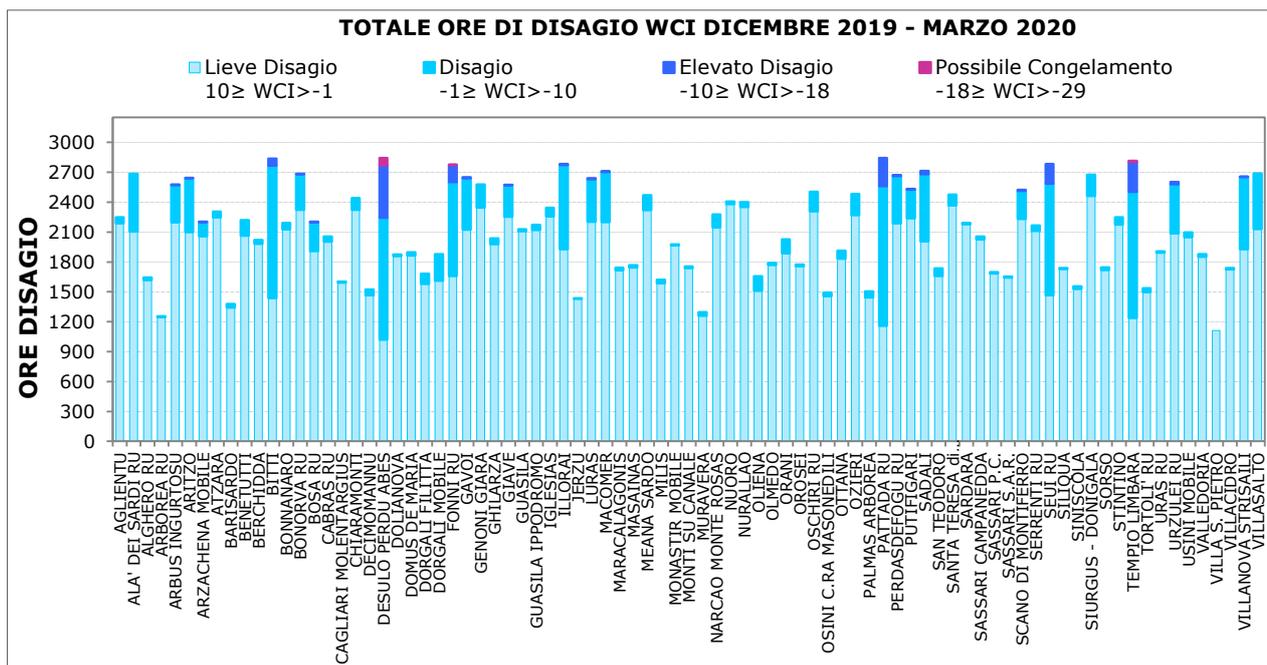


Figura 57: WCI medio per il mese di gennaio 2020 e raffronto con il periodo 1995-2014.

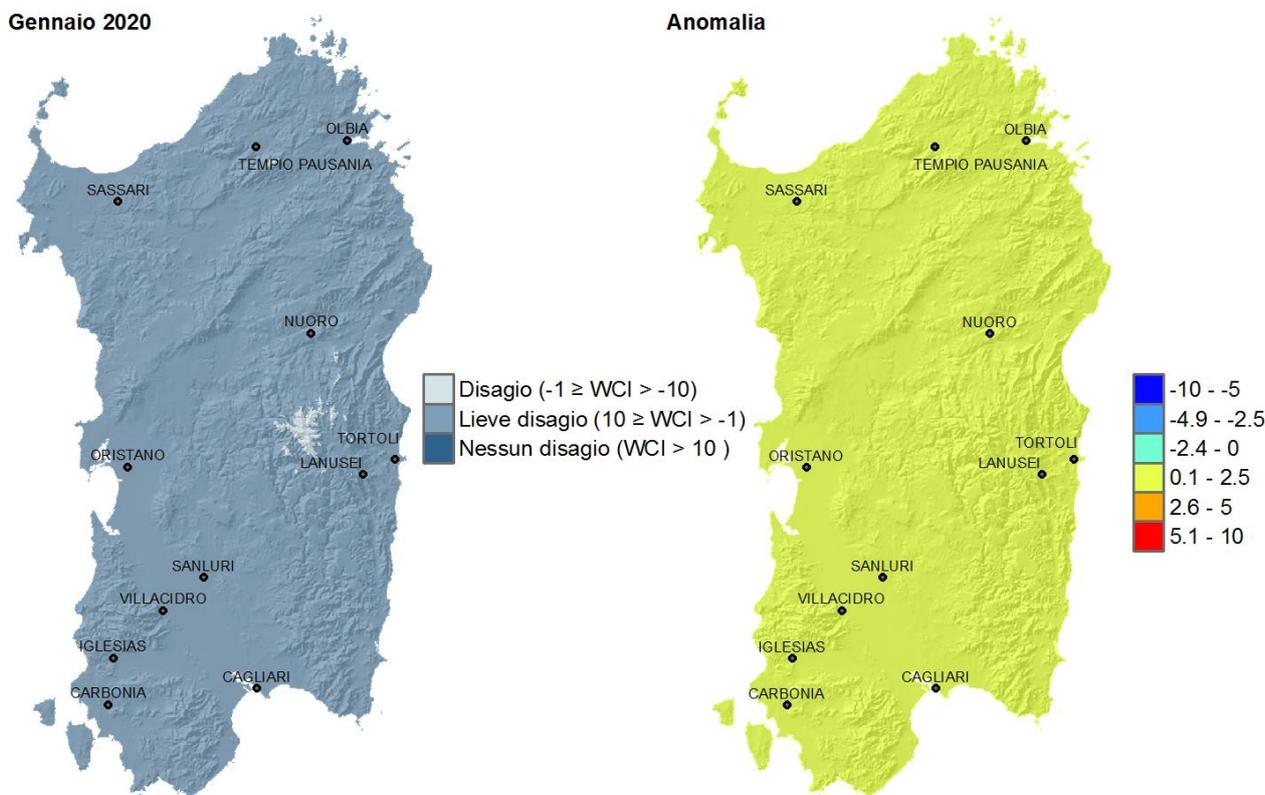


Figura 58: WCI - Media dei valori minimi per gennaio 2020 e raffronto con il periodo 1995-2014.

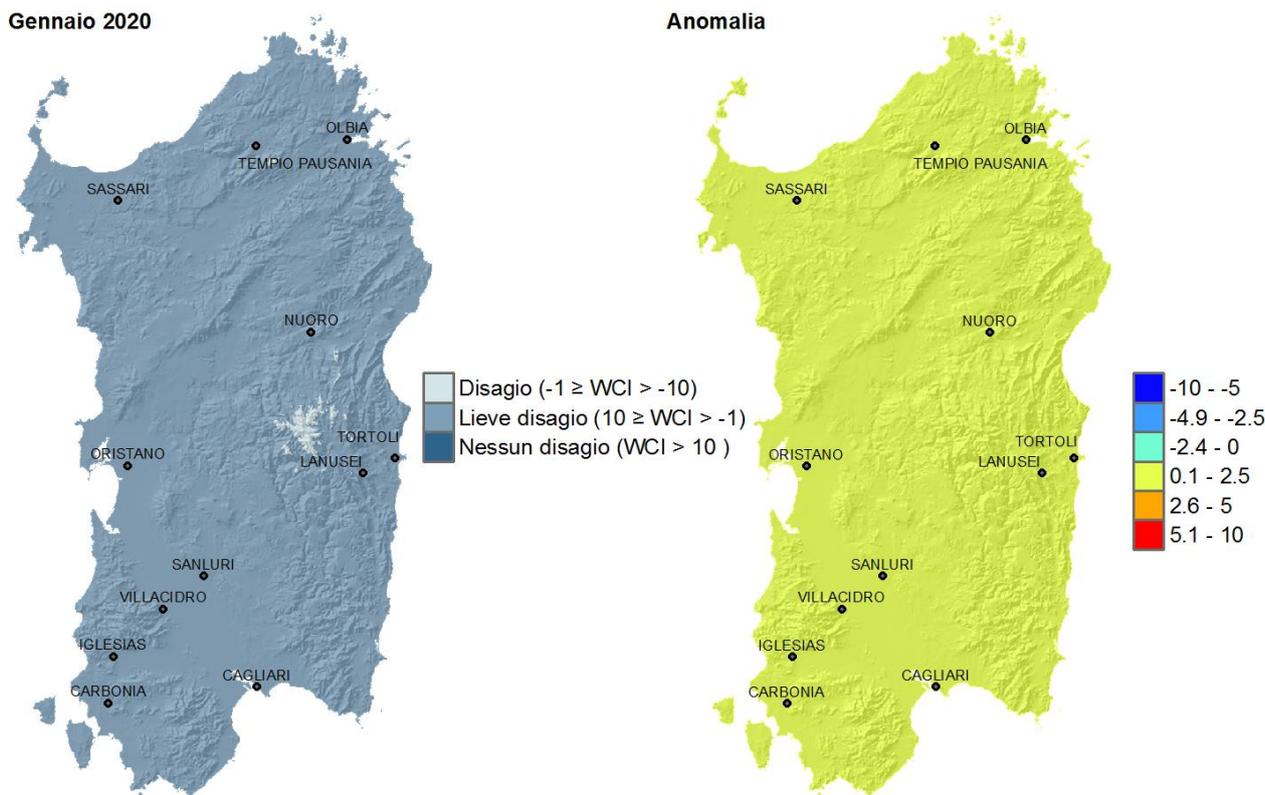
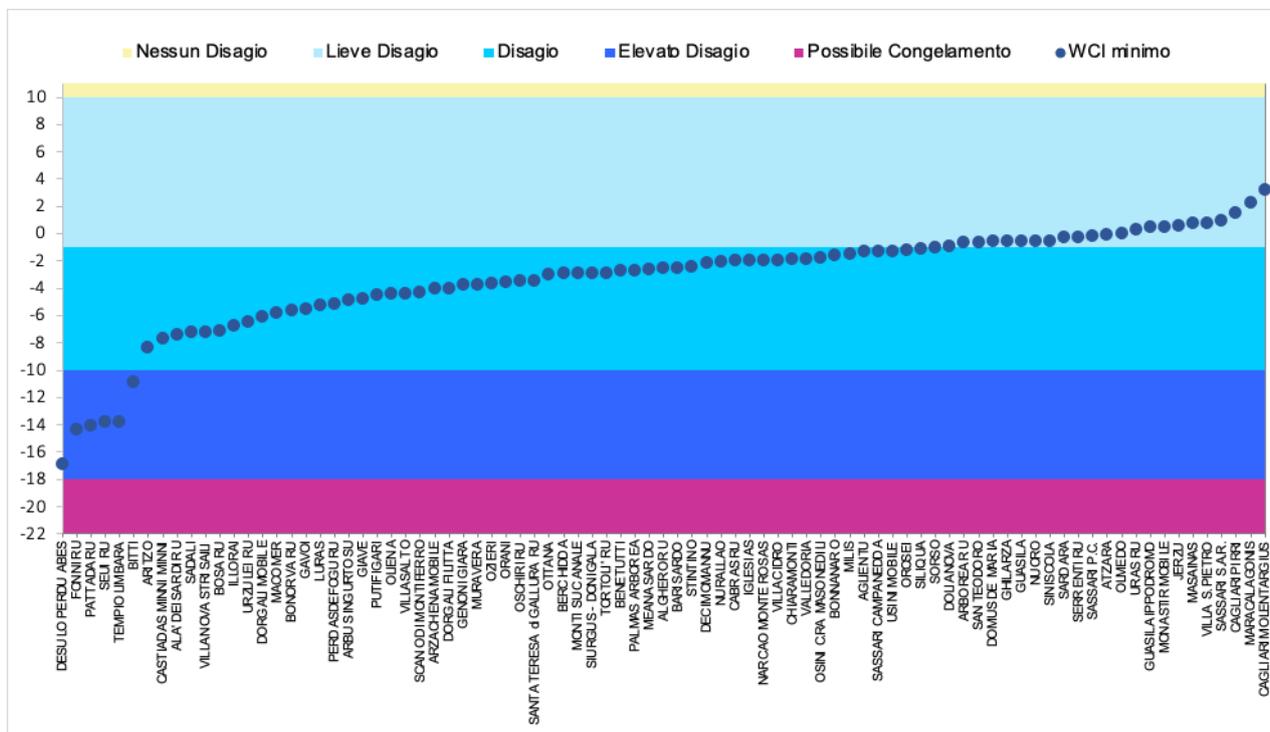


Figura 59: Valori minimi di WCI per il mese di gennaio 2020.



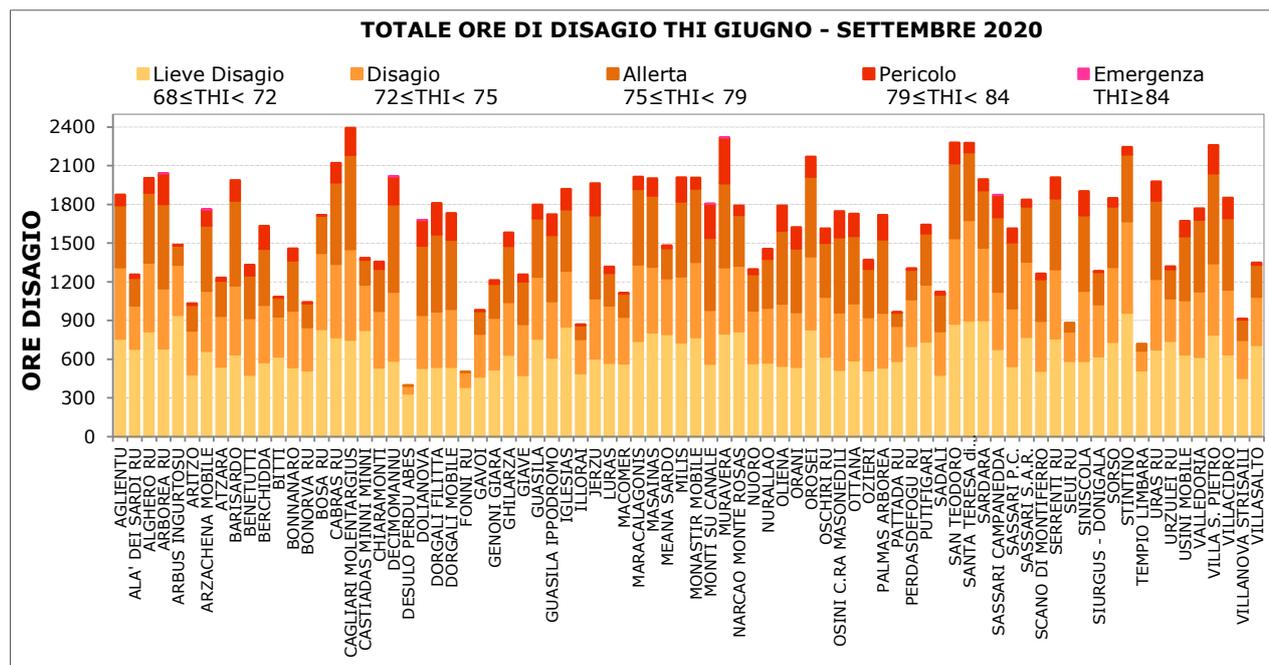
6.5 Temperature Humidity Index (THI)

Il *Temperature Humidity Index* (THI) o indice di caldo permette di stimare le condizioni di stress per il bestiame causate da alte temperature ed elevati valori di umidità dell'aria. La classificazione prevede diverse condizioni di stress per il bestiame, tanto maggiori quanto più elevato è il valore dell'indice, secondo la seguente tabella:

Valori indice	Classe di disagio
THI<65	Nessun disagio
65≤THI<68	Possibile disagio
68≤THI<72	Lieve disagio
72≤THI<75	Disagio
75≤THI<79	Allerta
79≤THI<84	Pericolo
THI≥84	Emergenza

Il quadrimestre **giugno-settembre 2020** è stato contraddistinto da un mese di giugno sotto media e, quindi meno critico, per effetto delle temperature relativamente basse e delle frequenti piogge; i successivi tre mesi hanno presentato valori di THI di norma superiori al dato medio ventennale, in particolare lungo la fascia orientale. Se si considera la permanenza oraria dell'indice nelle diverse classi di disagio (**Figura 60**) la situazione potenzialmente più critica per il bestiame al pascolo ha riguardato le stazioni costiere dell'Isola come Cabras, Cagliari Molentargius, Muravera, Orosei, San Teodoro, Santa Teresa di Gallura, Stintino e Villa San Pietro con oltre 2200 ore complessive di disagio. Alcune stazioni come Arborea, Decimomannu e Monti su Canale hanno fatto osservare complessivamente un numero inferiore di ore ma con una alta permanenza negli intervalli più critici (oltre 200 ore nell'intervallo di *Pericolo* e alcune ore nell'intervallo di *Emergenza*). La stazione con condizioni meno avverse è stata, invece, Desulo Perdu Abes con meno di 500 ore complessive per tutto il quadrimestre.

Figura 60: Numero totale di ore con THI nelle diverse classi di disagio - periodo giugno-settembre 2020.



Tra i mesi estivi esaminati il più critico per le condizioni termo-igrometriche è stato agosto. I valori di THI medio e di media delle massime del mese sono stati superiori alla media pluriennale su tutta l'Isola (**Figure 61 e 62**). Il THI medio ha variato tra il livello di *Nessun Disagio* e quello di *Disagio*, mentre la media delle massime ha mostrato in prevalenza una situazione di *Allerta*, con livelli anche di *Pericolo* evidenziabili in particolare nell'area del Campidano e nelle coste del Sulcis.

Figura 61: THI medio per il mese di agosto 2020 e raffronto con il periodo 1995-2014.

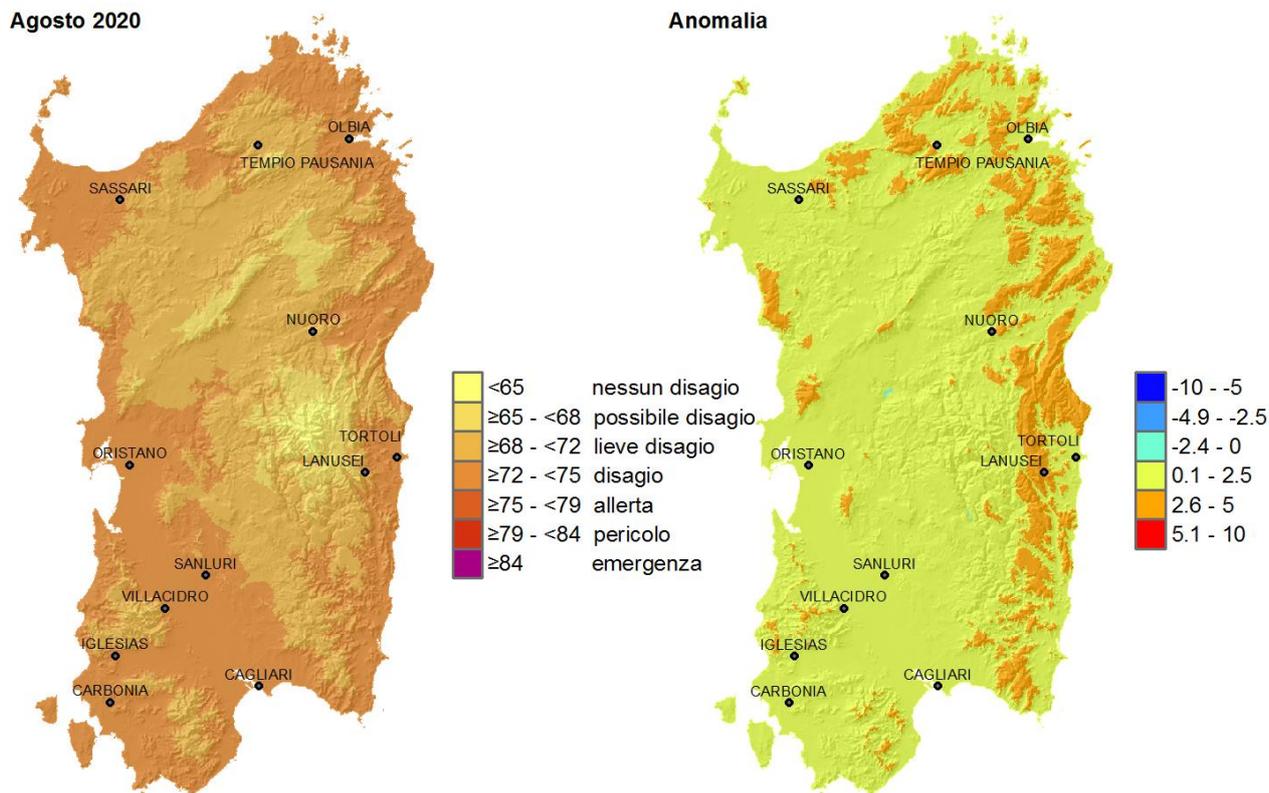
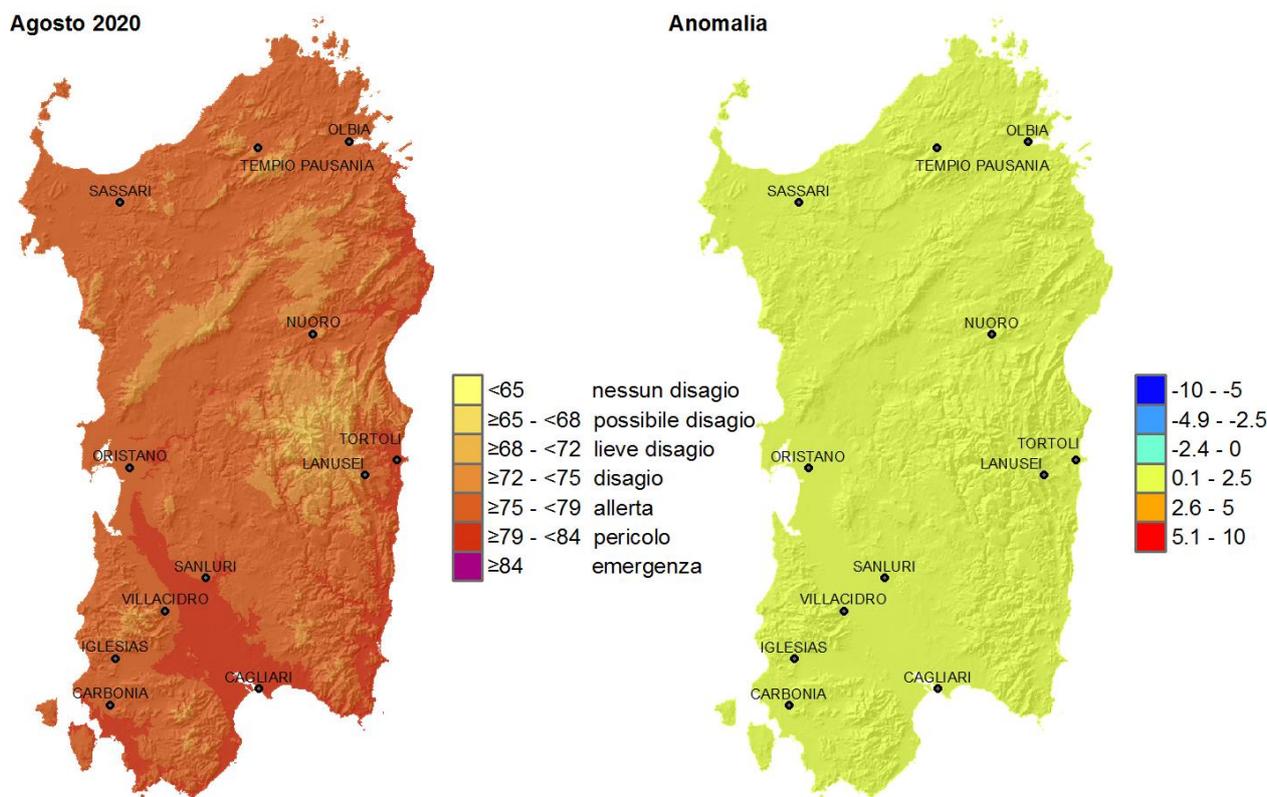
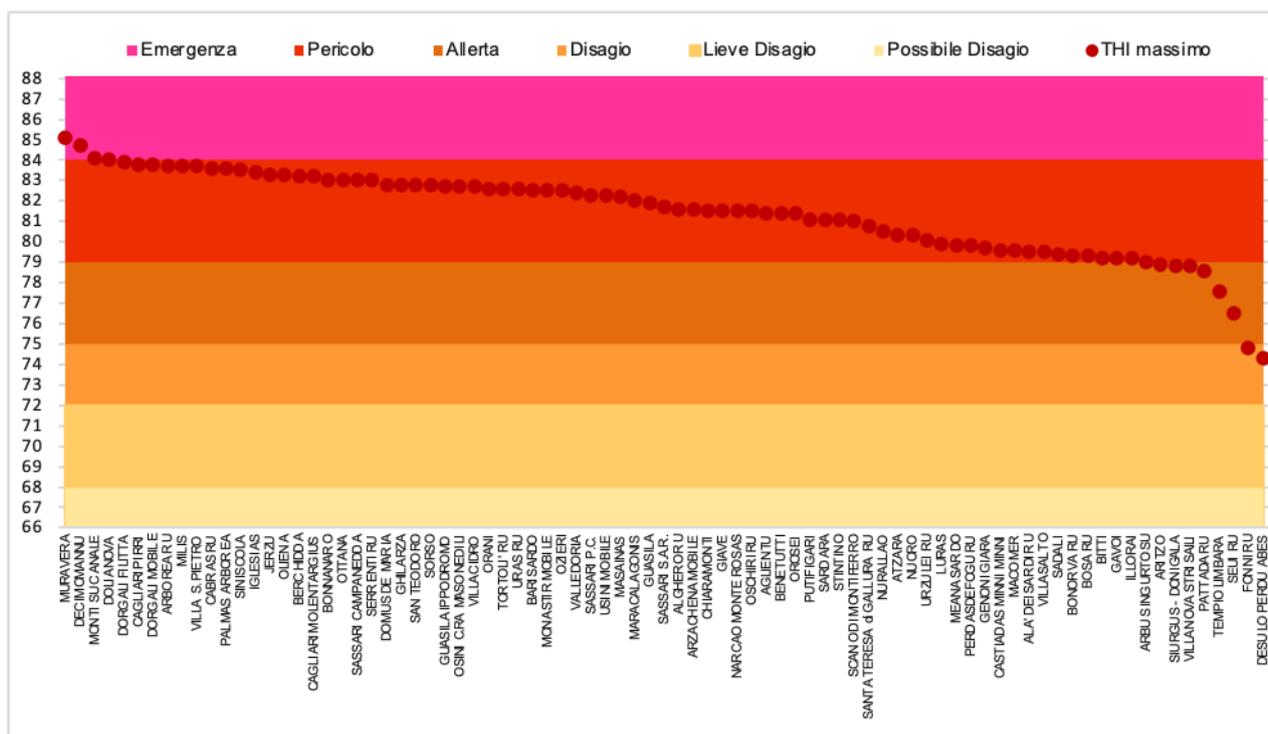


Figura 62: THI - Media dei valori massimi per agosto 2020 e raffronto con il periodo 1995-2014.



Il valore di THI più alto di agosto (**Figura 63**) è stato registrato a Muravera (85.1), seguito da Decimomannu, Monti su Canale e Dolianova con valori all'interno dell'intervallo di *Emergenza*. Tutte le altre stazioni hanno presentato THI massimi progressivamente inferiori riconducibili per la maggior parte all'intervallo di *Pericolo*.

Figura 63: Valori massimi di THI per il mese di agosto 2020.



Nelle **Figure 65 - 70** sono riportati i grafici relativi alle stazioni maggiormente interessate dalle onde di calore nel bimestre in esame: Cagliari Molentargius, Cagliari Pirri, Muravera, Santa Teresa di Gallura, Stintino e Villa San Pietro.

Figura 65: Heat Waves registrate nella stazione di Cagliari Molentargius nel bimestre luglio-agosto 2020.

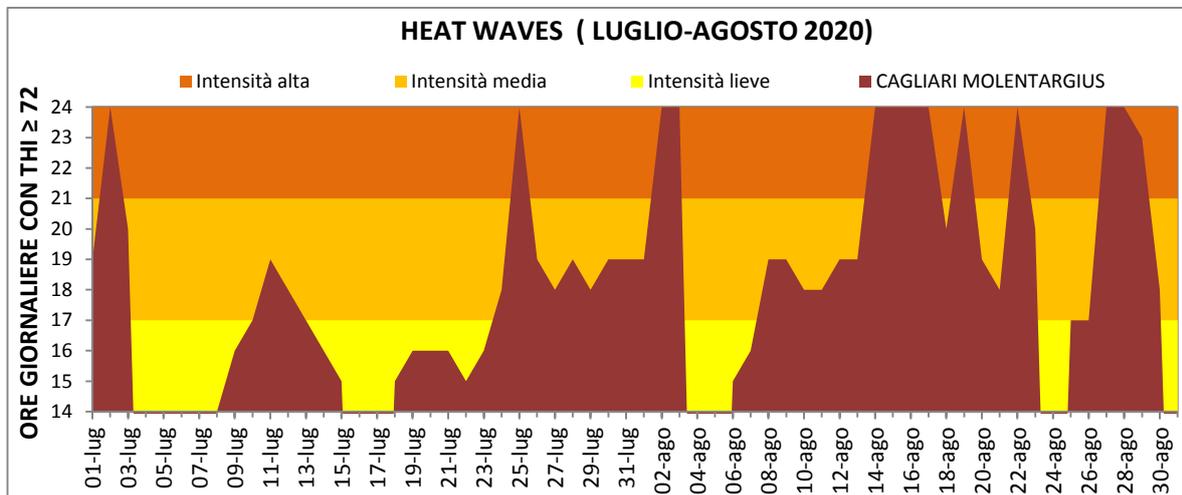


Figura 66: Heat Waves registrate nella stazione di Cagliari Pirri nel bimestre luglio-agosto 2020.

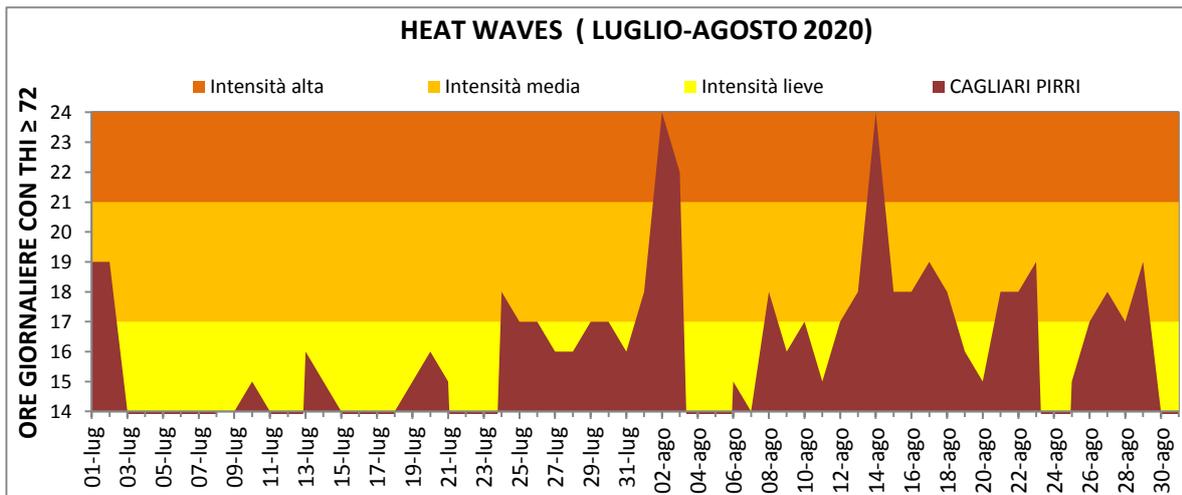


Figura 67: Heat Waves registrate nella stazione di Muravera nel bimestre luglio-agosto 2020.

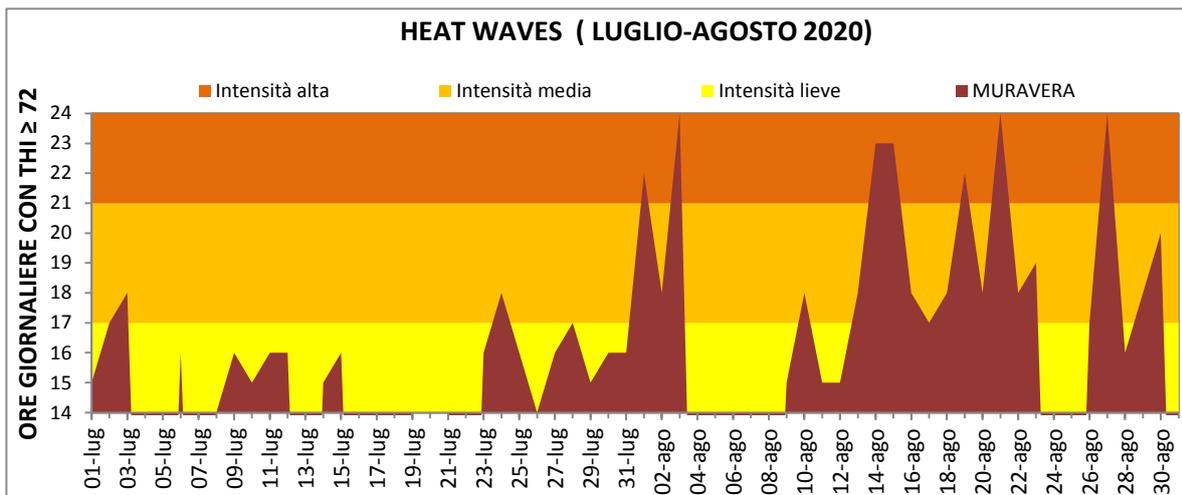


Figura 68: Heat Waves registrate nella stazione di Santa Teresa di Gallura nel bimestre luglio-agosto 2020.

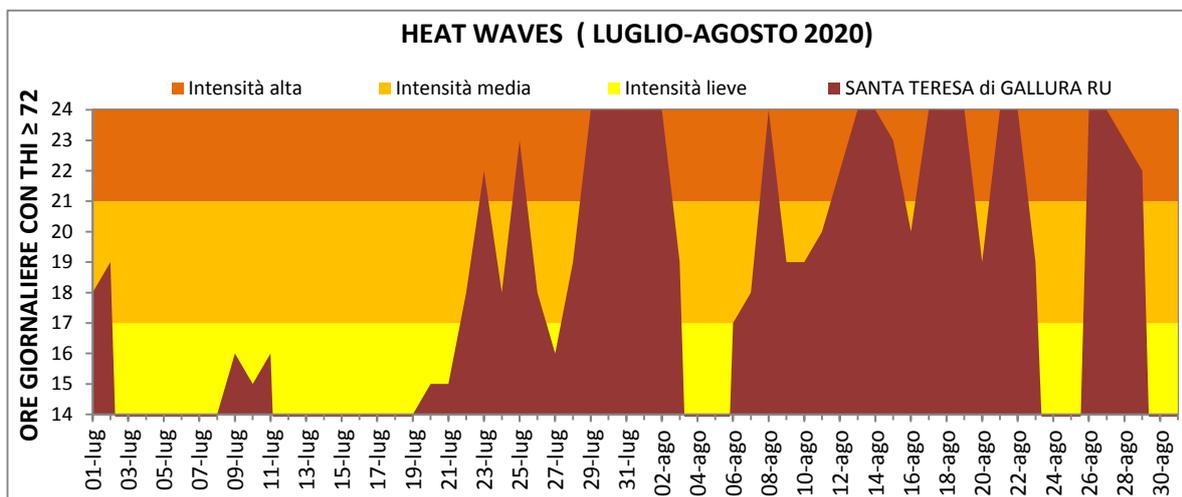


Figura 69: Heat Waves registrate nella stazione di Stintino nel bimestre luglio-agosto 2020.

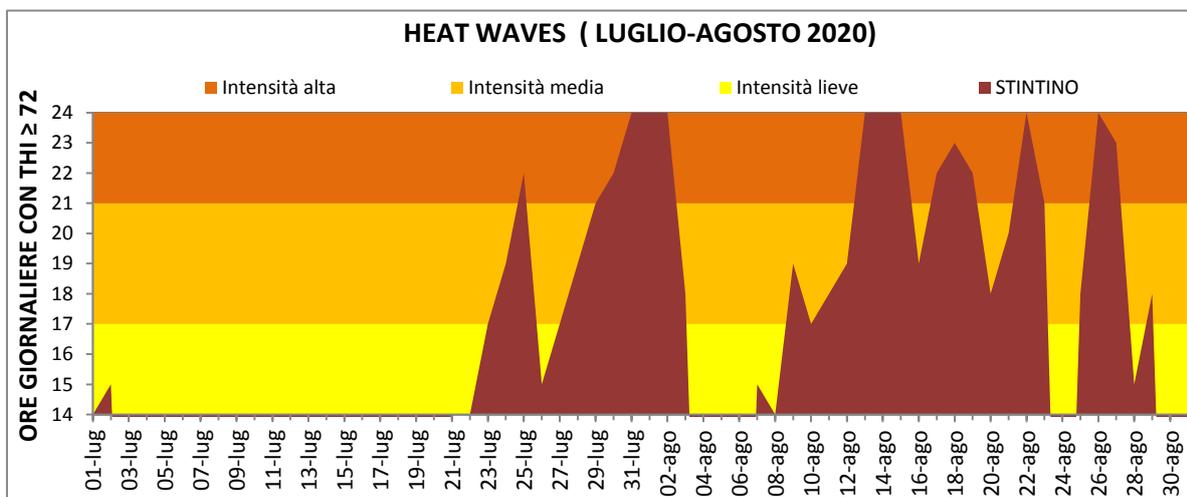
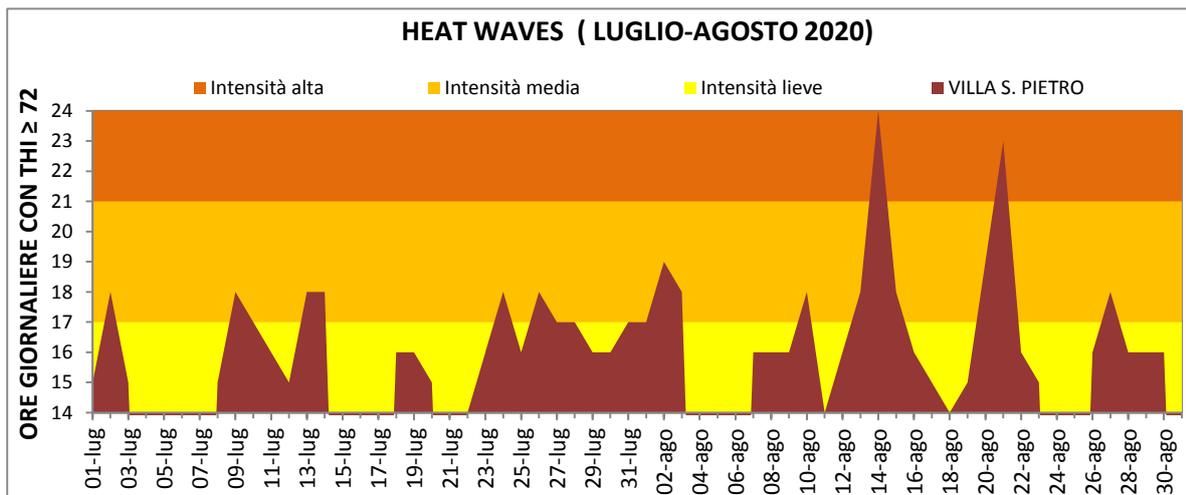


Figura 70: Heat Waves registrate nella stazione di Villa S. Pietro nel bimestre luglio-agosto 2020.



7. CONSIDERAZIONI AGROMETEOROLOGICHE

Il periodo in esame è stato contraddistinto da un primo trimestre ottobre-dicembre 2019 con temperature sopra media ad ottobre ma soprattutto nel mese di dicembre, mentre a novembre le anomalie termiche sono state generalmente negative, in particolare nei valori massimi. Ottobre, oltre ad essere caldo, è stato anche poco piovoso con eventi concentrati in particolare a fine mese. Le precipitazioni sono state, invece, abbondanti nel mese di novembre su tutto il territorio regionale e a dicembre solo nelle aree centro-meridionali, mentre nei territori settentrionali e orientali dell'Isola sono state registrate anomalie negative. Il periodo invernale (gennaio-marzo 2020) è stato caratterizzato da un bimestre iniziale con condizioni termiche decisamente sopra media in particolare per le massime, mentre marzo è risultato in linea o sotto media a seconda delle aree analizzate. Le piogge sono state deficitarie a gennaio, salvo alcune aree situate lungo la fascia orientale che hanno presentato valori sopra media soprattutto per gli apporti di metà mese, e ancor più a febbraio in cui gli eventi piovosi sono stati piuttosto scarsi causando condizioni di deficit idrico generalizzate in tutto il territorio regionale. Nel successivo mese di marzo si è verificata una ripresa delle precipitazioni particolarmente a inizio e fine mese ma su valori comunque sotto la media climatica. I primi due mesi primaverili (aprile-maggio 2020) sono stati generalmente in linea nei valori minimi di temperatura, mentre le massime sono state sopra media. Il successivo mese di giugno è stato, invece, particolarmente anomalo con temperature decisamente basse per il periodo. Le precipitazioni primaverili sono state piuttosto limitate nel bimestre aprile-maggio con alcuni apporti piovosi che hanno interessato soprattutto l'area orientale dell'Isola, mentre giugno è stato un mese di piogge che hanno interessato prevalentemente il settore occidentale. Il periodo estivo (luglio-settembre 2020) è stato caldo, in particolare a luglio e agosto, mentre a settembre le temperature sono state in linea. Le piogge sono state abbondanti a settembre specie nei territori settentrionali.

Le condizioni meteorologiche dell'annata hanno avuto ripercussioni più o meno marcate nel ciclo colturale delle diverse specie di interesse agricolo, nelle attività zootecniche, nella diffusione di insetti e patogeni vegetali nonché nel ciclo vegetativo delle specie forestali, ornamentali e di interesse allergologico e apistico.

Foraggiere autunno-primaverili

Le precipitazioni piuttosto deficitarie del mese di ottobre hanno ritardato il risveglio delle specie vegetali poliannuali o perenni di interesse zootecnico. Inoltre, le foraggiere appena seminate o quelle specie che avevano appena ricacciato hanno subito un rallentamento della loro attività vegetativa salvo i casi in cui si è intervenuti con l'irrigazione di soccorso. La situazione è migliorata da questo punto di vista a novembre. Infatti le frequenti e intense piogge del mese hanno consentito di ripristinare le riserve dei terreni favorendo una ripresa degli accrescimenti sia delle essenze spontanee che degli erbai seminati. Tuttavia, l'impossibilità di accedere ai campi ha causato dei forti ritardi nelle operazioni tipiche del periodo come la semina degli erbai e dei prati. Tali difficoltà sono proseguite anche nel mese di dicembre, anch'esso particolarmente piovoso, in cui chi ha potuto ha approfittato per le semine della finestra di bel tempo che ha contraddistinto l'inizio e la fine del mese. Per contro la buona disponibilità idrica e le temperature "miti" del periodo hanno consentito l'accrescimento delle essenze dei pascoli naturali e degli erbai e prati già seminati garantendo una buona disponibilità di foraggio per il pascolamento del bestiame. La situazione nei campi coltivati e nei pascoli naturali ha subito un peggioramento nei mesi successivi a causa soprattutto della carenza di precipitazioni del bimestre gennaio-febbraio, che se da una parte ha permesso di concludere le semine a gennaio (**Figura 71**), dall'altra ha comportato una limitata disponibilità idrica dei terreni che ha ridotto l'attività vegetativa delle piante già comunque contenuta nella stagione invernale. In questo frangente chi ha potuto ha usufruito dell'irrigazione di soccorso per cercare di limitare i danni di una

stagione invernale particolarmente secca (**Figura 72**). Successivamente con la ripresa delle precipitazioni a marzo e il graduale incremento delle temperature si è assistito ad un progressivo incremento degli accrescimenti fino a tutto aprile (**Figura 73**).

Figura 71: Erbaio appena seminato – Gennaio 2020 (foto ARPAS)



Figura 72: Erbaio in accrescimento grazie all'irrigazione di soccorso – Febbraio 2020 (foto ARPAS)



Figura 73: Erbaio in accrescimento – Marzo 2020 (foto ARPAS)



A maggio si sono svolte regolarmente le operazioni di sfalcio delle foraggere e la fienagione su tutto il territorio regionale (**Figura 74**), mentre a giugno a causa delle frequenti piogge sono stati registrati degli evidenti problemi nelle fasi di fienagione che in molti casi hanno comportato un peggioramento della qualità del foraggio per perdita di elementi nutritivi a causa dell'azione di dilavamento delle piogge e per la formazione di muffe per effetto dell'eccessiva umidità del fieno.

Figura 74: Fienagione – Maggio 2020 (foto ARPAS)



Cereali autunno-vernini

Le piogge intense di novembre e dicembre 2019 hanno inizialmente ostacolato le semine dei cereali minori, quali orzo, avena, triticale che notoriamente si svolgono nel mese di novembre e successivamente hanno creato problemi anche per le semine del frumento. Nella maggior parte dei casi si è riusciti a seminare il frumento nella prima decade di dicembre e nell'ultima parte del mese grazie all'assenza di precipitazioni. Questa semina a due fasi si è verificata in particolare negli areali del Sud dell'Isola a causa di un'ondata di maltempo e forti piogge intercorsa tra la seconda e terza decade del mese che ha interrotto le attività in campo, mentre nelle aree settentrionali le piogge in questo periodo sono state meno insistenti e si è potuti entrare in capo più agevolmente. Nel corso del mese di dicembre si è anche conclusa la semina dei cereali minori, mentre quelle del frumento sono proseguite anche a gennaio 2020 grazie al periodo senza precipitazioni che ha contraddistinto la prima metà e la fine di gennaio. In generale, le piantine seminate entro la prima metà di dicembre presentavano a gennaio una fase variabile tra l'emergenza e l'accostamento (**Figura 75**), mentre quelle seminate a fine dicembre si trovavano in fase di pre-emergenza (**Figura 76**). Gli accrescimenti e le emergenze delle piantine sono risultati stentati sia per il frumento che anche per i cereali minori, inizialmente per le basse temperature, in particolare le minime, che hanno contraddistinto gennaio nella prima parte del mese e successivamente per la ridotta disponibilità idrica dei terreni a seguito delle minori precipitazioni di gennaio.

Figura 75. Frumento seminato a metà dicembre 2019 in emergenza/inizio accostamento – Gennaio 2020 (foto AGRIS)



Figura 76. Frumento seminato a fine dicembre 2019 in fase di pre-emergenza – Gennaio 2020 (foto AGRIS).



Le coltivazioni di frumento, generalmente in fase di accostimento, hanno continuato ad accrescersi seppur lentamente anche nel mese di febbraio cercando di sfruttare le riserve idriche dei terreni ed evidenziando un maggior sviluppo della parte aerea rispetto all'apparato radicale per effetto delle temperature alte del periodo. Rallentamenti o impedimenti nelle attività di concimazione sono state registrate in varie aree dell'Isola. Le coltivazioni che hanno subito meno gli effetti della siccità invernale sono quelle seminate in anticipo e in terreni con elevata capacità di campo, mentre negli altri casi si sono evidenziate condizioni di stress con la comparsa dei primi ingiallimenti, legati non solo alla carenza idrica ma anche alla limitata presenza di azoto nei suoli.

Fortunatamente le condizioni meteorologiche di marzo hanno permesso una ripresa abbastanza regolare del ciclo dei cereali autunno-vernini. In particolare, le piogge frequenti con cumulati abbastanza vicini al dato medio hanno consentito di ripristinare la riserva idrica dei terreni dopo il bimestre precedente particolarmente siccitoso. Le temperature sono state in linea nei valori massimi, mentre le minime hanno presentato valori anche sotto 0 °C nell'ultima decade del mese, ma non hanno determinato significative conseguenze nelle coltivazioni essendo i cereali molto resistenti alle basse temperature. In particolare il frumento nel mese di marzo si trovava in fase di piena levata. In generale le piante si presentavano in buone condizioni particolarmente quelle coltivate in terreni dotati di buona capacità di campo e in cui le semine non sono avvenute tardivamente. Le piante, inoltre, negli appezzamenti in cui le concimazioni sono state effettuate a marzo hanno potuto beneficiare delle precipitazioni e della disponibilità di elementi nutritivi rispetto a quelle coltivazioni in cui le concimazioni sono state eseguite a gennaio. Problemi evidenti sono stati invece registrati nelle coltivazioni seminate tardivamente e in terreni sciolti che hanno sofferto

particolarmente della siccità dei primi mesi invernali. In questi casi, seppur limitati nella diffusione territoriale, è andata compromessa la fase di levata. Le piante si presentavano caratterizzate da culmi bassi con accartocciamenti delle guaine fogliari per effetto dello stress idrico. Tale situazione si è replicata anche per i cereali minori, in fase di sviluppo più avanzato rispetto al frumento, ma che in aree caratterizzate da suoli con scarsa capacità idrica hanno risentito particolarmente della siccità presentando le stesse problematiche del frumento (**Figura 77**).

Figura 77. Ridotto allungamento dei culmi in orzo distico a inizio spigatura (foto Bastianina Latu, loc. Campanedda - SS).



Tali condizioni critiche evidenziate a marzo hanno compromesso le fasi successive del ciclo colturale e la resa finale di queste coltivazioni nonostante le condizioni termopluviometriche del bimestre aprile-maggio fossero sostanzialmente favorevoli al completamento del ciclo. Per la gran parte delle coltivazioni che, invece, non hanno presentato queste problematiche il ciclo vegetativo è proseguito regolarmente anche nei mesi primaverili grazie al graduale aumento delle temperature e alla buona riserva idrica dei terreni per le piogge di fine aprile. I campi di frumento, ad aprile, hanno presentato una fase fenologica variabile dalla botticella alla spigatura, mentre i cereali minori si trovavano in fase di sviluppo più avanzato. Nel mese di maggio, il frumento durante la prima parte di mese ha evidenziato mediamente la fase di ingrossamento cariosside mentre nella seconda parte ha presentato la fase di maturazione. I cereali minori, invece, a fine mese hanno registrato il completamento della fase di maturazione con l'inizio delle operazioni di raccolta. Tali operazioni hanno tuttavia avuto una battuta di arresto nel successivo mese di giugno a causa delle frequenti precipitazioni di inizio mese. In particolare per l'orzo la raccolta è stata ritardata oltre il limite per il timore della diffusione di muffe nella granella, con il conseguente aumento delle perdite di prodotto per crodatura. Anche per le coltivazioni di frumento che a giugno si trovavano dalla fase di maturazione cerosa in poi (**Figura 78**), si è verificato un significativo rallentamento delle operazioni di raccolta, nel tentativo di ridurre l'umidità delle piante causata dalle piogge e limitare la diffusione di attacchi fungini; le piogge, occorse in particolare il 13 giugno, in diversi casi hanno determinato problemi legati alla slavatura delle cariossidi con perdita di lucentezza delle stesse e riduzione della qualità commerciale della granella. Problemi meno rilevanti sono stati riscontrati, invece, negli areali di coltivazione del Nord Sardegna in cui l'incidenza delle precipitazioni è stata di minore entità.

Figura 78. Frumento in fase di maturazione cerosa a giugno (foto ARPAS).



Foraggere e cereali primaverili-estivi

Le condizioni meteorologiche primaverili hanno consentito di effettuare agevolmente le operazioni di semina per le specie foraggere e cerealicole in irriguo. Inoltre, si è osservato un regolare accrescimento delle colture in campo favorito dalle condizioni termopluviometriche del periodo. Durante il mese di giugno è proseguito senza particolari difficoltà il ciclo dell'erba medica con tagli regolari, salvo per le aree interessate dalle frequenti piogge (**Figura 79**); si è inoltre osservato un accrescimento e sviluppo nella norma di altre colture del periodo come il sorgo, il miglio e anche il mais, quest'ultimo in generale nella fase fenologica variabile da pre-emergenza a foglie distese.

Figura 79. Prato di medica a giugno (foto ARPAS).



La situazione meteorologica di luglio, con temperature in linea con il periodo, in particolare nelle minime, e scarse piogge, non hanno creato sostanziali problemi per tutte le colture in irriguo che hanno potuto beneficiare di una adeguata irrigazione. Durante il mese è proseguito il ciclo delle coltivazioni di mais, in fase variabile da 6 foglie distese alla fioritura, nonostante in alcune aree di interesse, particolarmente a inizio e fine mese, siano stati superati i 35 °C. Senza particolari problemi anche il ciclo dell'erba medica con tagli regolari durante tutto il mese, e gli accrescimenti del sorgo e del miglio (**Figura 80**).

Figura 80. Erbaio di miglio a luglio (foto ARPAS).



Il mese di agosto è stato eccezionalmente caldo. Tuttavia, nelle aree in cui è stata adottata una adeguata irrigazione le colture hanno proseguito gli accrescimenti in modo regolare, nonostante le temperature abbiano raggiunto i 38-40 °C in diverse giornate del mese. Nelle situazioni in cui, invece, non si è potuto intervenire con l'irrigazione possono essersi verificati dei problemi di stress idrico legati all'elevata perdita evapotraspirativa e all'assenza di piogge che ha caratterizzato quasi tutto il mese. Le colture di mais hanno presentato in media fasi variabili dalla fioritura alla maturazione (**Figura 81**), mentre sono continuati i tagli di erba medica e l'utilizzo del sorgo e del miglio per il foraggiamento del bestiame (**Figura 82**).

Il successivo mese di settembre è stato particolarmente piovoso su tutta l'Isola. Tale situazione se da una parte ha permesso una ripresa graduale delle essenze spontanee da pascolo e delle specie poliennali o autorisemanti, dall'altra può avere causato problemi nel prosieguo del ciclo delle specie cerealicole primaverili-estive in campo e nelle stesse fasi finali di raccolta (trinciatura nel mais o taglio di erba medica) e affienamento/insilamento (**Figura 83**). Nel corso del mese, inoltre, sono proseguiti i lavori di preparazione per le semine delle foraggere autunno-vernine non senza ritardi e interruzioni per effetto dei frequenti e abbondanti eventi piovosi (**Figura 84**).

Figura 81. Senescenza sete nel mais ad agosto (foto ARPAS).



Figura 82. Erbaio di sorgo ad agosto (foto ARPAS).



Figura 83. Taglio di medica (foto ARPAS).



Figura 84. Lavorazioni estive a settembre (foto ARPAS).



8. BIOMETEOROLOGIA - Heat Index

Heat Index (HI) Heat Index (HI) o indice di calore permette di stimare la condizione di disagio fisiologico avvertita dalle persone in condizioni di “caldo afoso”. In particolare, in base ai valori assunti dall’indice sono definiti cinque livelli di disagio, con associata la descrizione del rischio, riportati nella seguente tabella:

HEAT INDEX	LIVELLO DISAGIO	DESCRIZIONE RISCHIO
HI<27	NESSUN DISAGIO	-
27≤HI<32	CAUTELA	Possibile stanchezza per prolungata esposizione e/o attività fisica.
32≤HI<41	ESTREMA CAUTELA	Possibile colpo di sole, crampi muscolari da calore per prolungata esposizione e/o attività fisica
41≤HI<54	PERICOLO	Probabile colpo di sole, crampi muscolari da calore o spossatezza da calore. Possibile colpo di calore per prolungata esposizione e/o attività fisica.
HI≥54	ELEVATO PERICOLO	Elevata probabilità di colpo di calore o colpo di sole in seguito a continua esposizione.

Il periodo **maggio-settembre 2020** è stato caratterizzato da valori di HI generalmente più bassi, e quindi meno critici, della media pluriennale fatta eccezione per i mesi di luglio e, soprattutto, agosto che hanno mostrato condizioni di maggior disagio in particolare nel settore meridionale dell’Isola. Il mese più “afoso” del 2020 è stato agosto (**Figure 85 e 86**) con valori di HI medio tra 27 e 31.8, mentre la media delle massime ha variato tra 27 e 34.7, all’interno dei livelli di *Cautela* ed *Estrema Cautela* con i massimi localizzati in particolare nell’area del Campidano di Cagliari ed Oristano.

Se si analizza la permanenza oraria dell’indice per l’intero periodo in esame (**Figura 87**) è possibile registrare come le stazioni di Muravera, Dorgali Filitta, Decimomannu e Milis abbiano totalizzato il maggior numero di ore nei livelli più critici con oltre 740 ore di *Cautela* e oltre 270 di *Estrema Cautela*. Nelle stazioni di Muravera e Decimomannu sono anche state conteggiate rispettivamente tre e un’ora nell’intervallo di *Pericolo*. Altre stazioni come Villa San Pietro, Siniscola, Oliena e Barisardo hanno avuto permanenze complessive molto alte ma con un’incidenza minore nell’intervallo di *Estrema Cautela*. La stazione che ha fatto osservare la condizione meno critica tra quelle analizzate è stata Gavoi con meno di 400 ore complessive. Rispetto alla media pluriennale (**Figura 88**), i valori sono stati generalmente più alti per quasi tutte le aree monitorate ad eccezione di alcune stazioni localizzate prevalentemente a Nord, come ad esempio Arzachena, Olmedo e Stintino. Il valore di HI più alto del periodo (**Figura 89**) è stato registrato a Muravera pari a 41.7, seguito dal valore 41 di Decimomannu (entrambi nell’intervallo di *Pericolo*). Tutte le altre stazioni hanno rilevato valori progressivamente inferiori in un intervallo compreso tra i 40.8 di Arzachena Mobile fino a 34.1 di Macomer. Rispetto al dato medio pluriennale i valori di HI massimo del 2020 sono stati quasi tutti più bassi, ad esclusione delle stazioni di Aritzo (+1.1) e di Decimomannu sostanzialmente in linea (**Figura 90**).

Figura 85: HI medio e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014 - Agosto 2020.

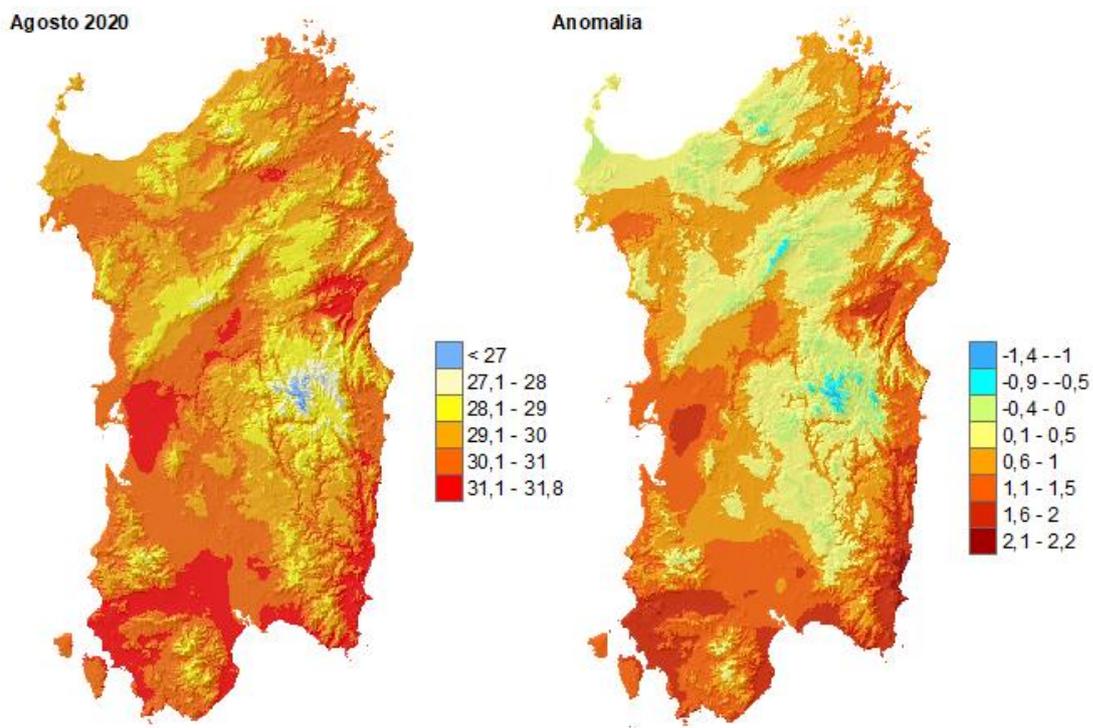


Figura 86: HI - media delle massime e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014 - Agosto 2020.

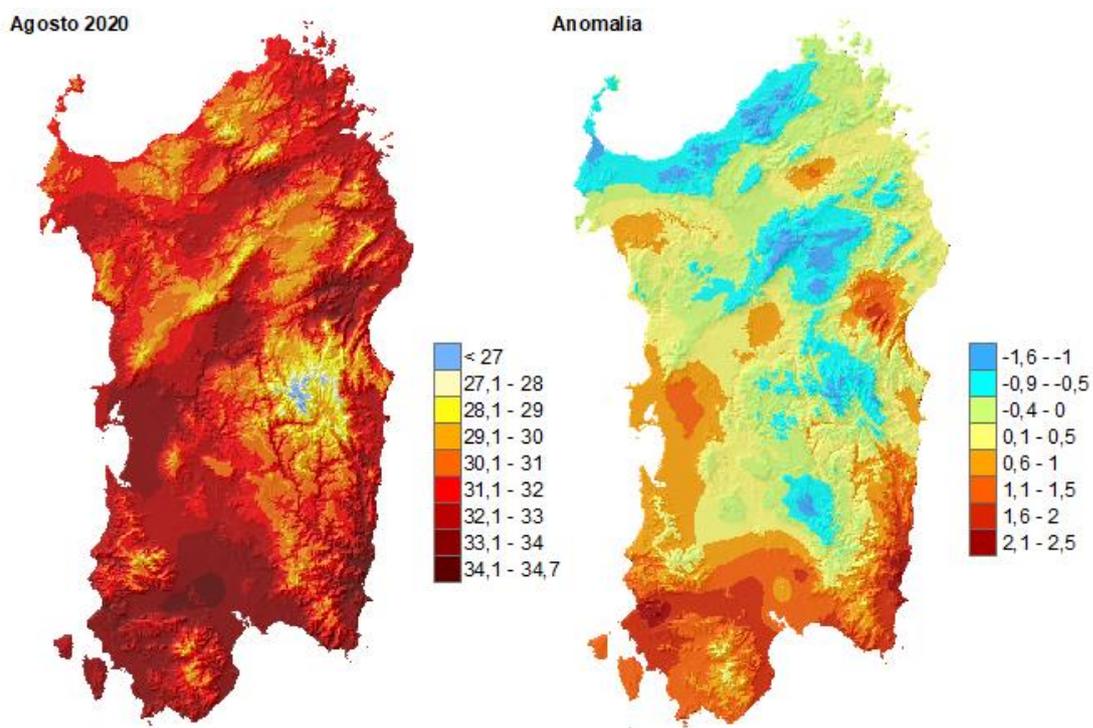


Figura 87: Totale ore mensili con HI nei diversi livelli di disagio per il periodo maggio-settembre 2020.

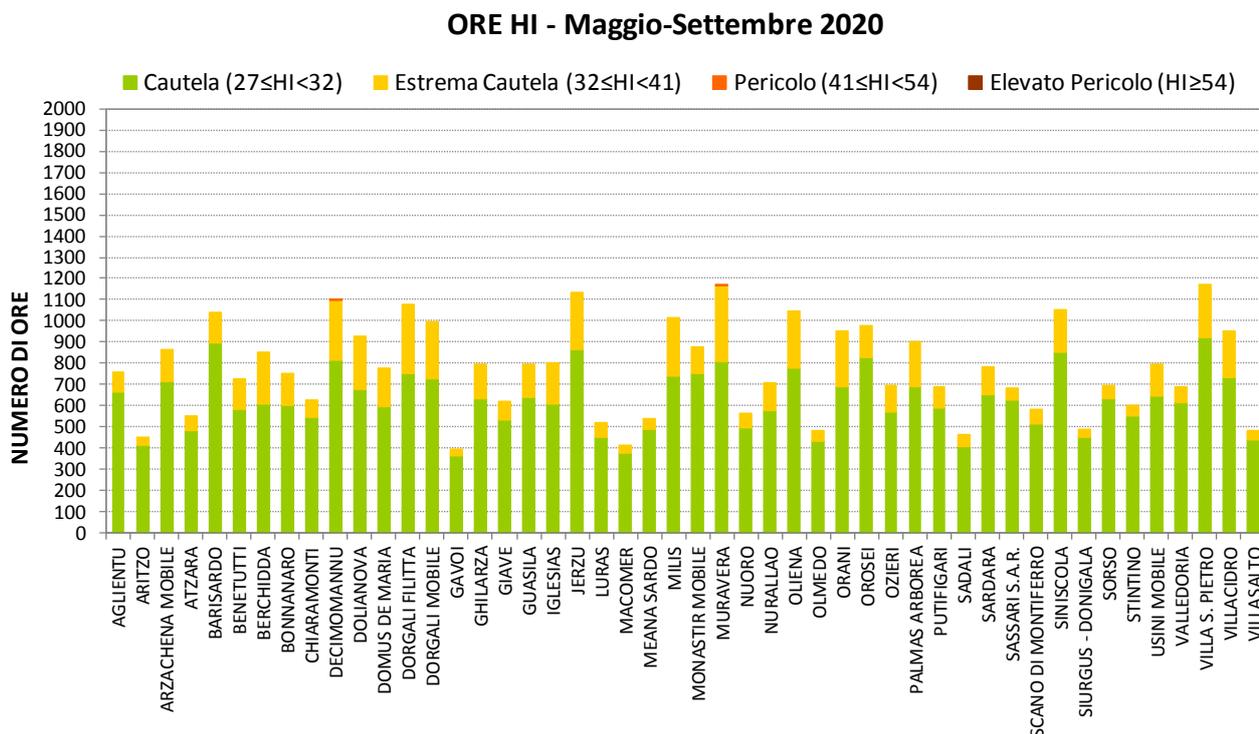


Figura 88: Anomalia delle ore mensili rispetto alla media 1995-2014 relativa al periodo maggio-settembre.

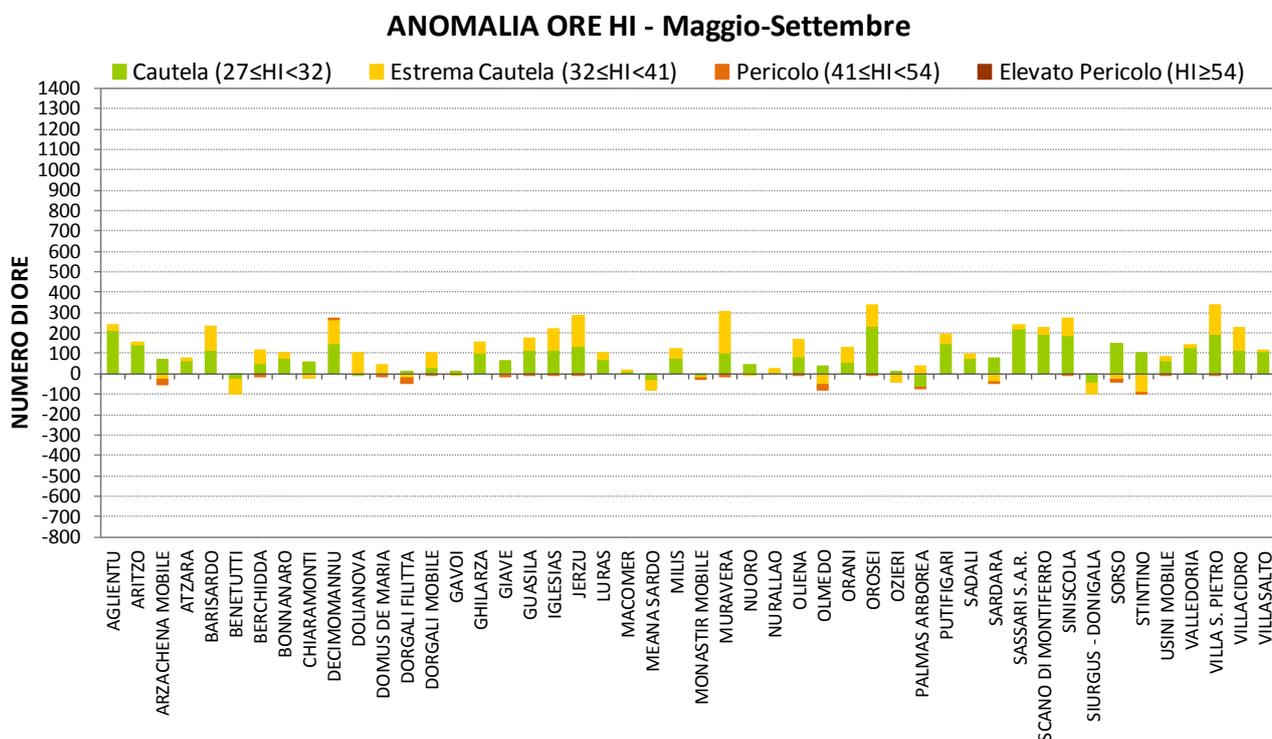


Figura 89: HI massimo assoluto relativo al periodo maggio-settembre 2020.

HI MASSIMO ASSOLUTO - Maggio-Settembre 2020

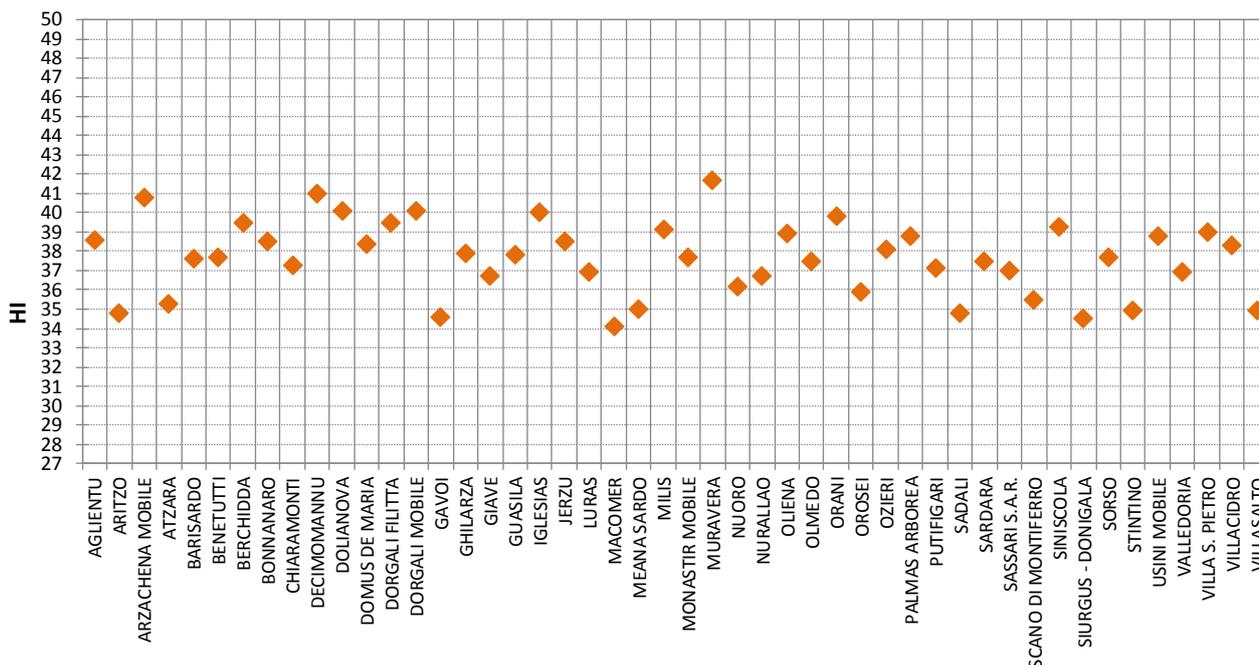
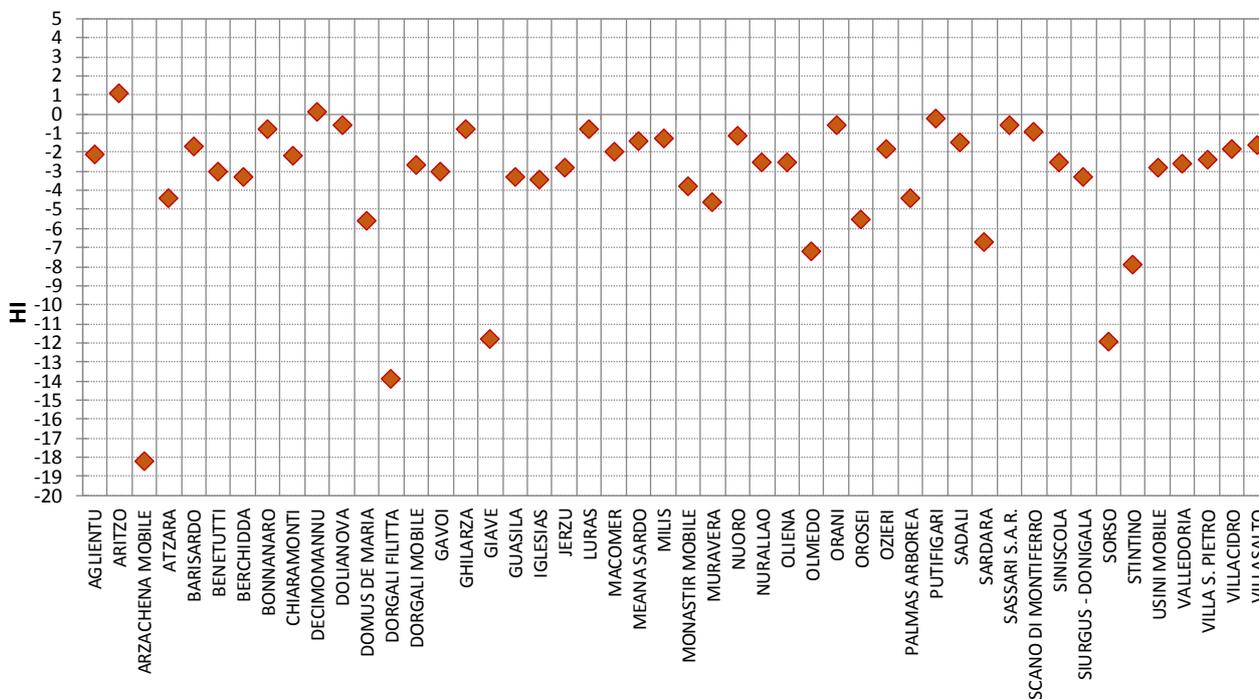


Figura 90: Anomalia del massimo assoluto rispetto alla media 1995-2014 relativa al periodo maggio-settembre.

ANOMALIA HI MASSIMO ASSOLUTO - Maggio-Settembre



Nelle Figure 91-97 è riportato l'andamento dell'indice HI massimo giornaliero relativamente alle stazioni più significative per i mesi esaminati. I periodi più critici sono risultati la terza decade di luglio e l'intervallo tra la seconda e la terza decade di agosto in cui sono stati registrati valori di HI massimo nei livelli di

Cautela ed *Estrema Cautela* per numerosi giorni consecutivi. In alcuni casi come nelle stazioni di Decimomannu e Muravera si è evidenziata anche una condizione di *Pericolo*. Nel mese di settembre i valori di HI massimo sono rimasti quasi sempre nell'intervallo di *Cautela*, mentre nel bimestre maggio-giugno non si è quasi mai evidenziata una situazione di potenziale stress.

Figura 91: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2020 – Stazione di Decimomannu.

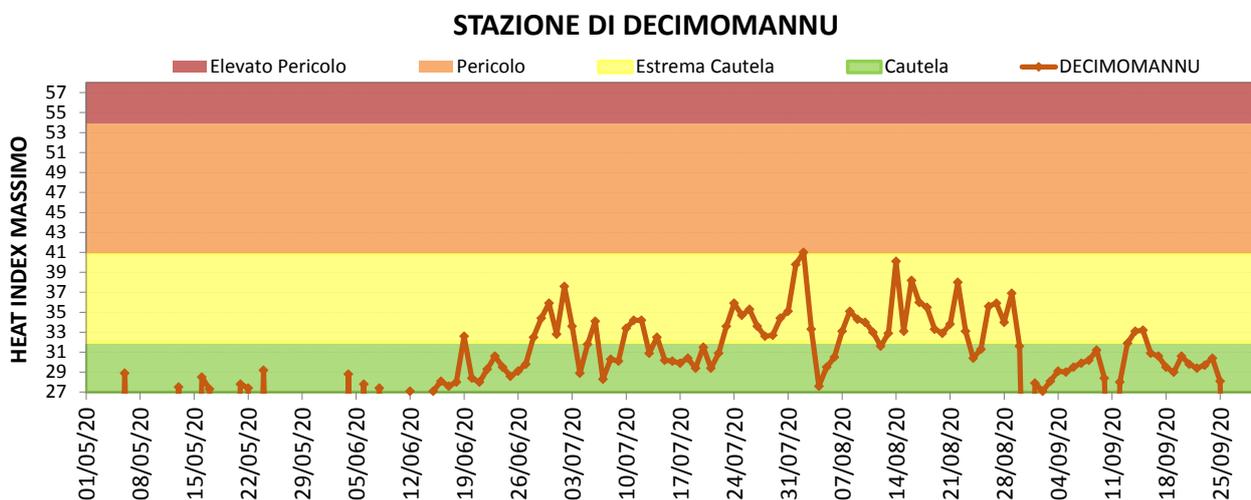


Figura 92: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2020 – Stazione di Dorgali Filitta.

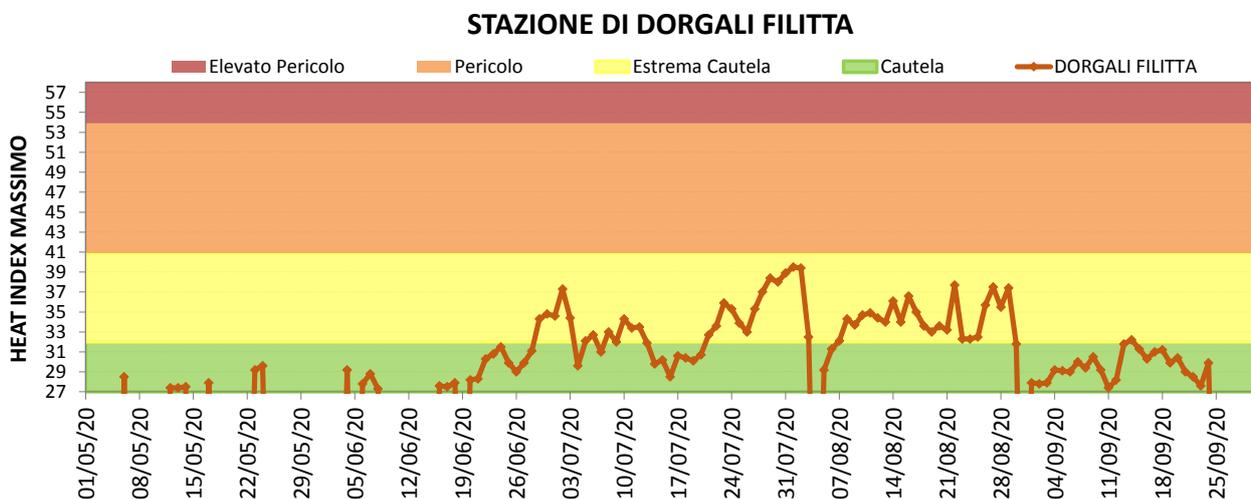


Figura 93: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2020 – Stazione di Milis.

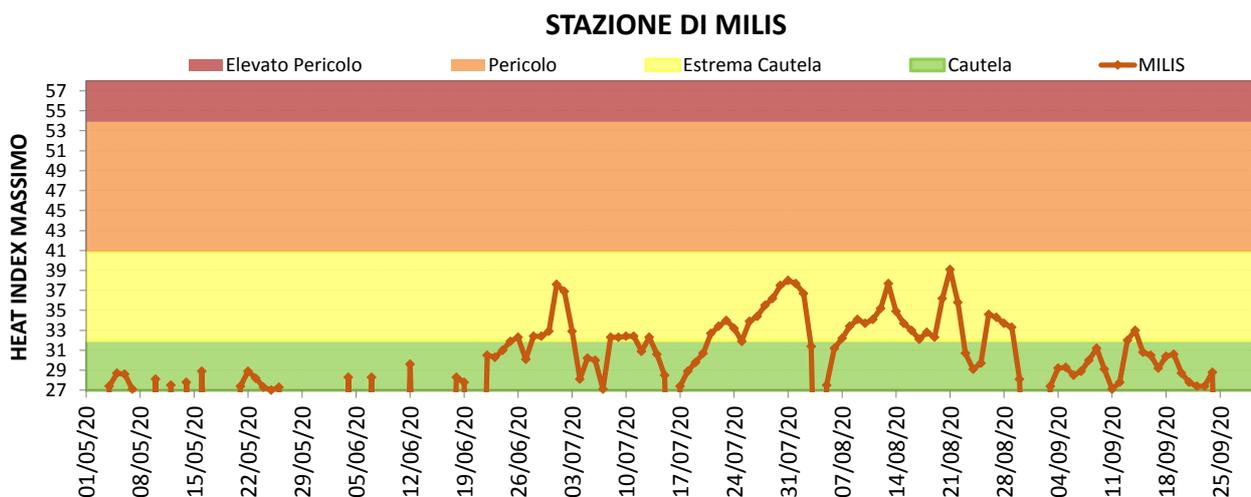


Figura 94: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2020 – Stazione di Muravera.

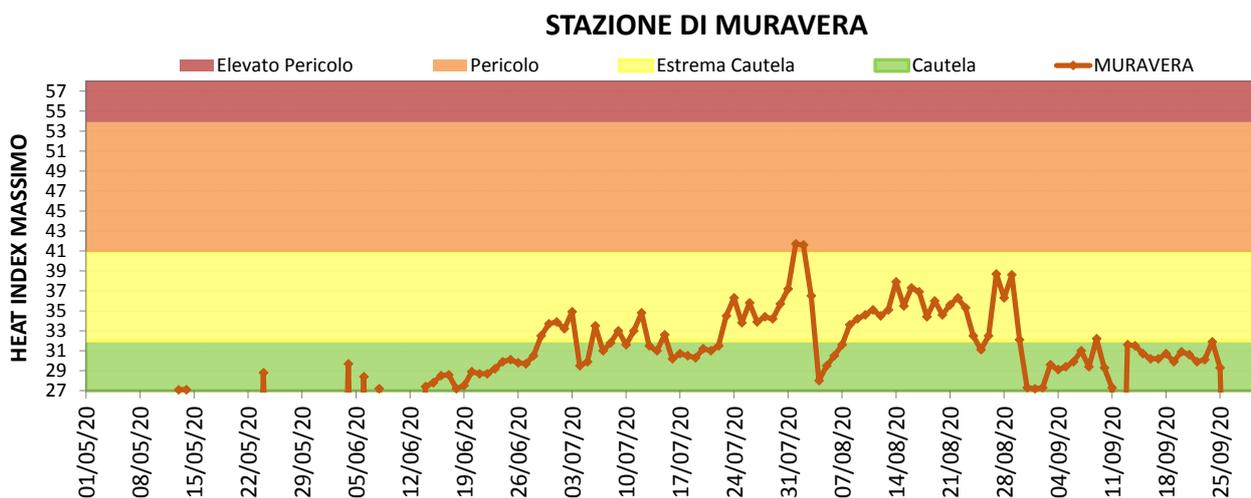


Figura 95: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2020 – Stazione di Oliena.

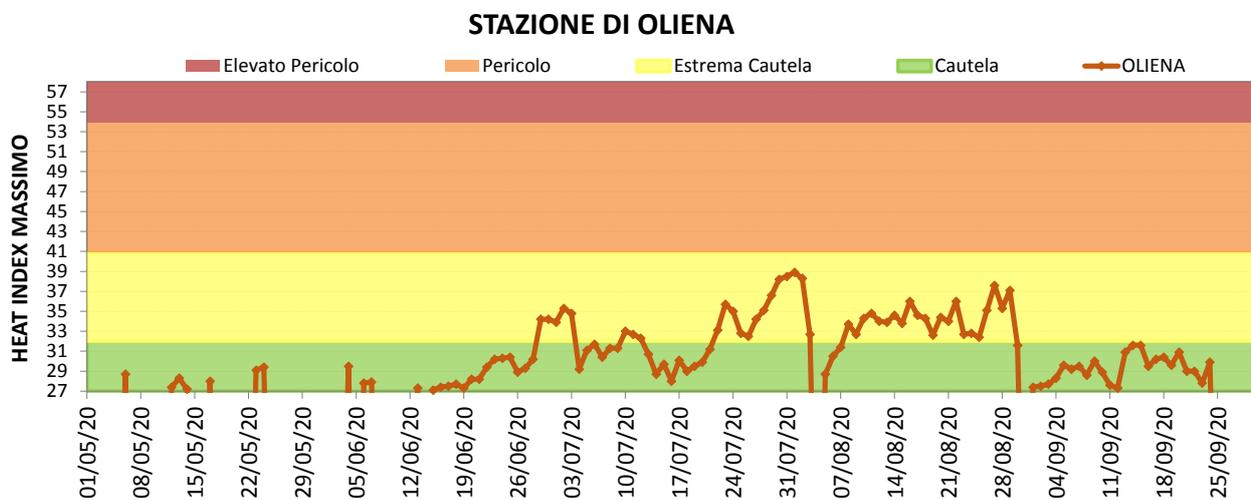


Figura 96: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2020 – Stazione di Ottana.

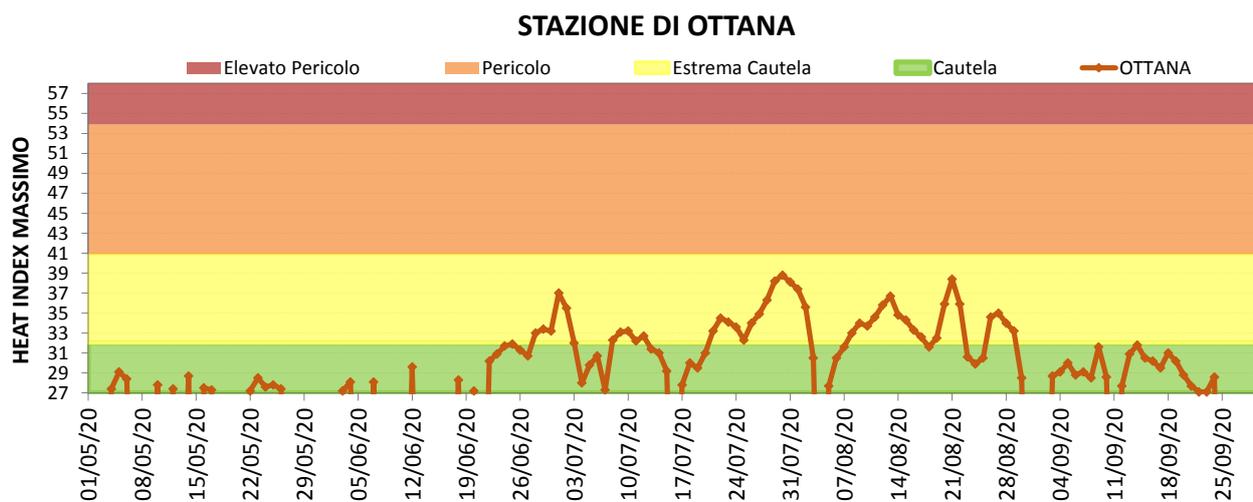
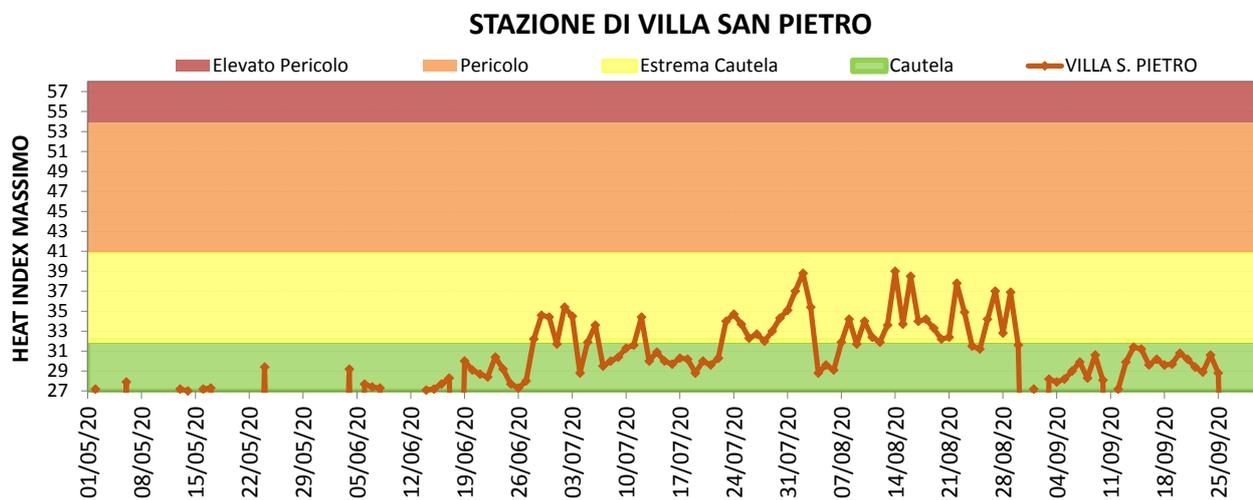


Figura 97: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2020 – Villa San Pietro.



9. AEROBIOLOGIA – ANALISI OTTOBRE 2019 – SETTEMBRE 2020

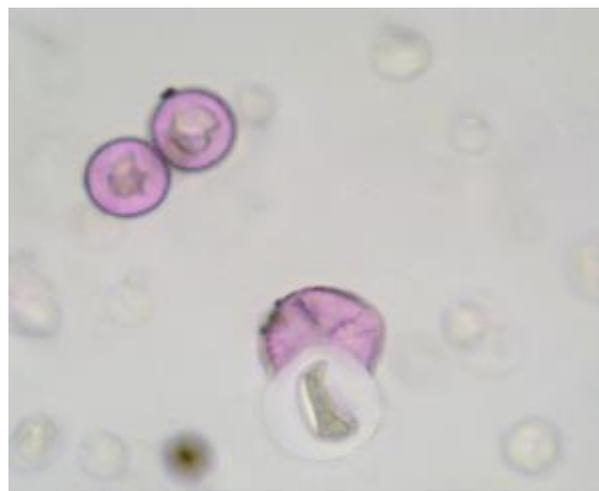
Nel gennaio 2015 l'ARPAS e gli istituti CNR-IBIMET e ISE oggi CNR-IBE hanno iniziato l'attività di monitoraggio aerobiologico nella città di Sassari esaminando due differenti aree: una periferica, l'ARPAS con campionatore in viale Porto Torres presso la sede del Dipartimento MeteoClimatico di ARPAS, e una centrale, il CNR con campionatore in viale Mancini presso il Liceo Azuni. Nel dicembre 2019 è stato attivato un ulteriore Centro di monitoraggio nella città di Cagliari in viale Ciusa gestito dall'ARPAS. In questa analisi sintetica della situazione aerobiologica regionale, che riguarda i principali *taxa* allergenici diffusi nel territorio, saranno valutati esclusivamente i dati del Centro di monitoraggio ARPAS di Sassari in quanto l'unico ad avere una disponibilità di dati superiore al 90% per il periodo in esame.



Mignole di olivo ad inizio fioritura (Oleaceae)



Campionatore volumetrico nel terrazzo



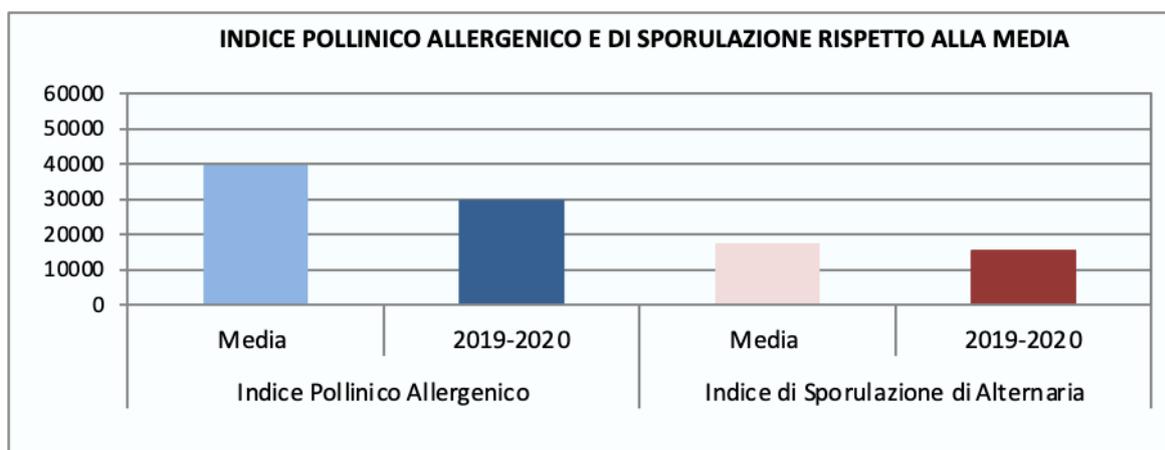
Pollini di Cupressaceae-Taxaceae al microscopio ottico - ingrandimento 400x

L'Indice Pollinico Allergenico (IPA) rappresenta la somma delle concentrazioni medie giornaliere rilevate per il periodo in esame dei pollini appartenenti alle 7 famiglie più allergeniche e diffuse del territorio nazionale quali *Betulaceae*, *Compositae*, *Corylaceae*¹, *Cupressaceae/Taxaceae*, *Graminaceae*, *Oleaceae* ed *Urticaceae*. L'indice è un numero adimensionale.

L'Indice di Sporulazione di Alternaria (IS Alternaria) rappresenta la somma delle concentrazioni medie giornaliere rilevate per il periodo in esame della spora fungina *Alternaria*. L'indice è un numero adimensionale.

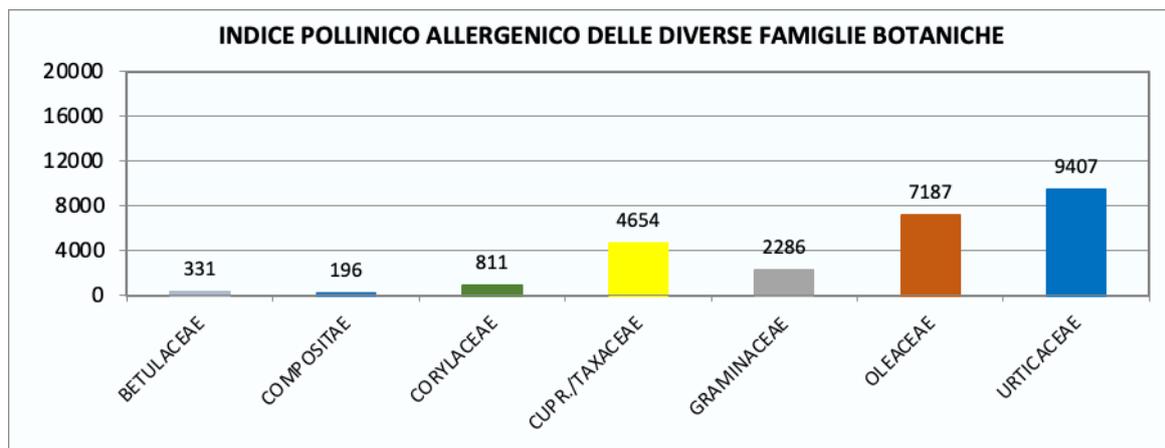
Nella **Figura 98** sono riportati l'**Indice Pollinico Allergenico** e l'**Indice di Sporulazione di Alternaria** relativamente al periodo ottobre 2019 – settembre 2020 e il confronto con la media delle ultime quattro annate. Durante il periodo analizzato il Centro ARPAS ha fatto rilevare meno pollini allergenici rispetto al dato medio (29460 vs 39260). Anche la dispersione di spore di *Alternaria* è risultata inferiore con un valore di 15350 contro 17130 della media.

Figura 98: Indice Pollinico Allergenico e Indice di Sporulazione di Alternaria rispetto alla media delle ultime quattro annate per il Centro ARPAS di Sassari.



Se si considera l'indice Pollinico calcolato per le 7 famiglie botaniche più allergeniche (**Figura 99**) si può evincere come la maggior diffusione sia stata relativa ai pollini di *Urticaceae* (9407), seguita dai pollini di *Oleaceae* (7187), con il maggior contributo dato dalla fioritura dell'olivo, e delle *Cupressaceae-Taxaceae* (4654). Minor Indice Pollinico ha riguardato i pollini di *Graminaceae* (2286) e di *Corylaceae* (811), quest'ultima contraddistinta dai pollini di nocciolo e carpino nero. Molto meno diffusa la presenza di pollini di *Betulaceae* (331), con i pollini di ontano e betulla, e di *Compositae* (196) con i pollini di Ambrosia e Assenzio che risulta la famiglia meno rappresentata come dispersione nel territorio.

Figura 99: Indice Pollinico Allergenico delle 7 famiglie botaniche più allergeniche relativamente al Centro ARPAS di Sassari



Nelle **Figure 100 - 107** è riportato l'andamento delle concentrazioni medie giornaliere rilevate da ARPAS rispetto al dato medio delle ultime quattro annate in relazione ai pollini delle 7 famiglie analizzate e della spora *Alternaria*. Con le fasce di diversa colorazione sono indicati i differenti livelli di concentrazione (irrilevante, basso, medio e alto) secondo la classificazione FAO-CNR riportata nella seguente tabella.

Taxa	Livello di concentrazione			
	Irrilevante	Bassa	Media	Alta
Betulaceae	0-0,5	0,6-15,9	16-49,9	≥50
Compositae	0	0,1-4,9	5-24,9	≥25
Corylaceae	0-0,5	0,6-15,9	16-49,9	≥50
Cupr./Taxaceae	0-3,9	4-29,9	30-89,9	≥90
Graminaceae	0-0,5	0,6-9,9	10-29,9	≥30
Oleaceae	0-0,5	0,6-4,9	5-24,9	≥25
Urticaceae	0-1,9	2-19,9	20-69,9	≥70
Alternaria	0-0,9	1-9,9	10-99,9	≥100

Dalle elaborazioni grafiche è possibile riscontrare come vi sia stata una concentrazione pollinica superiore alla media per alcune famiglie botaniche. Le Betulaceae, infatti, hanno presentato un anomalo picco di pollini di ontano a fine febbraio (Figura 3), le Corylaceae hanno fatto registrare una elevata fioritura di carpino nero i primi di aprile (Figura 4) e le Graminaceae hanno avuto una maggiore pollinazione durante il periodo primaverile (Figura 7). Per quanto riguarda le altre famiglie si osserva una minore concentrazione pollinica particolarmente evidente per le Cupressace-Taxaceae a causa di un ritardo del periodo di massima fioritura, che normalmente si verifica a gennaio (Figura 5). Tale ritardo probabilmente è stato determinato dalle alte temperature del bimestre dicembre-gennaio che a loro volta hanno limitato l'accumulo di ore di freddo rallentando l'induzione fiorale delle piante. Un'altra famiglia che ha fatto osservare concentrazioni marcatamente inferiori alla media è stata quella delle Oleaceae a causa probabilmente delle piogge di giugno che hanno abbattuto una certa parte del polline di olivo impedendone la dispersione in atmosfera (Figura 6). Minori concentrazioni, ma di entità meno rilevante, sono state registrate per le Urticaceae, le Compositae e per la spora *Alternaria* (Figure 8. 9 e 10).

Figura 100: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Betulaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.

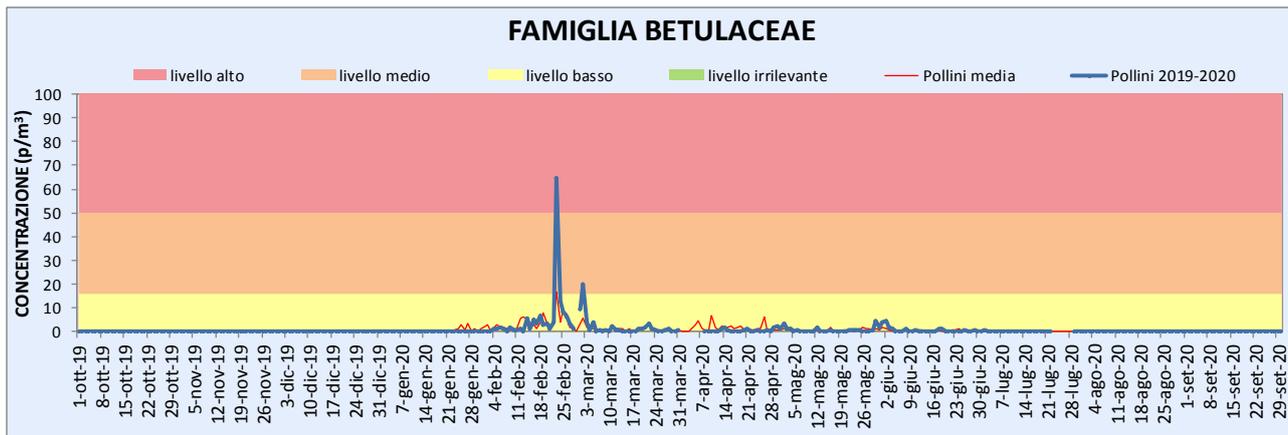


Figura 101: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Corylaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.

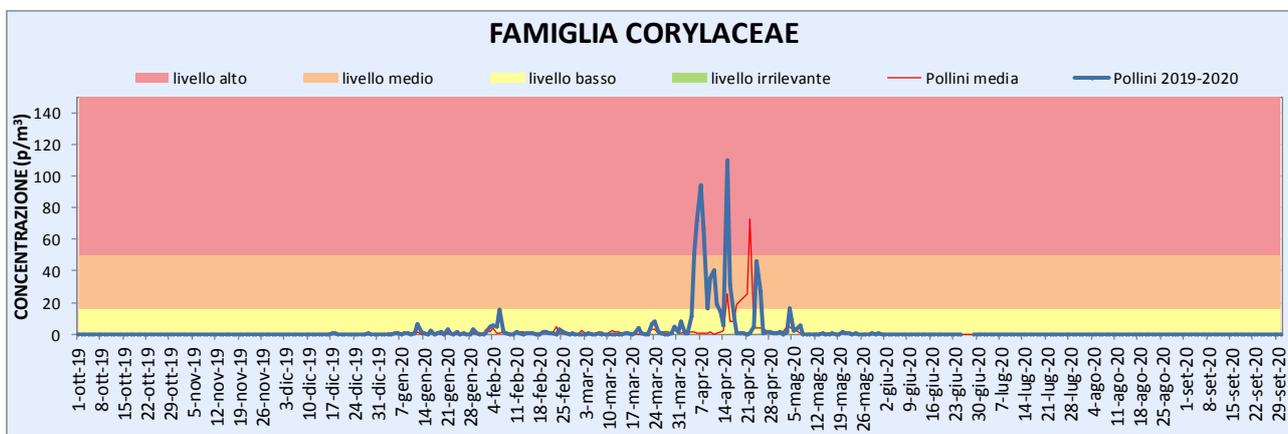


Figura 102: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Cupressaceae-Taxaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.

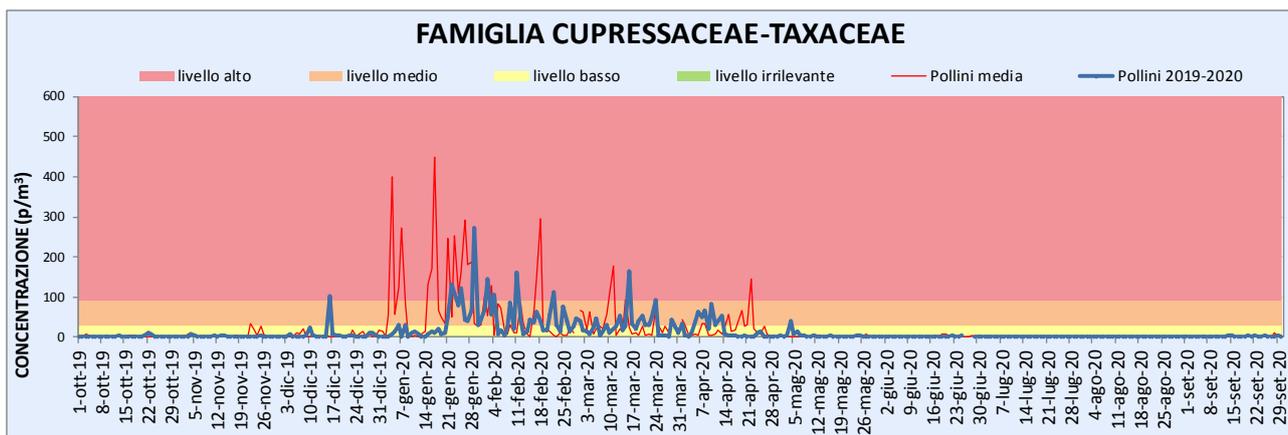


Figura 103: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Oleaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.

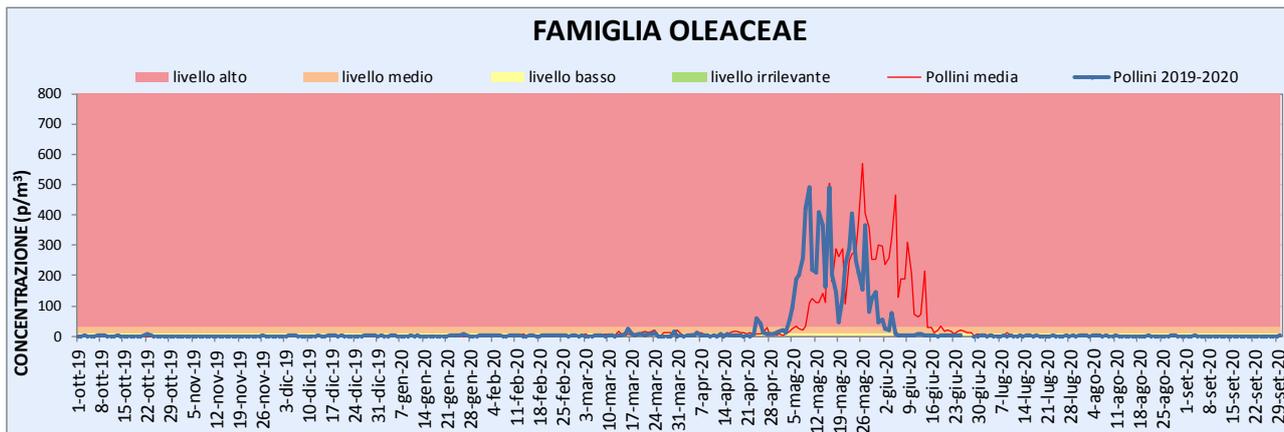


Figura 104: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Graminaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.

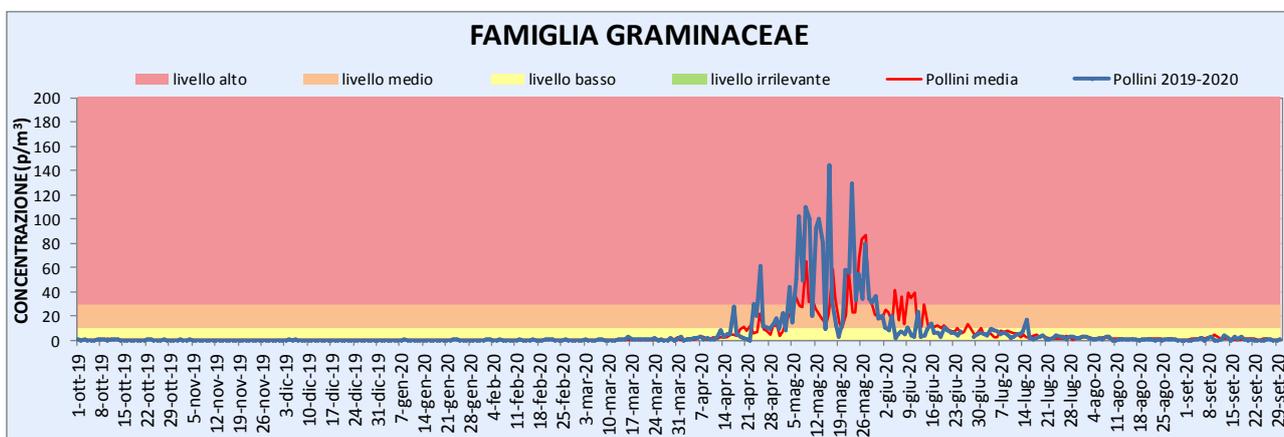


Figura 105: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Urticaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.

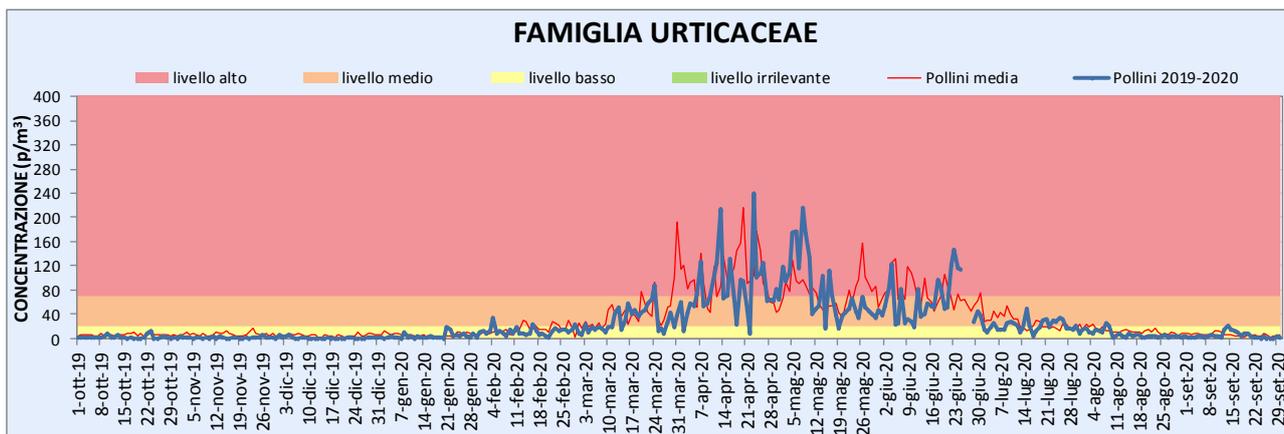


Figura 106: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Compositae – dati Sassari ARPAS e CNR.

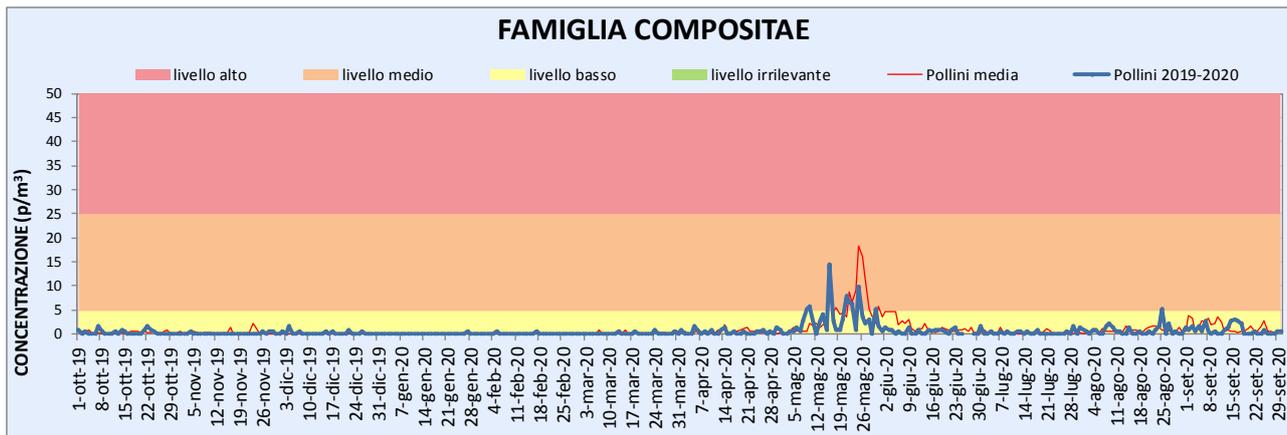
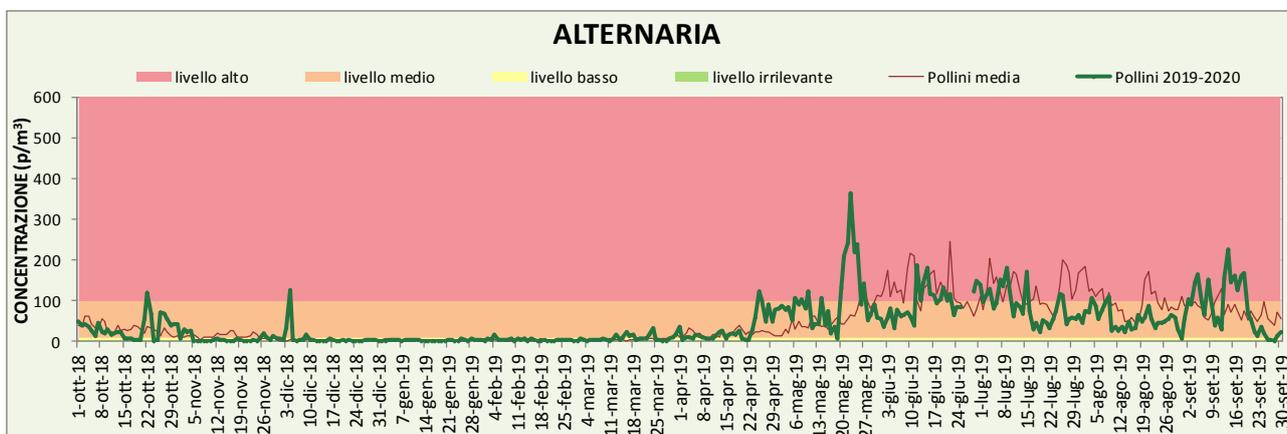


Figura 107: Concentrazioni medie giornaliere di spore di Alternaria – dati Sassari ARPAS e CNR.



Per maggiori dettagli e informazioni in ambito aerobiologico consultare i bollettini settimanali e i report periodici ai seguenti indirizzi: <http://www.sar.sardegna.it/servizi/bio/polline.asp> e <http://www.sar.sardegna.it/servizi/bio/annoaerob.asp>

Informazioni mensili sono anche contenute nei riepiloghi meteorologici ed agrometeorologici all'indirizzo <http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/riepiloghimensili/mensili.asp>

Per maggiori dettagli e informazioni in ambito aerobiologico consultare i bollettini settimanali e i report mensili e annuali ai seguenti indirizzi:

<http://www.sar.sardegna.it/servizi/bio/polline.asp>
<http://www.sar.sardegna.it/servizi/bio/annoaerob.asp>

Informazioni mensili sono anche contenute nei riepiloghi meteorologici ed agrometeorologici all'indirizzo <http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/riepiloghimensili/mensili.asp>