



AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA
ARPAS

Dipartimento Specialistico Regionale IdroMeteoClimatico

Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna
Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale
nel periodo ottobre 2008 – settembre 2009

Versione 1.0

Dicembre 2009

INDICE

1. Introduzione	3
2. Analisi delle precipitazioni	4
2.1 Andamento complessivo dell'annata	4
2.2 Precipitazioni mensili e stagionali	7
2.3 Precipitazioni giornaliere	18
3. Analisi delle temperature	26
3.1 Temperature medie annuali e dei singoli mesi	26
3.2 Analisi degli estremi termici	29
3.2.1 Giorni di gelo	29
3.2.2 Notti tropicali	32
3.2.3 Giornate estive	34
3.2.3 Permanenza delle temperature orarie	36
4. Elaborazioni agrometeorologiche specifiche	40
4.1 Evapotraspirazione e bilancio idro-meteorologico	40
4.2 Bilancio idrico dei suoli	44
4.3 Sommatorie termiche	46
4.4 Fabbisogno di freddo	53
4.5 Wind Chill Index (WCI)	56
4.6 Temperature Humidity Index (THI)	59
4.7 Heat waves - onde di calore	62
4.8 Indice di calore per gli uomini	63
5. Analisi agrometeorologica	70

1. INTRODUZIONE

La presente analisi esamina il regime termico e pluviometrico del periodo ottobre 2008-settembre 2009, unitamente a specifici indici derivati che consentono di valutarne gli effetti sulle attività del comparto agricolo e sul territorio in generale.

L'analisi del regime pluviometrico evidenzia che in Sardegna le precipitazioni di ottobre-aprile sono state le più abbondanti degli ultimi quaranta anni, in particolare in termini di numero di giorni piovosi.

Assolutamente eccezionali risultano, inoltre, le precipitazioni dei primi quattro mesi (ottobre-gennaio) per l'effetto combinato dell'alluvione del 22 ottobre che ha colpito l'area vasta di Cagliari, dei due nubifragi che hanno investito la Baronia a novembre e di un numero molto elevato di giorni di pioggia. Per il quadrimestre ottobre-gennaio, il confronto con gli ultimi otto decenni mostra che solo le piogge del 1940-41 sono paragonabili a quelle del 2008-2009.

L'analisi del regime termico ha posto in evidenza l'anomala frequenza di giornate con temperature superiori a 30 °C, e l'elevato accumulo termico del periodo estivo. Nell'ultima parte, dedicata alla descrizione dell'impatto del regime termo-pluviometrico sulle principali colture ed avversità parassitarie, si mettono in rilievo soprattutto le conseguenze dell'eccesso idrico legato alla anomala pluviometria e le condizioni di disagio dovute alle alte temperature del periodo estivo.

Per un'analisi più dettagliata delle condizioni registrate nei diversi mesi si rimanda alla consultazione dei riepiloghi mensili climatologici ed agrometeorologici, pubblicati sul sito del Dipartimento Idrometeorologico dell'ARPA Sardegna all'indirizzo

<http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/riepiloghimensili/mensili.asp>

2. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

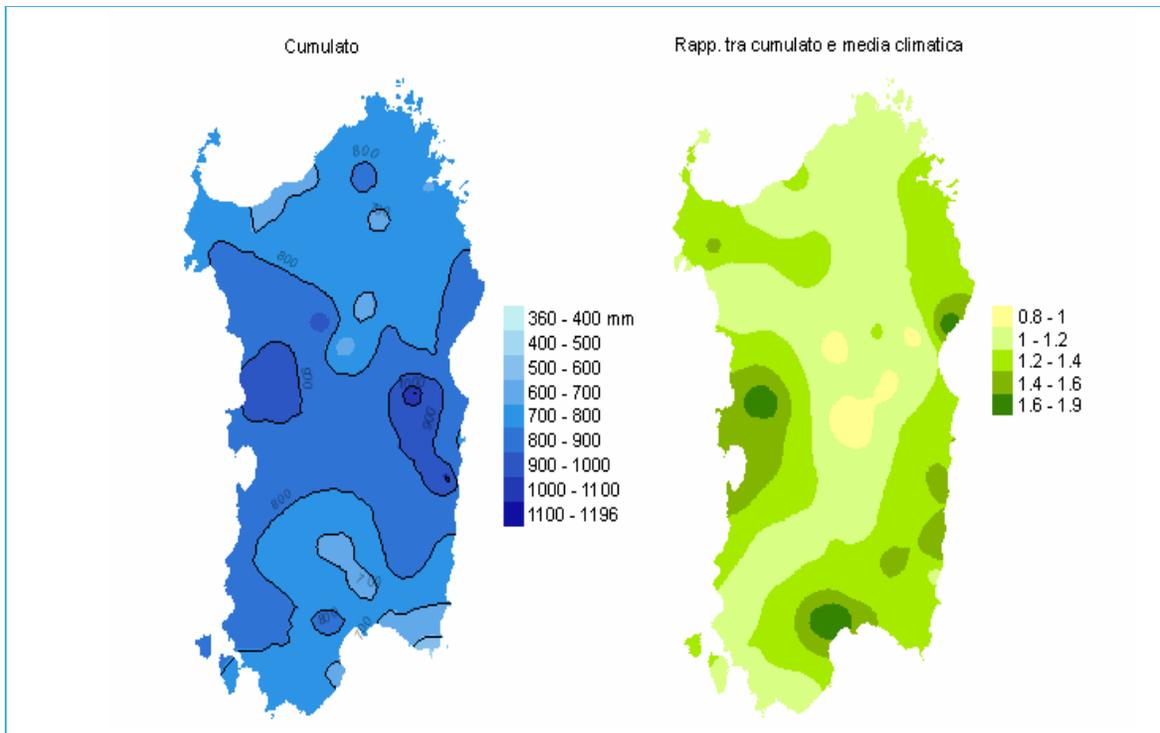
2.1. Andamento complessivo dell'annata

Le precipitazioni totali registrate nel periodo compreso tra ottobre 2008 e settembre 2009 sono state abbondanti sull'intero territorio regionale.

La **figura 1a**, che riporta il cumulato delle precipitazioni sui dodici mesi, mostra valori compresi tra i 800mm/anno e gli oltre 1000mm/anno su oltre metà dell'Isola con valori massimi su Marghine-Montiferru, sulle Barbagie meridionali e sull'Ogliastra. Valori più contenuti si sono invece osservati su gran parte della provincia di Cagliari (ad eccezione, proprio, dell'area vasta di Cagliari), sulla Gallura e sul Sassarese, i cui cumulati di precipitazione sono compresi tra 600mm/anno e 800mm/anno.

La **figura 1b**, che riporta il rapporto tra il cumulato e la media climatologica, mostra una Sardegna divisa in tre parti: una fascia centrale, estesa dalla Gallura sino alla costa meridionale, che ha ricevuto piogge entro $\pm 20\%$ dalla media; una fascia occidentale, centrata sulla province di Oristano con piogge tra $+20\%$ e $+60\%$ dalla media; la parte centro-orientale dell'Isola, cioè le Baronie e l'Ogliastra e la provincia da Cagliari, con valori tra $+20\%$ e $+60\%$ dalla media climatologica e zone bene localizzate le cui piogge sono state quasi il doppio di quanto piove normalmente.

Figura 1: Cumulato di precipitazione del periodo ottobre 2008 – settembre 2009; rapporto tra il cumulato e la media climatologia (1961-1990).

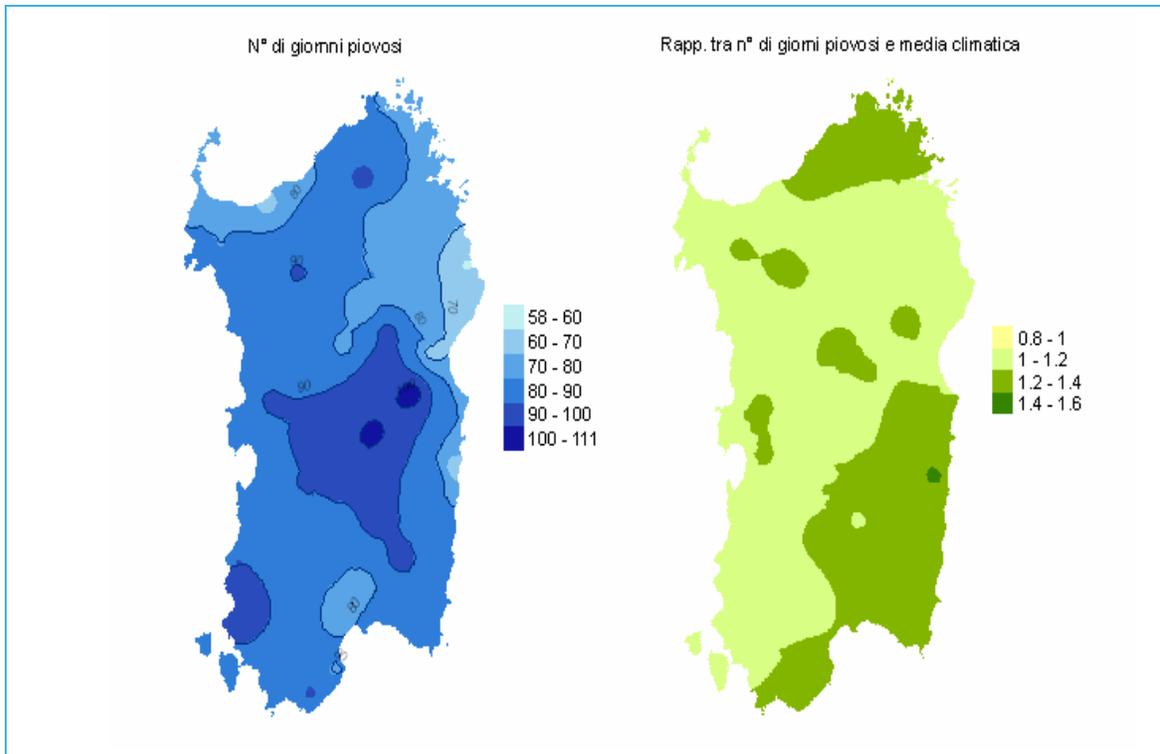


¹² I quattro eventi eccezionali dell'annata saranno esaminati più in dettaglio in un capitolo a parte.

Una bilancio a sé stante, infine, è quello dell'area vasta di Cagliari i cui cumulati annuali risultano condizionati anche dall'alluvione del 22 ottobre 2008: la stazione della rete ARPAS posta ai margini della zona più colpita (Uta) ha misurato 935 mm/anno, cioè un valore che supera dell'80% la media climatologica (520 mm/anno). È interessante notare, però, che anche sottraendo il cumulato del 22 ottobre da quello dei restanti 364 giorni si otterrebbe un valore del 43% superiore alla media. Ciò significa che l'eccezionalità dell'evento si è sommata a precipitazioni significativamente superiori alla media, distribuite nell'arco dell'anno. Considerazioni analoghe si potrebbero anche applicare alla zona di Orosei-Siniscola che è stata investita da due eventi eccezionali separati tra di loro da appena ventitré giorni durante il mese di novembre².

La **figura 2** mostra, invece, il numero di giorni piovosi³ e il confronto con la media del trentennio 1961-1990. Si può osservare che, a differenza di quanto accade di solito, la parte settentrionale della Sardegna ha avuto meno giorni piovosi rispetto a quella centro-meridionale: si va infatti dai 60-70 della Baronia, agli 80-90 di buona parte della provincia di Sassari. Nell'altra parte della Sardegna, invece, il numero di giorni piovosi va da un minimo di 80-90 sino ad oltre 100 del Gennargentu. In Gallura e, soprattutto, nella parte Sud-orientale della Sardegna si è trattato di precipitazioni molto più frequenti della media, mentre sul resto dell'Isola il numero dei giorni piovosi è nella media o di poco superiore.

Figura 2: Numero di giorni piovosi e confronto con la media del trentennio 1961-1990.

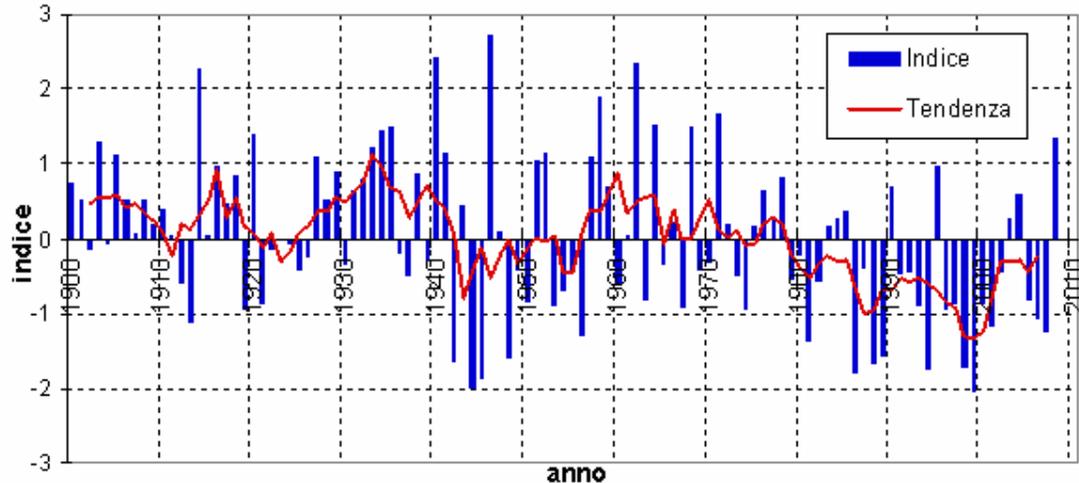


Le **figure 3** e **4**, che mostrano l'andamento delle precipitazioni su scala secolare, confermano l'eccezionalità dell'annata 2008-2009. Il cumulato di precipitazione dell'annata, infatti, è stato il più alto dal 1971-1972 mentre per trovare un numero di giorni piovosi simile a quello dell'annata appena

³ Per convenzione un giorno è considerato piovoso se il cumulato è maggiore o uguale a 1.0mm/giorno.

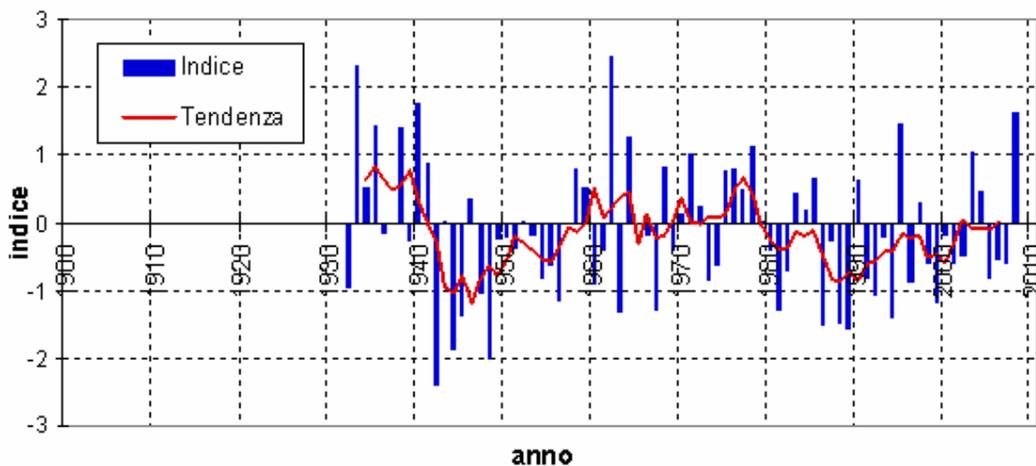
trascorsa occorre ritornare indietro sino al 1962-1963. Si tratta, cioè, di valori confrontabili con quelli del lungo periodo piovoso che caratterizzò la Sardegna a cavallo degli anni '60 del secolo scorso.

Figura 3: Cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre dal 1932 al 2008.



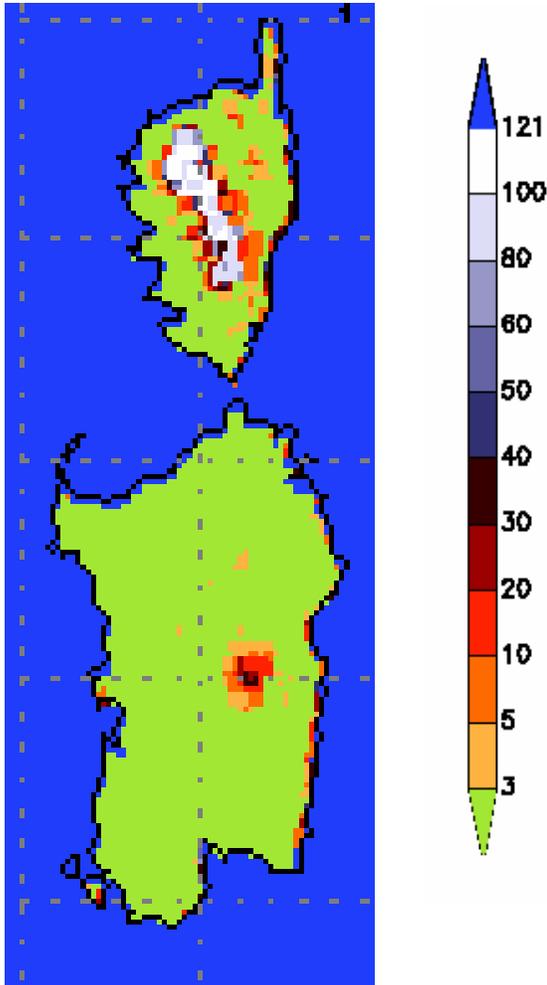
Se, invece, si considerano le medie mobili dei due indicatori, si osserva che i cumulati degli ultimi anni stanno oscillando intorno a valori di poco inferiori alla media del 1961-1990, mentre il numero dei giorni piovosi è ritornato ad oscillare intorno alla media del medesimo trentennio, a conferma del fatto che la Sardegna è definitivamente uscita dalla lunga siccità dell'ultimo ventennio del XX secolo.

Figura 4: Numero di giorni piovosi in Sardegna nel periodo ottobre-settembre dal 1932 al 2008.



Un discorso diametralmente opposto, infine, andrebbe fatto per le precipitazioni nevose che sono state meno frequenti rispetto agli anni passati. Una presenza significativa di queste precipitazioni si è osservata solo tra dicembre e febbraio, ma ha influito poco sul bilancio complessivo delle precipitazioni. La [figura 5](#) riporta il numero di giorni con copertura nevosa dei mesi più significativi: ottobre-marzo.

Figura 5: Numero di giorni con manto nevoso.



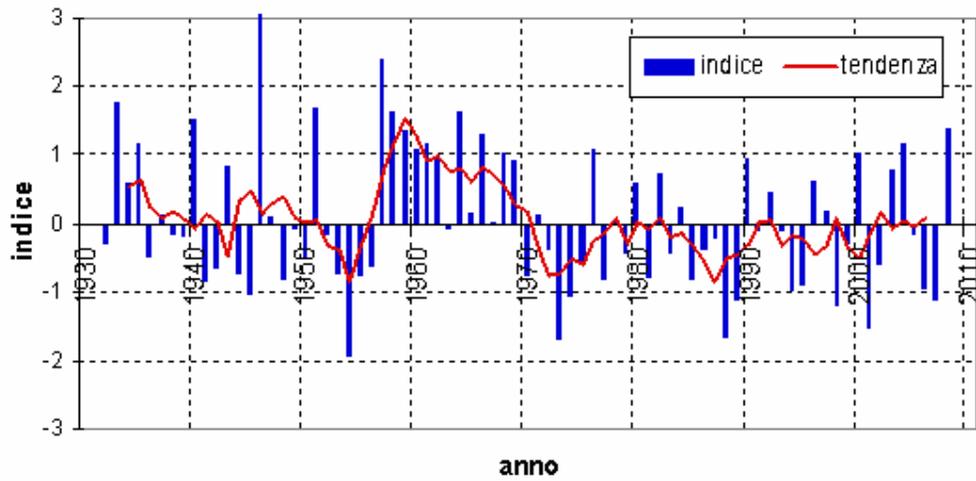
2.2. Precipitazioni mensili e stagionali

Se si suddivide l'annata in sotto-periodi, si osserva che il trimestre ottobre-dicembre è quello che più di tutti ha contribuito a renderla eccezionale⁴. In questo periodo, infatti, si è sommato l'effetto di precipitazioni abbondanti e ben distribuite all'effetto di tre eventi molto intensi: 22 ottobre, 4 novembre e 27-28 novembre⁵. Il confronto a scala secolare (figura 6) mostra che in Sardegna non si avevano piogge così abbondanti nel trimestre ottobre-dicembre sin dalla metà degli anni '60.

⁴ L'autunno meteorologico 2008, in realtà, era già iniziato a metà del mese di settembre (descritto nella relazione dell'anno precedente), durante il quale si era avuto un primo evento eccezionale.

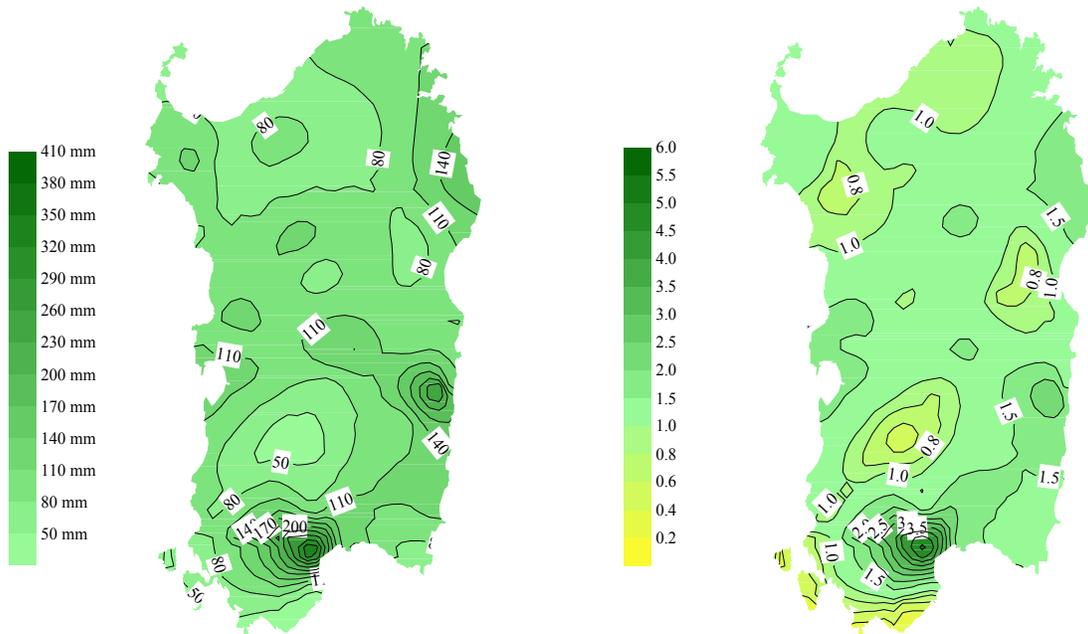
⁵ Questi eventi saranno descritti in dettaglio nei capitoli successivi.

Figura 6: Cumulato di precipitazione in Sardegna nel trimestre ottobre-dicembre dal 1932 al 2008.



Per descrivere le precipitazioni di **ottobre** (figura 7) occorre distinguere la piovosità delle zone colpite dal nubifragio del giorno 22, quando piogge del tutto eccezionali hanno interessato l'area vasta di Cagliari-Capoterra e l'Ogliastra, da quelle del resto della Sardegna.

Figura 7: Cumulato di precipitazione del mese di ottobre 2008 e rapporto tra cumulato e media climatica.



Nell'area di Cagliari-Capoterra, infatti, i cumulati mensili hanno raggiunto 393 mm, corrispondenti a oltre 5 volte la media climatica. In Ogliastra invece sono stati raggiunti 294 mm mensili (misurati

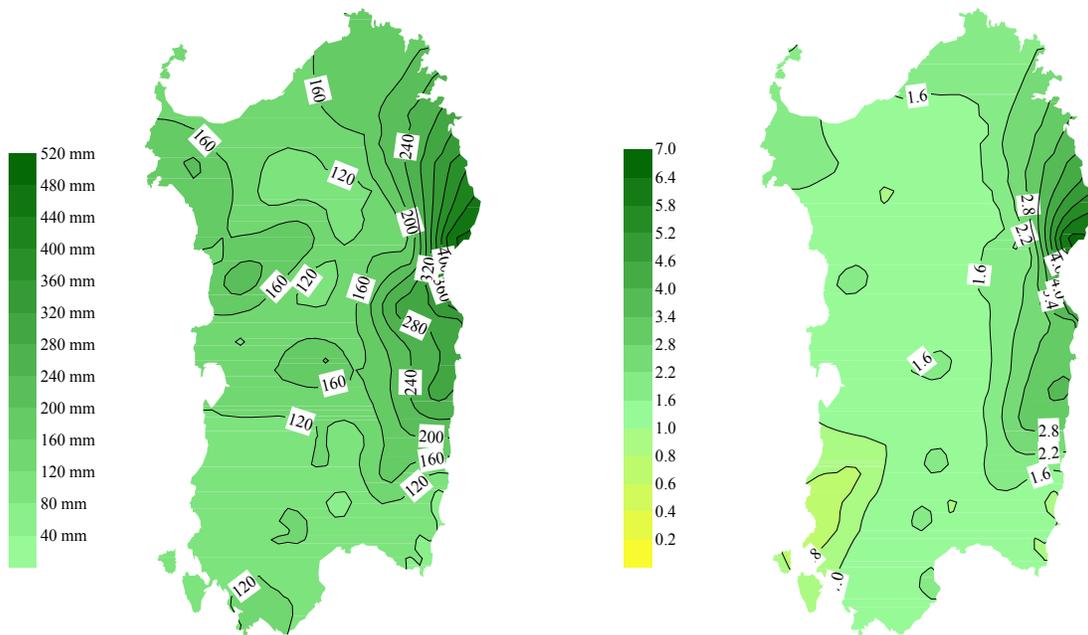
nella stazione di Jerzu della rete dell'ARPAS), corrispondenti a circa 2.5 volte la media climatologica, per effetto dei 245 mm caduti nella sola mattina del giorno 22.

Sul resto dell'Isola si sono registrati valori compresi tra 50 mm/mese del medio Campidano (corrispondenti a circa il 60% della media climatologica), 80 mm/mese del Sassarese (prossimi al valore climatologico), sino a circa 140 mm/mese delle Baronie (circa 1.5 volte la media climatologica).

Il numero di giorni piovosi, infine, è variato nelle diverse stazioni tra 6 e 9, ed è stato perciò in linea o di poco superiori al valore climatologico di questo mese.

Il mese di **novembre** (figura 8) è stato uno dei più piovosi da quando è stata installata la rete delle stazioni dell'ex-SAR. I cumulati di precipitazione hanno superato i 200 mm/mese (circa il doppio della media climatologica) su tutta la parte orientale della Sardegna, con valori superiori a 400 mm/mese sulla Baronia (oltre il triplo della media). Sulla restante parte della Sardegna Orientale e su alcune parti del Nord-Ovest dell'Isola i cumulati hanno superato i 150 mm/mese, mentre sul resto del territorio regionale i cumulati si sono assestati sui 120 mm/mese (pari a circa il 150% della media).

Figura 8: Cumulato di precipitazione del mese di novembre 2008 e rapporto tra cumulato e media climatica.

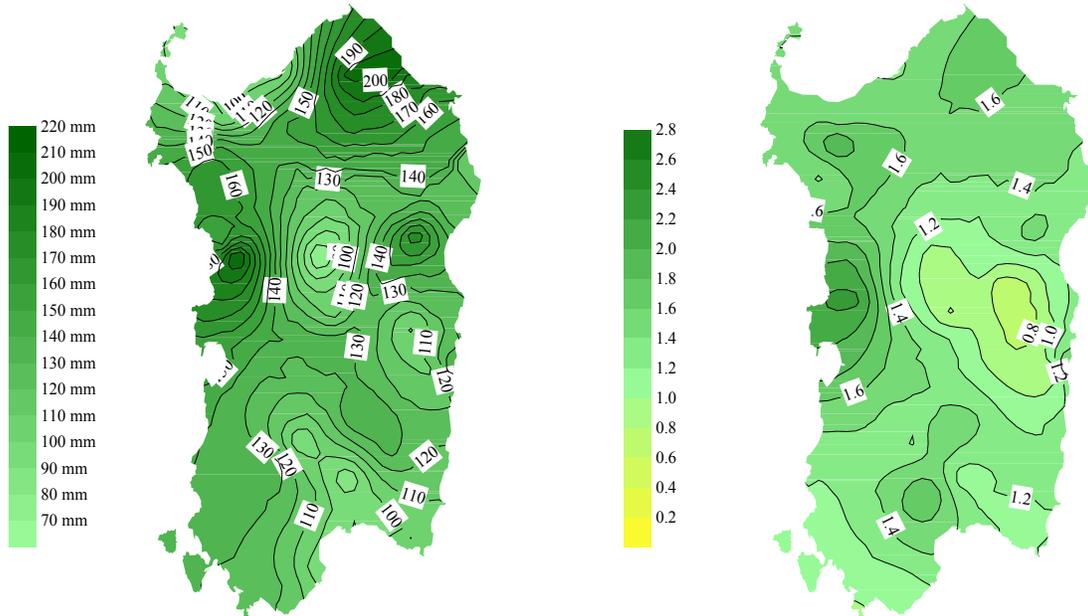


Le piogge si sono distribuite su un numero di giorni che va da 9-10 in Ogliastra, Baronia, Basso Campidano e regioni limitrofe, sino a circa 15 della parte occidentale e settentrionale dell'Isola. Dal confronto con la climatologia si evidenzia che si è trattato di valori superiori alla media, anche in maniera consistente.

Dicembre (figura 9) ha registrato piogge abbondanti e frequenti su quasi tutta l'Isola. I cumulati sono compresi tra 80 mm/mese della piana di Ottana fino a circa 200 mm/mese su parte della Gallura e del Montiferru. Il confronto con la climatologia indica valori superiori alla media ovunque, ad eccezione del Gennargentu, dove invece è stato registrato solo l'80% del valore climatologico; sul resto dell'Isola,

invece, i cumulati mensili sono stati tra il 120% ed il 160% della climatologia, con punte del 200 % sul Montiferru.

Figura 9: Cumulato di precipitazione del mese di dicembre 2008 e rapporto tra cumulato e media climatica.



Il numero di giorni di pioggia è stato quasi ovunque tra 12 e 14, corrispondenti a percentuali tra il 140% ed il 180% del valore climatologico, con punte del 200% in Ogliastra.

Nel trimestre **gennaio-marzo 2009** le piogge hanno subito un rallentamento: dopo un gennaio ancora molto piovoso, infatti, le piogge di febbraio e marzo sono state quasi ovunque deficitarie. I due effetti si sono però compensati, mantenendo le piogge complessive del trimestre in linea con i corrispondenti valori climatici.

Come si vede dalla **figura 10** i valori di gennaio-marzo 2009, seppur in linea col clima, sono però superiori a quasi tutti quelli dei tre decenni precedenti che erano stati caratterizzati da valori sistematicamente più bassi della media del trentennio di riferimento (1961-1990).

La precipitazione di **gennaio (figura 11)** è stata superiore alla media sull'intero territorio regionale: quasi ovunque sono stati superati i 100 mm/mese (su almeno 10 giorni); se si esclude la Nurra, il Campidano e la valle del Tirso, si può osservare che i cumulati mensili hanno superato anche la soglia dei 140 mm/mese, arrivando a sfiorare i 200 mm/mese nel Gennargentu e nel Montiferru.

Tutte le giornate hanno avuto precipitazioni: in 8 giorni su 31 le piogge si sono limitate a valori inferiori a 1 mm/giorno; nelle restanti 23 giornate la soglia di 1 mm/giorno è stata superata in almeno una stazione; in 13 giorni tra questi 23, infine, le precipitazioni si sono estese su oltre la metà del territorio regionale.

Figura 10: Cumulato di precipitazione in Sardegna nel trimestre gennaio-marzo dal 1932 al 2009.

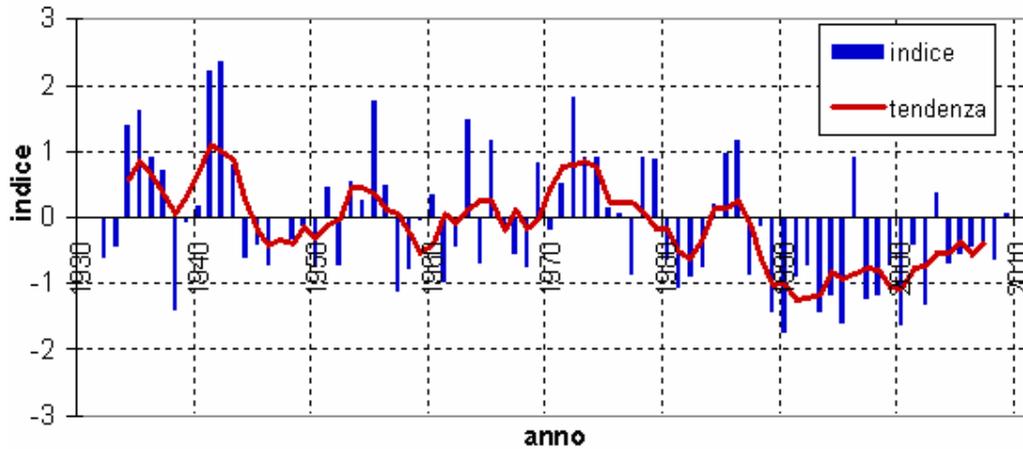
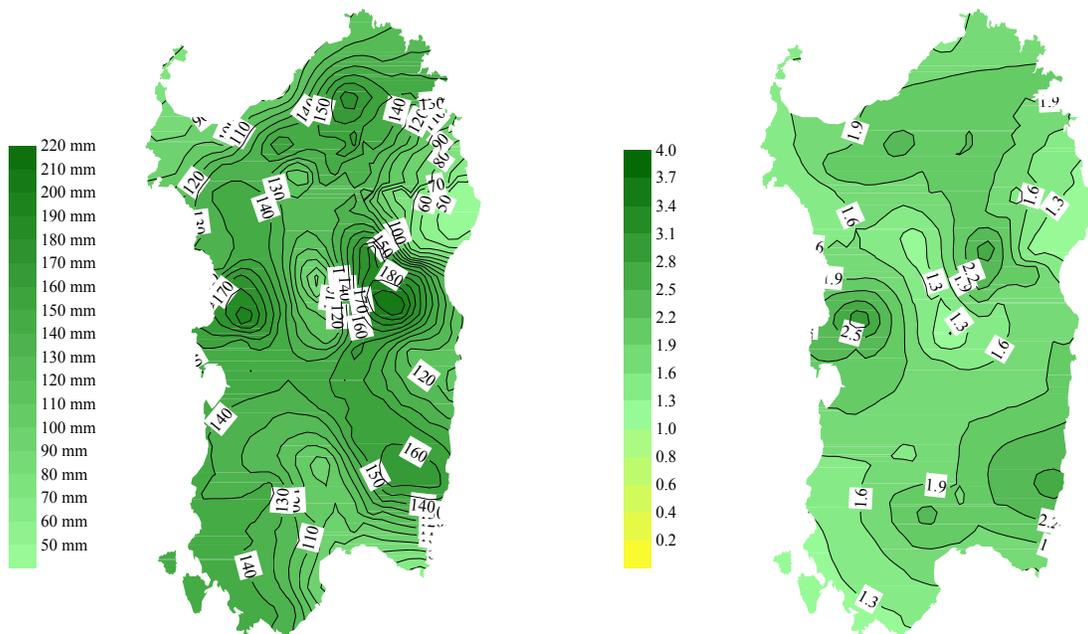
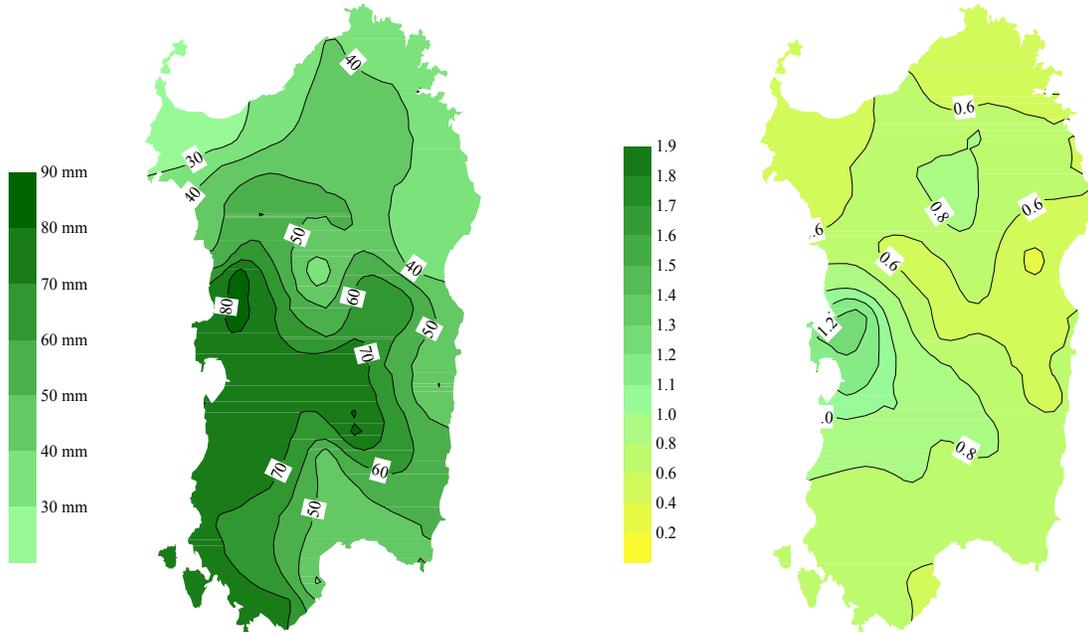


Figura 11: Cumulato di precipitazione del mese di gennaio 2009 e rapporto tra cumulato e media climatica.



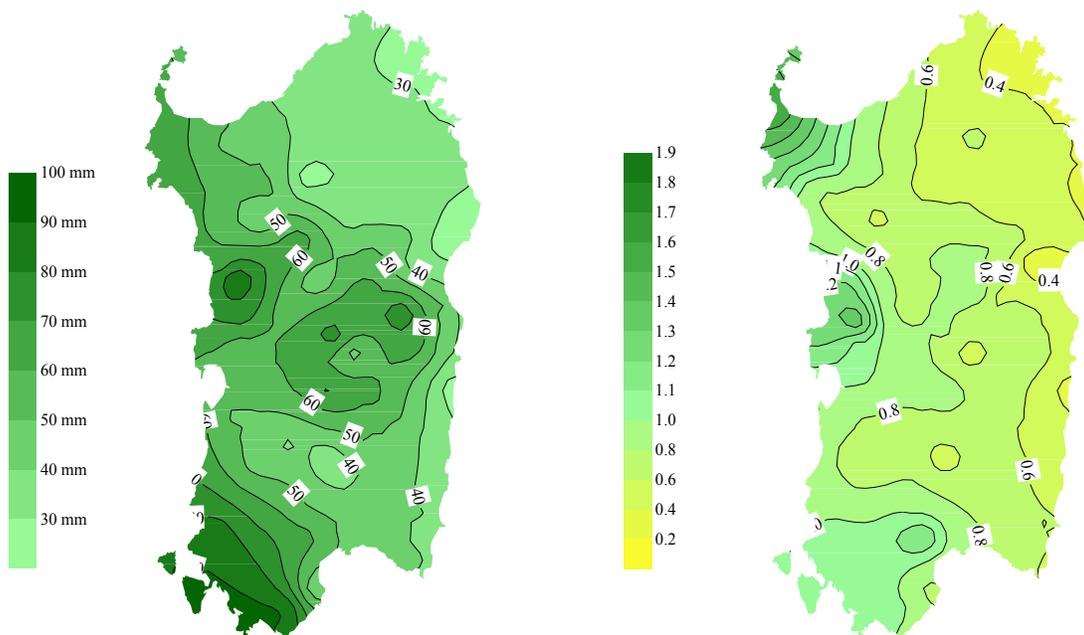
Dopo quattro mesi consecutivi di piogge abbondanti, i cumulati di **febbraio** (figura 12) sono risultati inferiori alla media su tutta l'Isola con poche eccezioni. Tali valori, infatti, vanno dai 30-40 mm/mese del Nord Sardegna, ai 60-70 mm/mese delle zone centrali, sino agli 80 mm/mese della Planargia. Il confronto con la climatologia mostra in generale percentuali comprese tra il 60% e l'80%, con picchi del 120% sulla Planargia. Un discorso differente va fatto per il numero di giorni di pioggia, che risulta invece molto vicino al valore climatologico e compreso tra 8 giorni nel Nord Sardegna e 12 nelle aree centrali e Sud-occidentali.

Figura 12: Cumulato di precipitazione del mese di febbraio 2009 e rapporto tra cumulato e media climatica.



La pioggia di **marzo** (figura 13) è stata deficitaria su quasi tutta l'Isola. I cumulati mensili hanno superato i 50 mm/mese solo sulla costa occidentale della Sardegna e sulla zona montuosa centro-orientale. Sul resto dell'Isola i cumulati si sono assestati sui 30-40 mm/mese. Solo sulla parte più occidentale dell'Isola tali valori risultano in linea con la media o di poco inferiori; altrove i cumulati mensili sono stati intorno al 60% della media o anche più bassi.

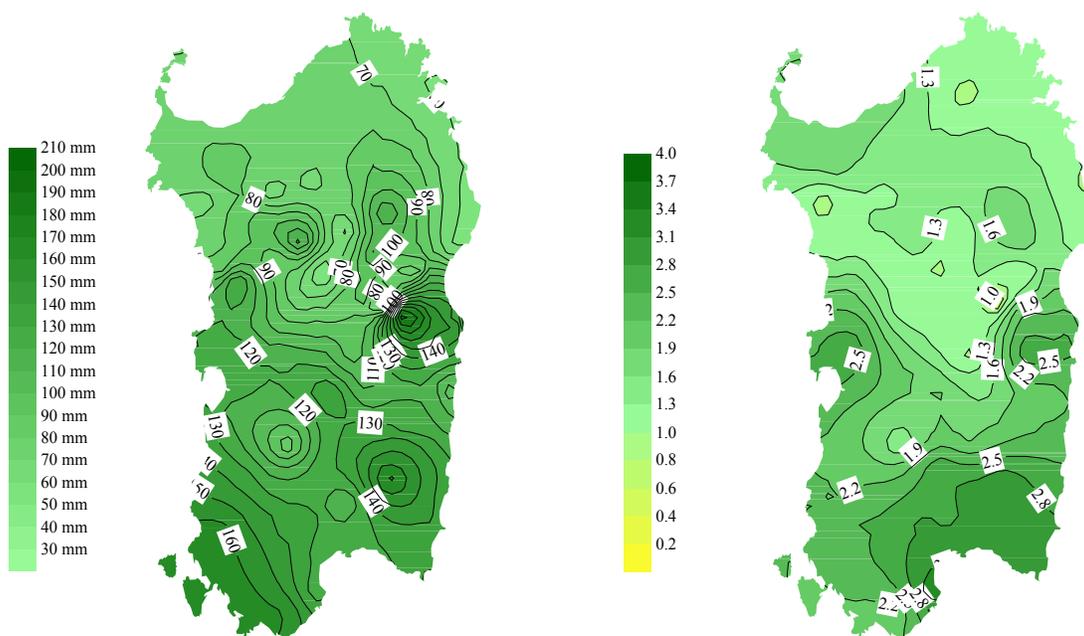
Figura 13: Cumulato di precipitazione del mese di marzo 2009 e rapporto tra cumulato e media climatica.



Le precipitazioni si sono distribuite su 6-8 giorni/mese, per cui il numero dei giorni piovosi, a differenza dei cumulati, risulta in linea con la climatologia.

Nel mese di **aprile** si sono avute precipitazioni superiori alla media, soprattutto sulle province di Cagliari e di Carbonia-Iglesias, dove i cumulati sono stati 2-3 volte superiori rispetto ai valori che normalmente si registrano nel mese di aprile. La distribuzione spaziale dei valori totali mensili mostra un chiaro andamento crescente da Nord a Sud (**figura 14**), con valori che vanno dai 70-80 mm/mese delle province di Sassari e Olbia-Tempio agli oltre 150 mm/mese della Sardegna meridionale.

Figura 14: Cumulato di precipitazione del mese di aprile 2009 e rapporto tra cumulato e media climatica.



Il confronto con la serie storica (**figura 15**) mostra valori superiori alla media e coerenti col trend crescente delle precipitazioni osservato ormai da alcuni decenni.

A partire da maggio le precipitazioni sono quasi completamente cessate e l'assenza di piogge è durata sino a metà agosto. Per tutta la seconda metà di quel mese e sino agli inizi di settembre, la parte orientale ha beneficiato di isolati temporali estivi, distribuiti in maniera casuale. Nell'arco della prima decade di settembre, infine, si è avuta la rottura del regime anticlonico estivo e, dunque, è iniziato l'autunno meteorologico⁶. Nel complesso, dunque, i cinque mesi hanno avuto precipitazioni deficitarie e in controtendenza rispetto al trend leggermente crescente osservato a scala secolare (**figura 16**).

Nello specifico le piogge di **maggio** (**figura 17**) hanno interessato un numero limitato di giorni del mese: tra i due e i quattro a seconda delle zone dell'Isola. Complessivamente questo ha portato ad un accumulo di precipitazione inferiore a 10 mm/mese sul Campidano e sulla Sardegna orientale e

⁶ I cumulati di precipitazione della seconda e terza decade di settembre 2009, quindi, pur essendo nominalmente inseriti nel bilancio 2008-2009, andranno in realtà ad influenzare la disponibilità idrica dell'annata 2009-2010.

compreso tra 10 e 30 mm/mese su quasi tutto il resto dell'Isola. Il confronto con la climatologia mostra che si tratta di valori inferiori alla media, sia come cumulati sia come numero di giorni piovosi.

I totali mensili di **giugno** (figura 18) sono andati dai 0 mm di qualche stazione del sud dell'Isola ai 60 mm dei monti del Marghine. Nella Sardegna meridionale il mese è stato decisamente secco, con cumulati tra 1/4 e metà della media climatologica. Sulle zone centro-settentrionali il mese è stato piovoso, con cumulati compresi tra 1 e 2 volte la media climatica del mese. Se si considera il numero di giorni piovosi, i valori vanno da zero in alcune località del Sulcis a 5 nelle Baronie. Anche in questo caso si tratta di valori sotto media nel sud dell'isola e oltre il doppio su alcune località della Sardegna orientale.

Figura 15: Cumulato di precipitazione in Sardegna nel mese di aprile, dal 1932 al 2009.

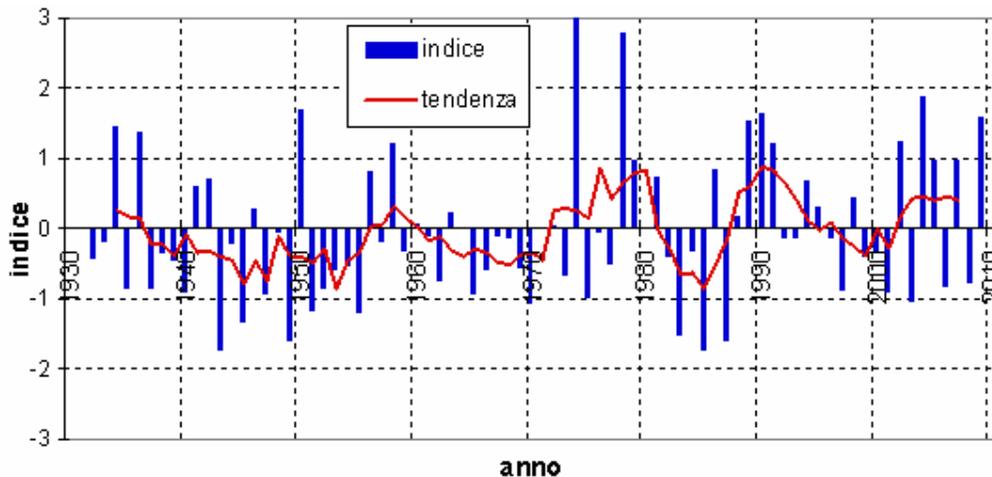
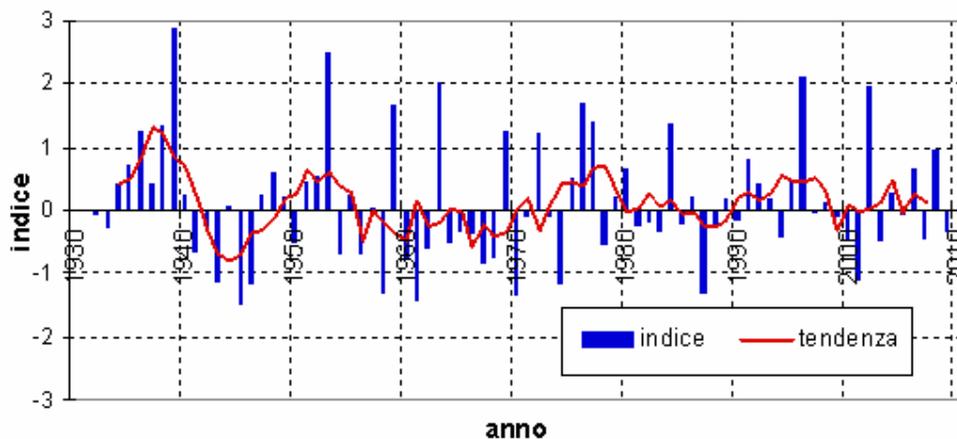


Figura 16: Cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo maggio-settembre, dal 1932 al 2009



⁸ A partire da ottobre 2008 è stato modificato il riferimento climatologico utilizzato nei riepiloghi di temperatura: il riferimento corrente è il periodo 1995-2006 e, a differenza di quanto avveniva in precedenza, si basa sulle stazioni della rete ex-SAR (oggi transitate all'ARPA Sardegna).

Figura 17: Cumulato di precipitazione del mese di maggio 2009 e rapporto tra cumulato e media climatica.

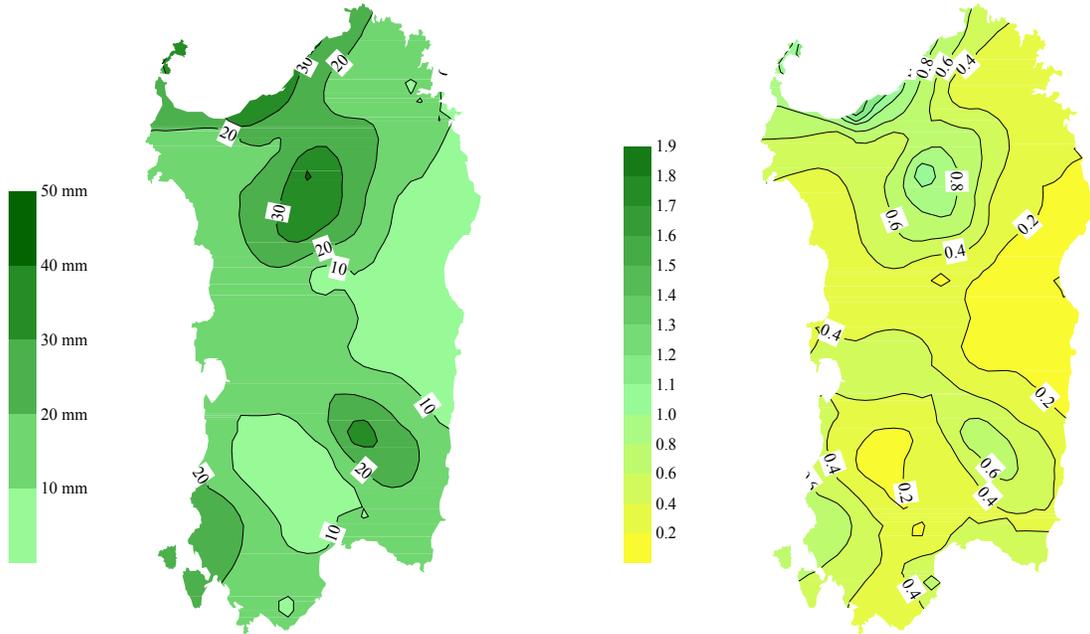
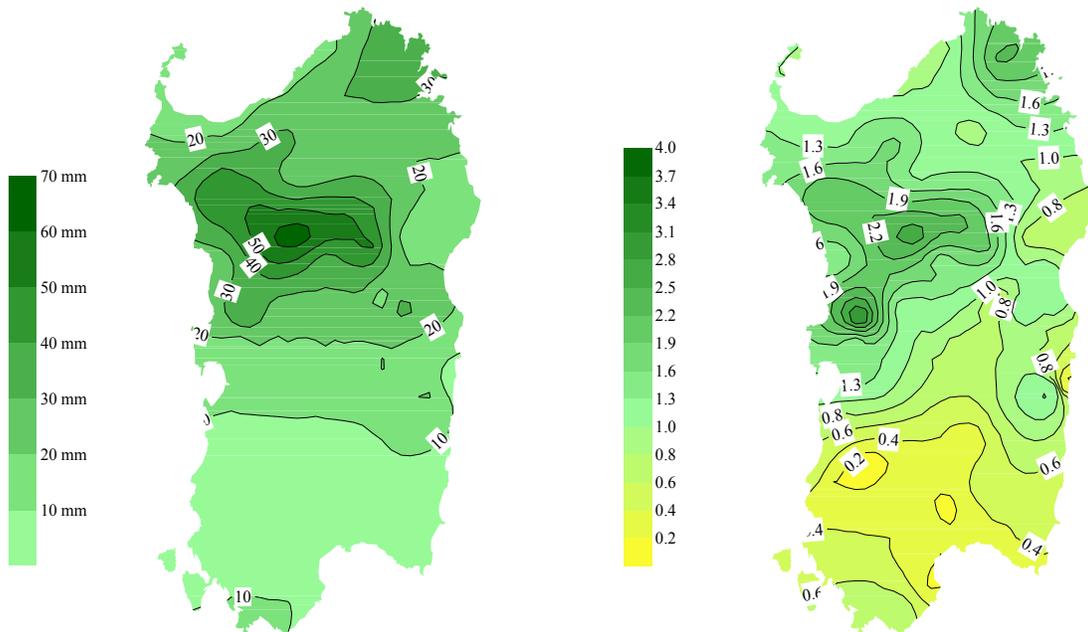


Figura 18: Cumulato di precipitazione del mese di giugno 2009 e rapporto tra cumulato e media climatica.



Gli unici due eventi di precipitazione di **luglio** (figura 19) sono stati registrati l'1 e il 2 e in entrambi i casi si è trattato di eventi isolati. I cumulati mensili più significativi, superiori a 10 mm/mese, hanno interessato alcune località delle Barbagie e dell'Ogliastra, mentre altrove non è praticamente piovuto.

In questa situazione un confronto puntuale con le medie climatologiche ha poco senso, ma si può sicuramente affermare che nel complesso si è trattato di una piovosità tipica di luglio.

Se si eccettuano le precipitazioni del giorno 1, ad **agosto** (figura 20) è piovuto solo nella seconda metà del mese e si è trattato di isolati rovesci pomeridiani sulla metà orientale della Sardegna. I cumulati mensili, dunque, vanno da assenza di pioggia su gran parte delle stazioni ai 162.4 mm/mese di Ozieri, corrispondente a circa 10 volte la media climatologica. Il numero di giorni di pioggia va da 0 per la maggior parte delle stazioni ai 4 di Berchidda.

Il cumulo di precipitazione di **settembre** (figura 21) mostra due situazioni distinte. Sulle province di Sassari, Oristano e Medio-Campidano e sulla parte occidentale della provincia di Nuoro, le piogge hanno raggiunto valori cumulati compresi tra 50 e 100 mm/mese; pur essendo valori superiori alla media climatologica di settembre, non si tratta però di una situazione eccezionale. Sulle province di Tempio-Olbia, Ogliastra, Carbonia-Iglesias e Cagliari e sulla parte orientale della provincia di Nuoro, invece, i cumulati di precipitazione hanno superato in maniera consistente i 100 mm/mese, sino agli oltre 200 mm/mese della parte Sud-orientale della Sardegna; in questo secondo caso, dunque, si è trattato di cumulati di precipitazione superiori alla media mensile anche di quattro-cinque volte.

Per quel che riguarda i giorni piovosi, si può osservare che su tutta la Sardegna è piovuto tra 9 e 12 giorni, pari a 1.5-2 volte la media climatologica, con punte di 3 volte nella Sardegna Sud-orientale.

Figura 19: Cumulato di precipitazione del mese di luglio 2009 e rapporto tra cumulato e media climatica.

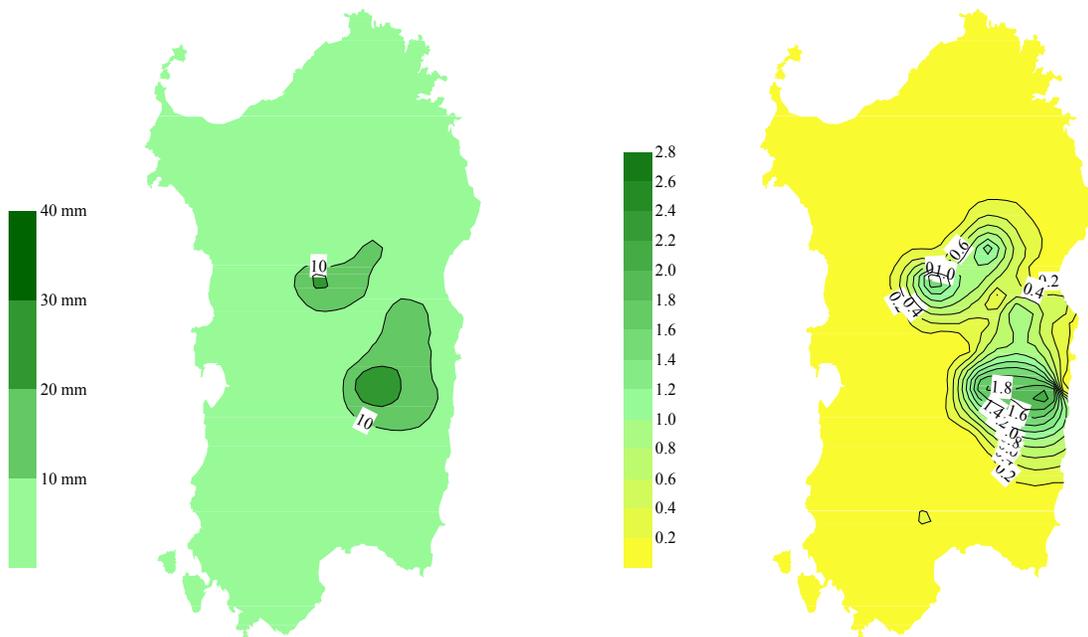


Figura 20: Cumulato di precipitazione del mese di agosto 2009 e rapporto tra cumulato e media climatica.

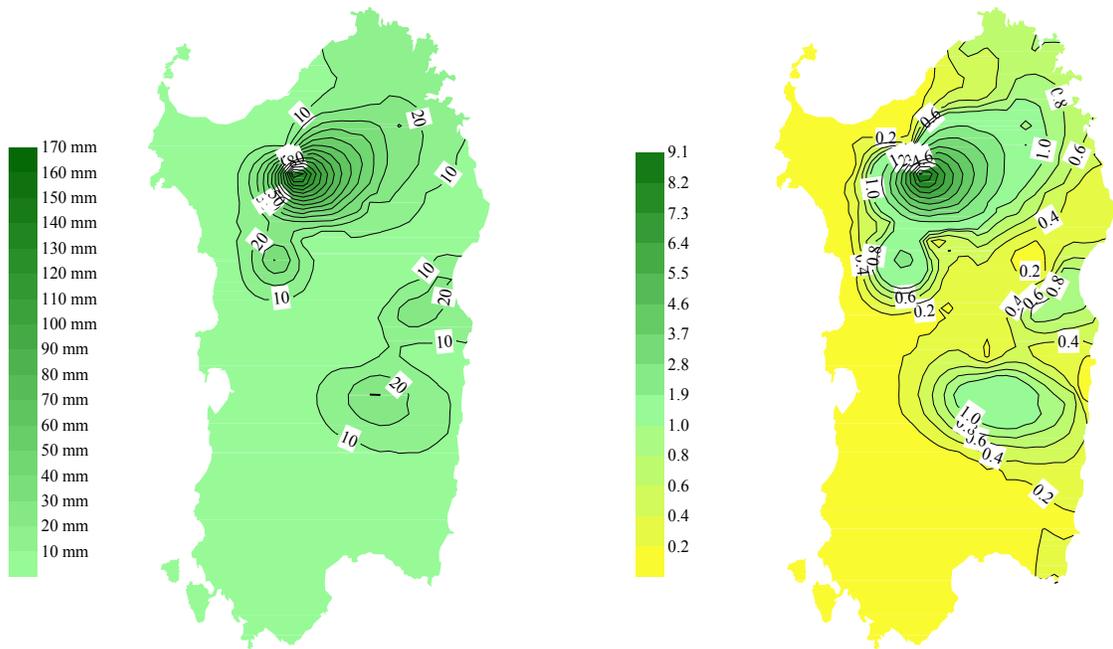
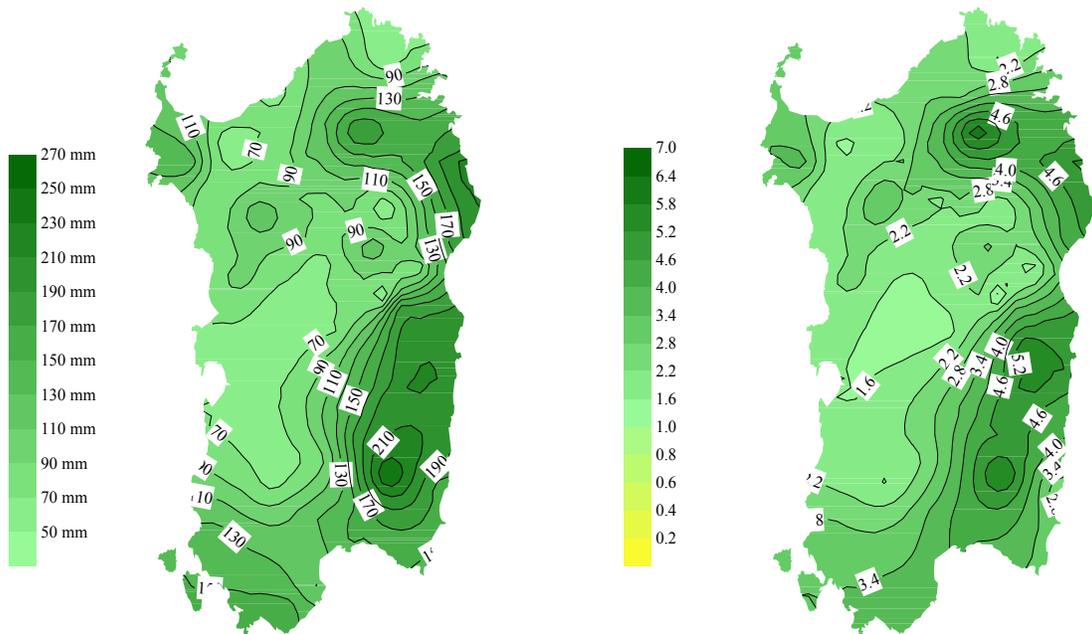


Figura 21: Cumulato di precipitazione del mese di settembre 2009 e rapporto tra cumulato e media climatica.



2.3 Precipitazioni giornaliere

Un bilancio annuale delle precipitazioni si basa su un'analisi complessiva di un insieme di eventi singoli intervallati da un gran numero di giornate prive di precipitazione. Considerata poi la natura intrinseca delle precipitazioni delle nostre latitudini, spesso singoli eventi molto intensi sono in grado di pesare in maniera significativa anche su un bilancio annuale. Per questa ragione risulta interessante esaminare l'evoluzione delle singole giornate di pioggia nell'arco dei dodici mesi.

Le **figure 22-26** mostrano l'accumulo progressivo della precipitazione giornaliera su cinque stazioni rappresentative di diverse aree del territorio regionale: Olmedo, Orosei, Atzara, Palmas Arborea e Decimomannu. Nelle medesime figure l'accumulo del 2008-2009 è confrontato con quello del 2007-2008 e con la climatologia.

Figura 22: Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – settembre 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Olmedo.

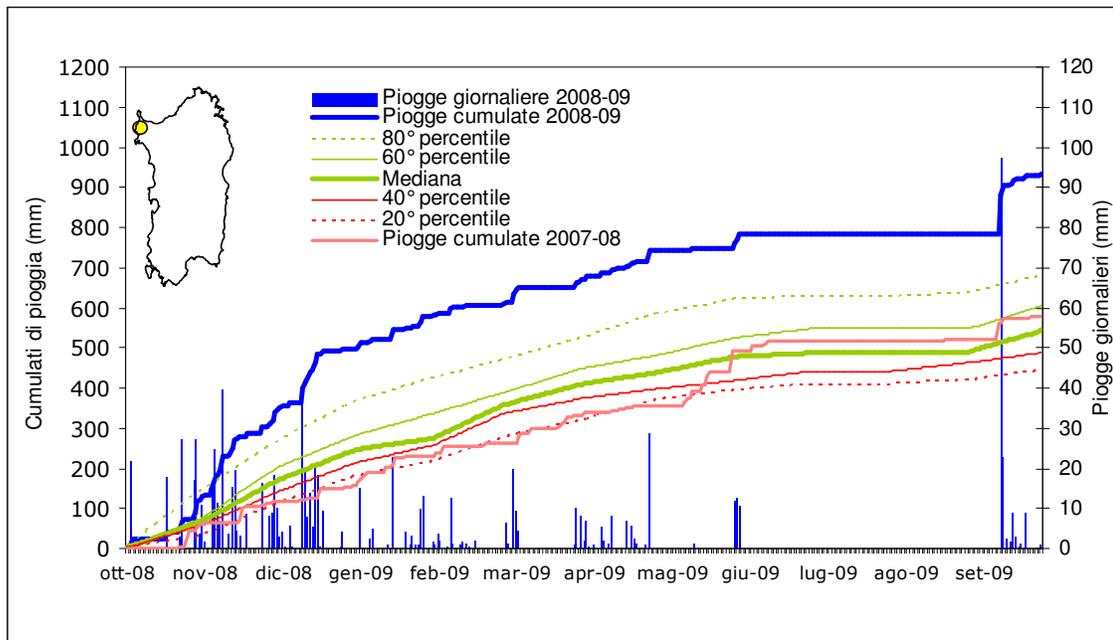


Figura 23: Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – settembre 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Orosei.

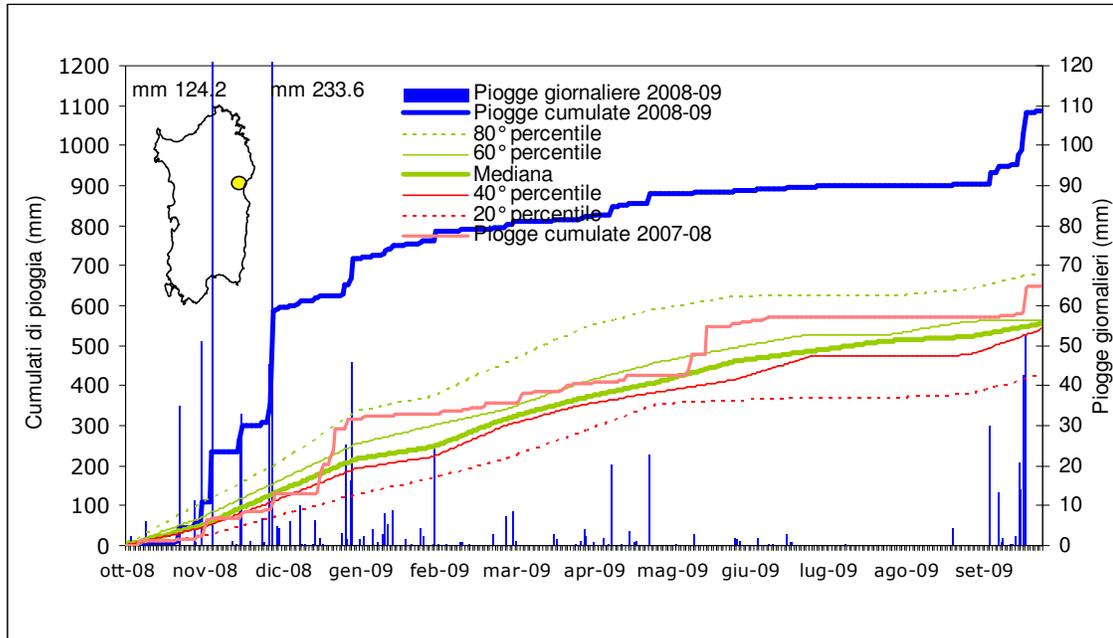


Figura 24: Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – settembre 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Atzara.

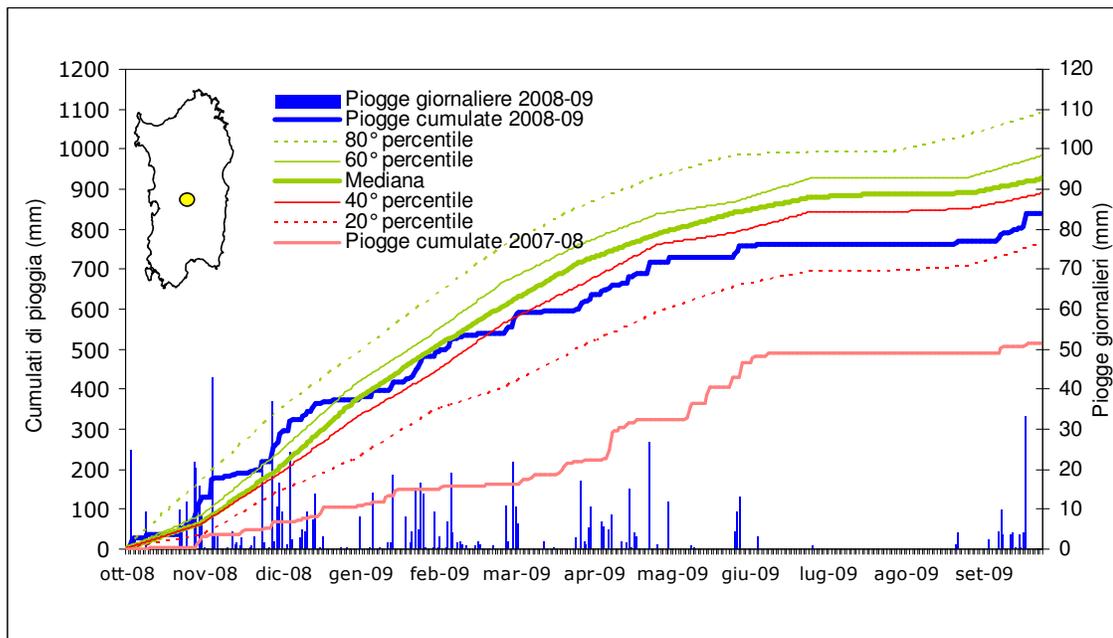


Figura 25: Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – settembre 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Palmas Arborea.

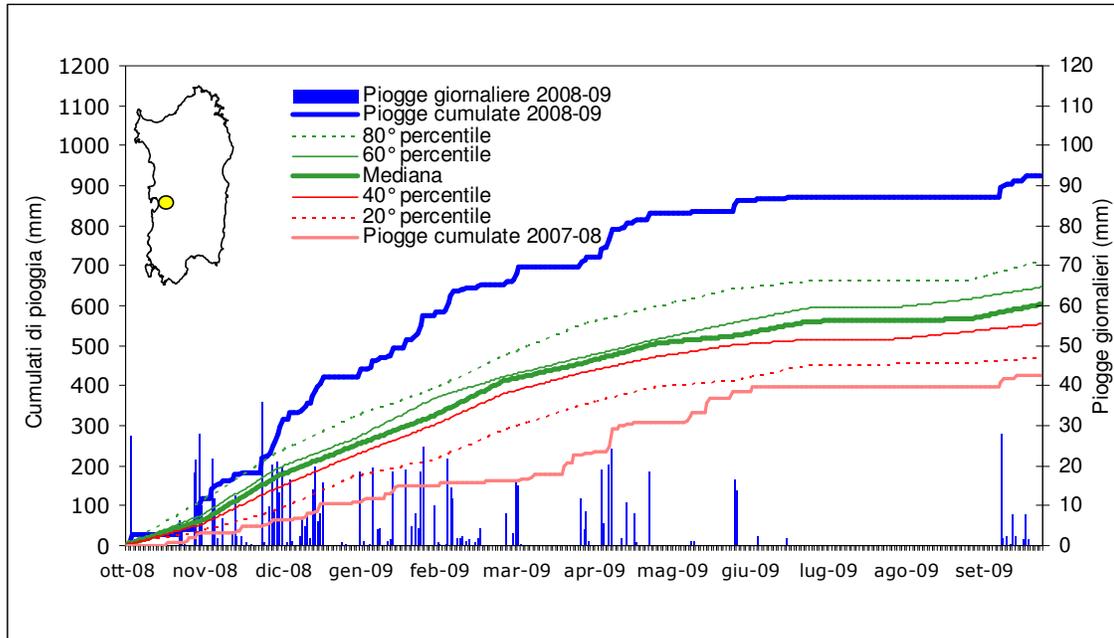
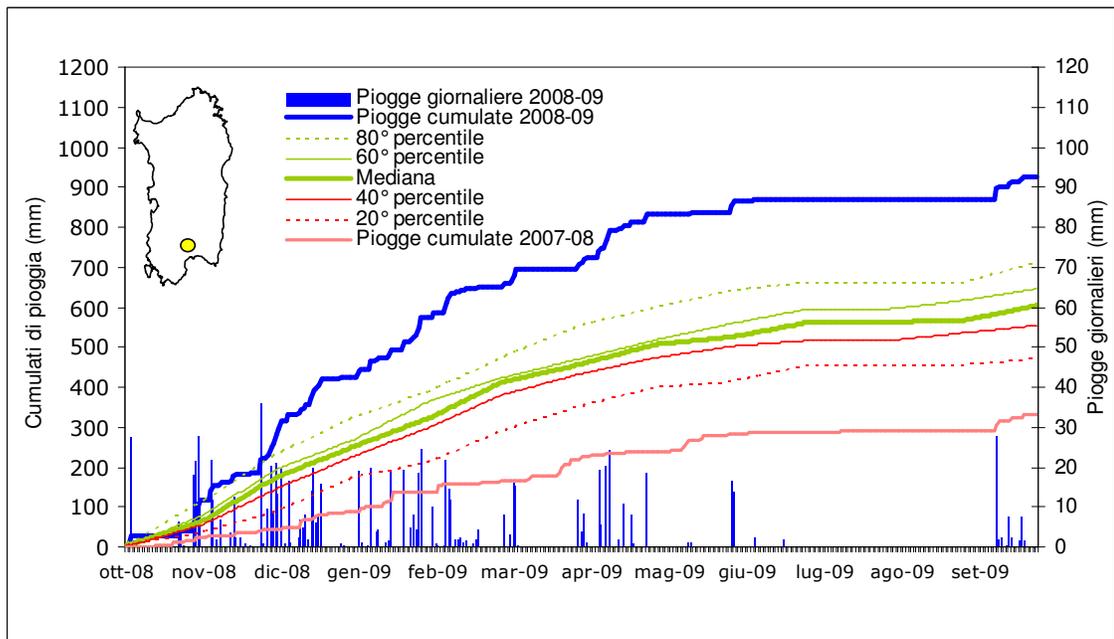


Figura 26: Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – settembre 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Decimomannu.



È immediatamente evidente che, dopo un mese di ottobre sostanzialmente in linea con la climatologia, le piogge si sono accumulate in maniera consistente e senza interruzione sino alla fine di gennaio, tanto da risultare molto al di sopra della soglia climatologica più elevata (80° percentile).

Questo effetto è particolarmente evidente nella stazione di Orosei nel cui grafico si possono notare bene i due eventi eccezionali di novembre 2008.

L'accumulo è continuato anche nei quattro mesi successivi (febbraio-maggio), ma in maniera molto modesta, ed è cessato del tutto tra giugno e agosto. Un po' ovunque, infine, si osserva una ripresa delle precipitazioni nella seconda e terza decade di settembre, per effetto della rottura del regime anticiclonico estivo.

Risulta evidente perciò che l'eccezionalità delle piogge dei primi quattro mesi è stata tale che il cumulato annuale risulta molto al di sopra dei valori tipici del trentennio 1961-1990, nonostante il deficit dei successivi otto mesi.

È interessante notare, infine, che la situazione dell'annata precedente era stata completamente diversa. Gli accumuli del 2007-2008, infatti, erano risultati deficitari o appena in linea con la climatologia.

I quattro eventi singoli che hanno influito maggiormente sul bilancio annuale delle precipitazioni sono quelli del 22 ottobre 2008, del 4 novembre 2008, del 27-28 novembre 2008 e del 23-24 settembre 2009. Il primo è l'alluvione che ha investito l'area vasta di Cagliari, provocando la morte di alcune persone e ingenti danni. Il secondo, terzo e quarto, invece, sono stati molto simili tra loro e hanno interessato la Baronia.

La **figura 27** mostra i cumulati di precipitazione del 22 ottobre osservati dalle stazioni della rete dell'ex-Consorzio SAR, integrate da alcune di altre reti localizzate sotto il massimo delle precipitazioni. Sono ben evidenti due massimi locali: l'area di Cagliari-Capoterra, i cui cumulati massimi hanno sfiorato i 400 mm/24h, e l'area di Jerzu-Cardedu, con un massimo di oltre 250 mm/24h. Nella figura sono riportati anche il Rio San Girolamo e il Rio Santa Lucia sui cui bacini le precipitazioni hanno raggiunto il massimo di intensità.

Riguardo al massimo di precipitazione localizzato a Capoterra/Poggio dei Pini, poi, è molto interessante segnalare che nelle due ore centrali del nubifragio (tra le 6:00 e le 8:00, ora locale) le precipitazioni hanno toccato prima i 90.0 mm/h e poi i 148.2 mm/h, cioè i massimi di intensità oraria mai misurati in Sardegna.

La **figura 28** riporta la distribuzione spaziale delle precipitazioni del 4 novembre 2008. È interessante notare che i cumulati giornalieri hanno superato i 100 mm/24h su Bassa Gallura, Baronia e Ogliastra, con un massimo di 152.7 mm/24h nella stazione di Siniscola. Oltre alle località del versante orientale, tuttavia, anche all'interno dell'isola si sono registrati cumulati giornalieri piuttosto elevati: nel Sarcidano (Nurallao), ad esempio, si sono avuti oltre 100 mm/24h, mentre in Trexenta, Marghine, Montiferru e Barbagie si sono registrati cumulati di poco inferiori. Precipitazioni intense, infine, hanno anche interessato il resto del Medio Campidano.

Come si vede dalla **figura 29**, anche le precipitazioni del 27-28 novembre 2008 hanno investito la costa orientale dall'Isola, in particolare la Baronia e l'Ogliastra. In questo secondo episodio il grosso delle precipitazioni si è concentrato sui comuni disposti lungo la costa, da Arzachena sino ai comuni costieri dell'Ogliastra, con un massimo di intensità su Orosei (279.0 mm/48h) e Siniscola (187.6 mm/48h). L'unica zona interna della Sardegna interessata da questo secondo evento è una fascia centrale che va dal Medio Campidano sino alla Barbagia di Belvì.

Nel corso dell'evento del 23 e 24 settembre 2009, infine, i cumulati hanno raggiunto i 166.8 mm/giorno a Siniscola, i 113.0 mm/giorno a Orgosolo Montes e i 113.0 mm/giorno a Berchidda. Nella **figura 30** sono riportati i totali di precipitazione misurati in questa occasione.

Figura 27. Cumulato di precipitazioni del 22 ottobre 2008.

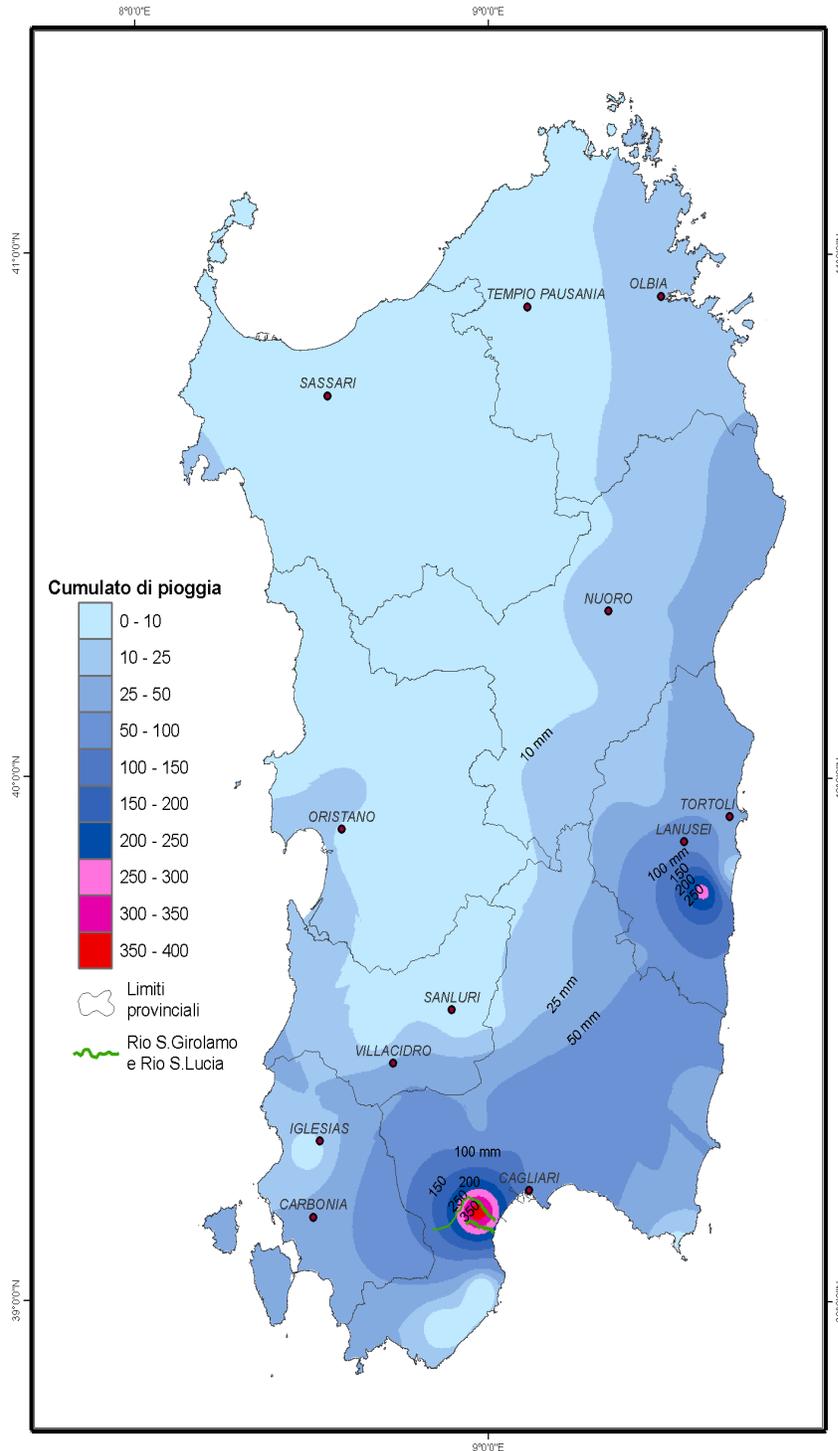


Figura 28: Cumulato di precipitazione del 4 novembre 2008.

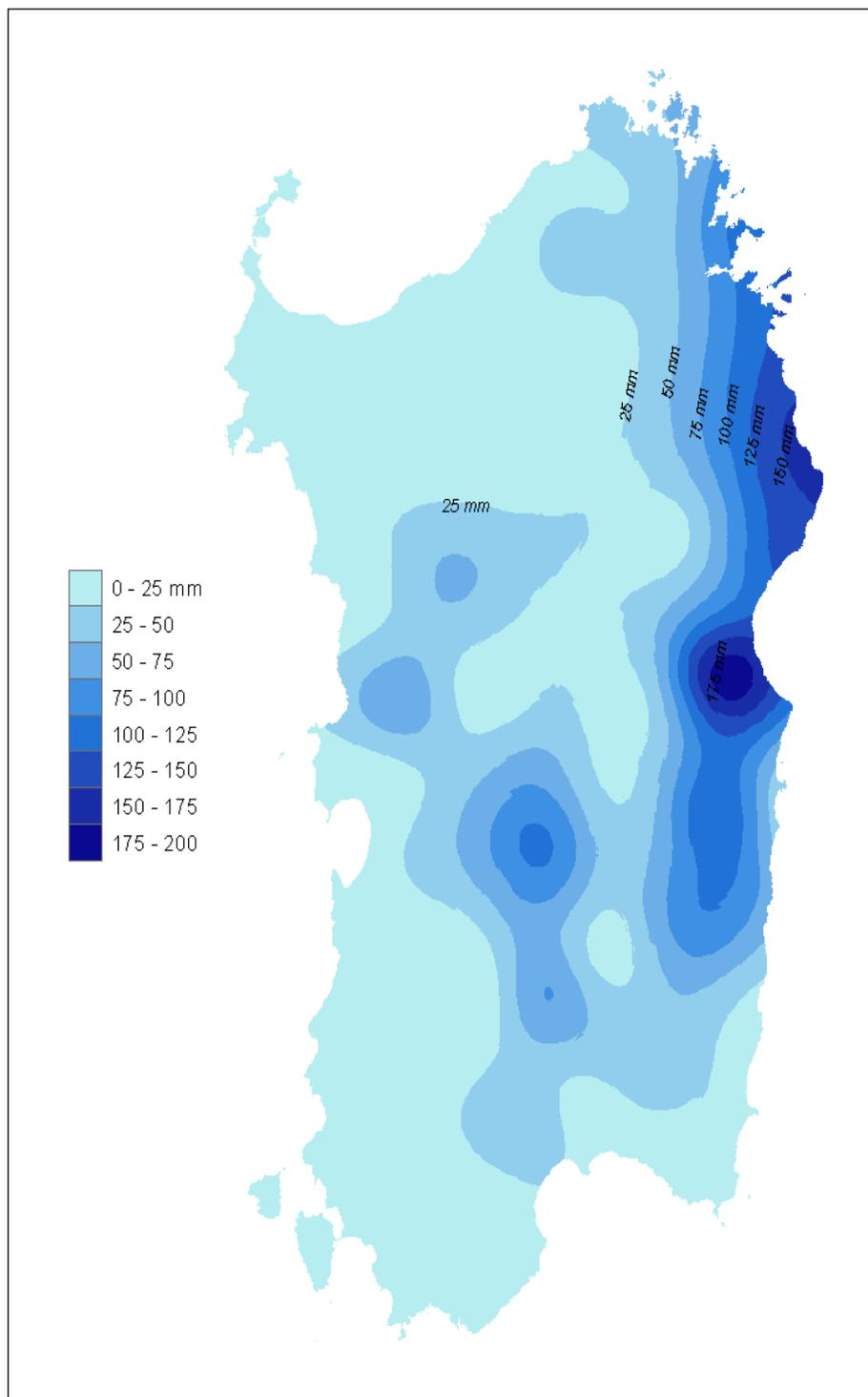


Figura 29: Cumulato di precipitazione del 27-28 novembre 2008.

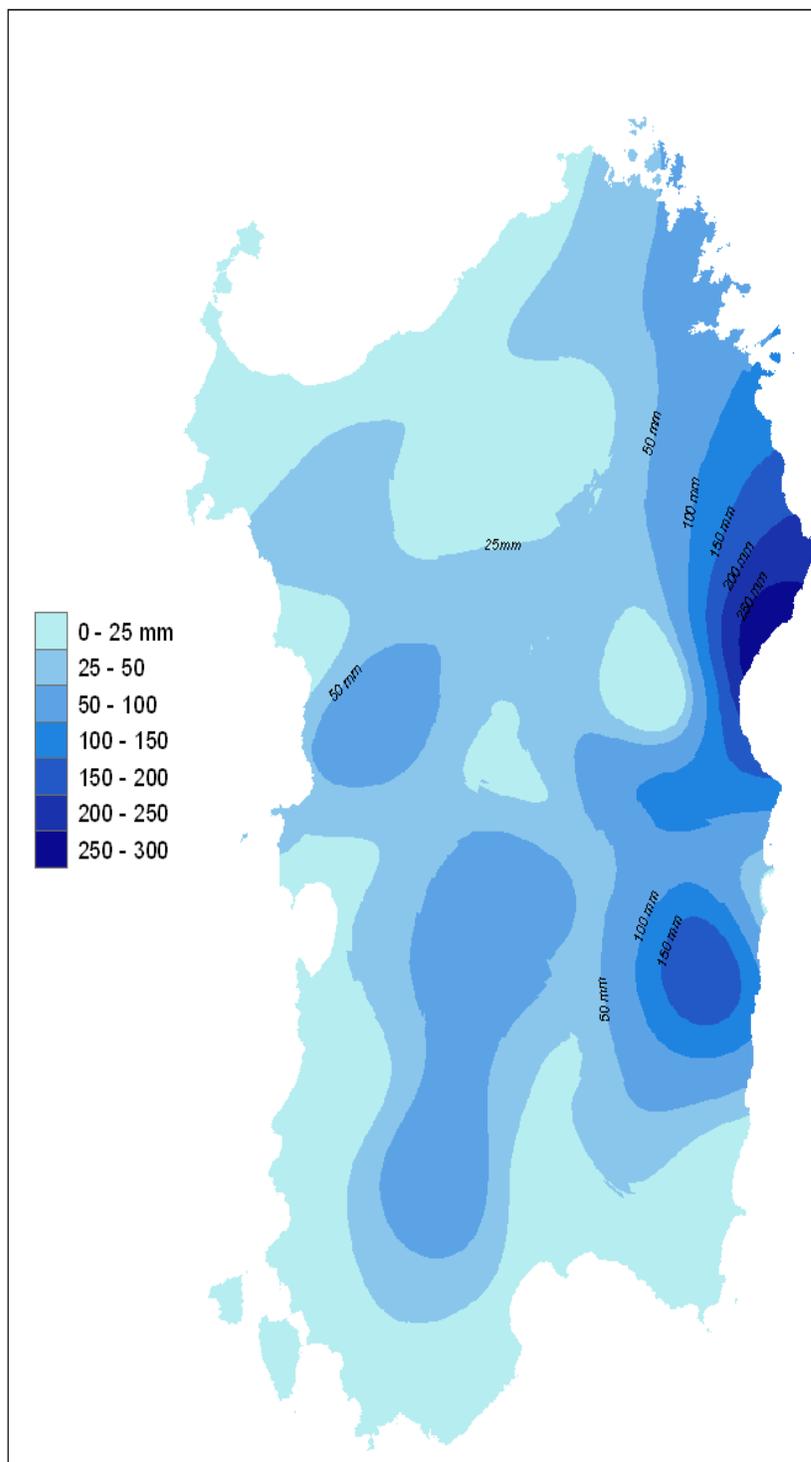
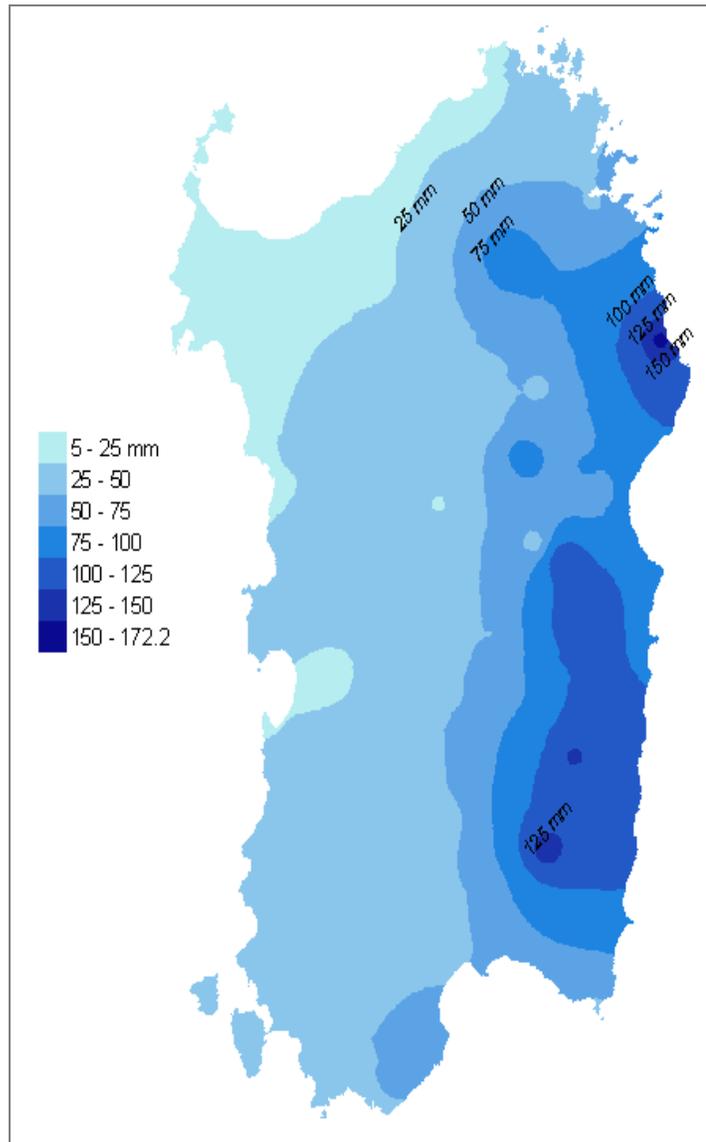


Figura 30: Cumulato di precipitazione del 23-24 settembre 2009.



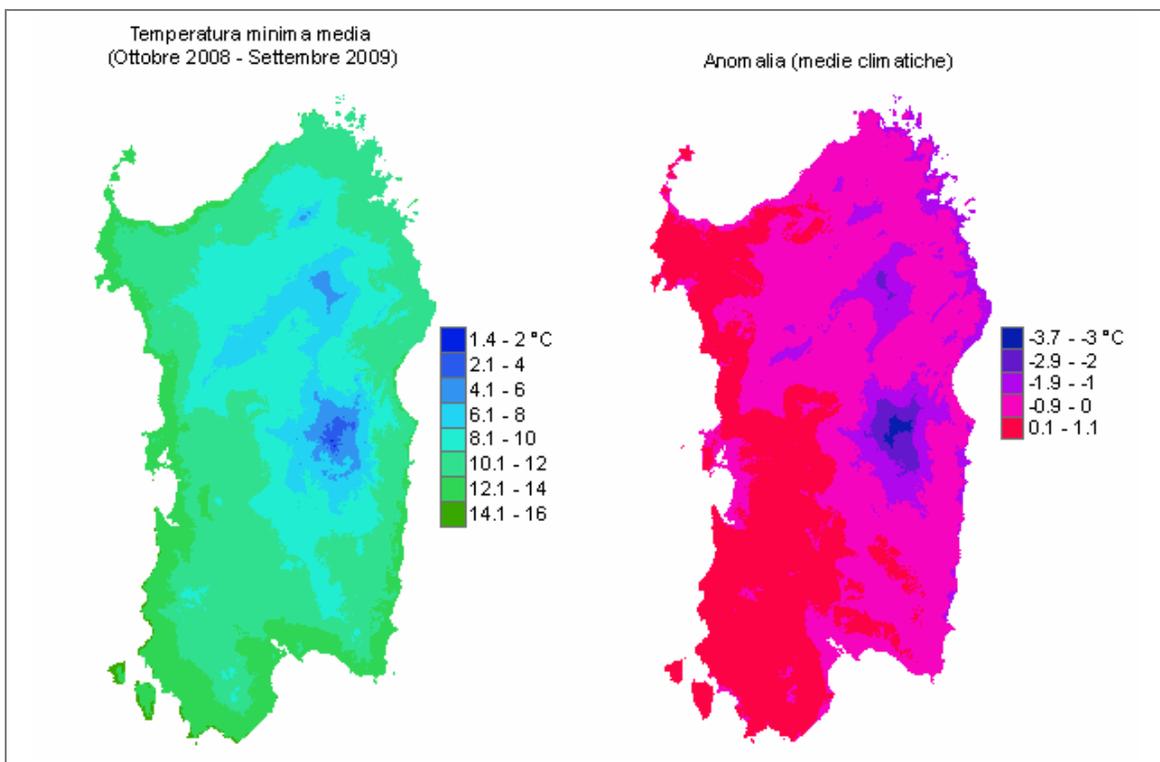
3. ANALISI DELLE TEMPERATURE

3.1 Temperature medie annuali e dei singoli mesi

Le temperature medie del periodo ottobre 2008 – settembre 2009 mostrano differenze piuttosto marcate tra le minime e le massime.

La media della temperatura minima (**figura 31**) risulta superiore alla media climatica nella parte occidentale della Sardegna ed inferiore alla media nella parte orientale, in particolare nelle zone di montagna, le cui temperature minime sono al di sotto di 2 °C rispetto alla media.

Figura 31: Media annuale delle temperature minime e anomalia rispetto alla media climatica.



Nel caso delle temperature massime (**figura 32**) si osserva invece una situazione abbastanza omogenea, con valori medi annuali che oscillano intorno alla corrispondente media climatica, con la sola eccezione dell'estremo Nord le cui temperature sono state superiori alla media di circa 2 °C.

Il confronto a scala secolare (**figura 33**) conferma il trend crescente delle temperature della Sardegna osservato ormai da due decenni. Come si può osservare, infatti, quasi tutte le annate più calde della serie appartengono al decennio attuale e lo stesso 2008-2009 risulta essere la seconda annata più calda dal 1930.

Figura 32: Media annuale delle temperature massime e anomalia rispetto alla media climatica.

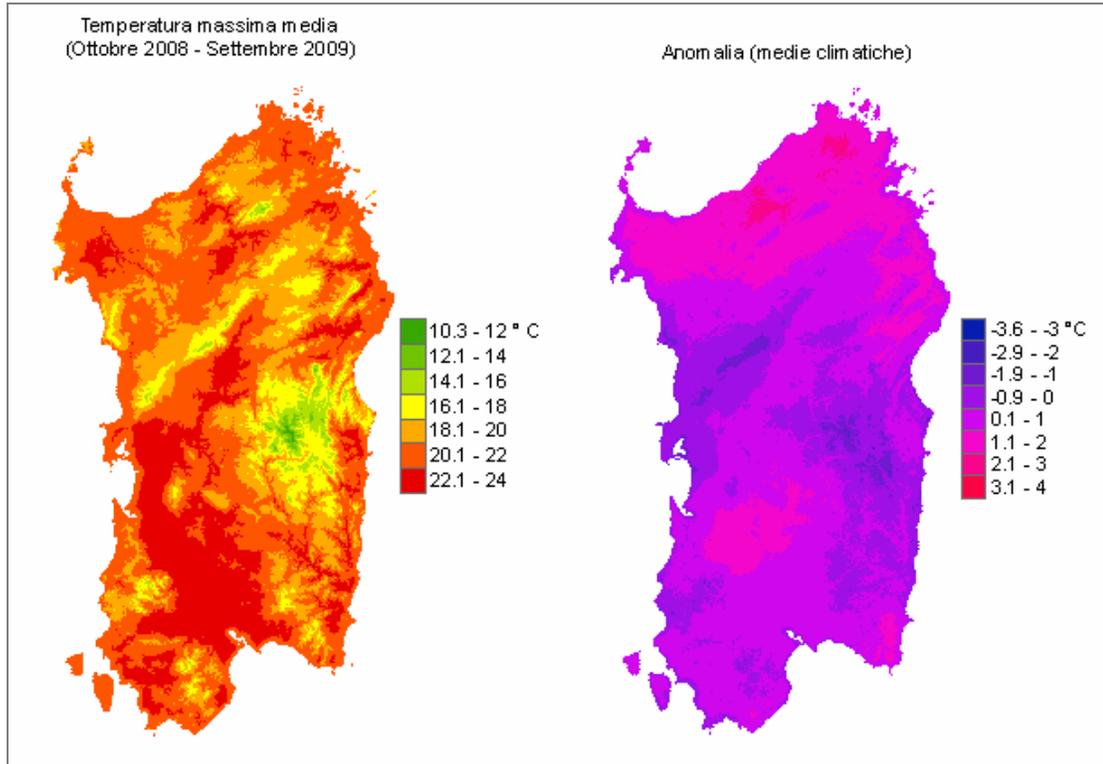
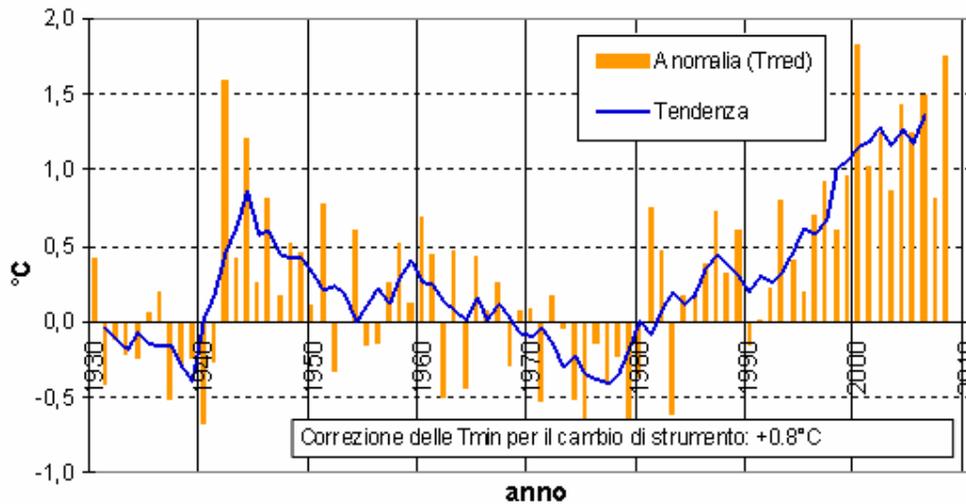


Figura 33: Anomalia della temperatura media (ottobre-settembre).



Analizzando in dettagli i singoli mesi, si può osservare che le temperature massime di **ottobre 2008** sono state comprese tra 14 °C del Gennargentu e circa 25 °C del Campidano e della piana di Ottana. Le anomalie, calcolate rispetto al periodo 1995-2006⁸, sono state lievemente positive ma molto prossime a zero. Le temperature minime sono state comprese tra i 4°C del Gennargentu ed i 16°C della costa meridionale dell'Isola. Questi valori sono in linea con la media del periodo 1995-2006. Le giornate più calde sono capitate nella seconda e terza settimana, in corrispondenza dell'alta pressione o dell'avvezione calda provocata dal minimo barico sul Marocco.

Le temperature di **novembre** sono state in linea con la climatologia di riferimento, sia nei valori massimi sia nei valori minimi. Nelle anomalie delle massime, inoltre, si osserva un debole andamento decrescente da Sud-Ovest a Nord-Est.

Le temperature massime di **dicembre** sono state comprese tra 2 °C del Gennargentu e 14 °C delle zone costiere meridionali, del Campidano di Cagliari e di Oristano. Questi valori sono di circa 1 °C inferiori alla media di dicembre. Le temperature minime hanno variato tra i -2 °C del Gennargentu e i 10 °C delle zone costiere meridionali. Anch'esse sono inferiori di circa 1 °C alla media del periodo di riferimento.

Il mese di **gennaio 2009** è stato piuttosto caldo, soprattutto nelle temperature massime che sono state comprese tra 6 °C del Gennargentu e i 14 °C del Cagliari e della costa Sud. Il confronto con la media mostra che si è trattato di valori superiori alla media di circa 2°C. Le temperature minime, invece, sono state comprese tra i -1 °C del Gennargentu e 6 °C delle aree costiere.

Le temperature massime di **febbraio** sono state lievemente sopra la media, con anomalie di circa 1 °C; le minime sono state sotto la media con anomalie comprese tra -1 °C sul Sud dell'Isola e -3 °C sulla Gallura. Le temperature più alte sono state registrate nell'ultima settimana del mese, in coincidenza con la persistente alta pressione su gran parte dell'Europa meridionale.

La media mensile delle temperature massime di **marzo** mostra valori compresi tra i 12 °C delle zone montuose e i 16 °C del Campidano. Le minime del mese, invece, vanno dai 2 °C del Gennargentu e gli 8 °C delle coste. In entrambi i casi si tratta di valori entro la media del periodo.

Il mese di **aprile** ha avuto temperature massime comprese tra i 15 °C del Gennargentu ed i 21 °C della costa meridionale della Sardegna e temperature minime comprese tra i 5 °C dell'entroterra e gli 8-9 °C delle coste. Mentre le minime sono sostanzialmente in linea con la climatologia, le massime risultano superiori alla media anche di 3 °C.

Le temperature di **maggio** sono state superiori alla media di 1-2 °C, con anomalie più elevate nella parte settentrionale dell'Isola. Le medie delle temperature massime hanno raggiunto i 26-27 °C su quasi tutte le zone pianeggianti o vallive dell'Isola. Le minime, invece, sono state inferiori ai 10 °C nella parte centrale dell'Isola ed hanno raggiunto i 14 °C lungo la costa occidentale e meridionale.

Le temperature medie di **giugno**, soprattutto quelle massime, sono il risultato di due situazioni climatiche decisamente diverse tra loro. Quella della prima metà del mese, caratterizzata da temperature sotto la media e quella della seconda metà con valori ben oltre la media. Nel complesso quindi le temperature massime mostrano un'anomalia positiva compresa tra poco più di 1 °C nel sud dell'Isola e poco meno di 1 °C al Nord. Le temperature minime sono molto prossime alla media del mese, con anomalie comprese tra -1 °C sul settore orientale e 0 °C su quello Sud-occidentale.

Il mese di **luglio** si potrebbe considerare un mese tipo, per la persistenza dell'Anticiclone delle Azzorre. Le medie delle temperature minime vanno dai 12 °C del Gennargentu ai 20 °C delle coste centro-meridionali. Le medie delle temperature massime, invece, hanno superato i 30 °C quasi ovunque con punte superiori ai 34°C delle zone più interne dell'Isola. Le minime sono in linea con la media climatologica, mentre le massime risultano superiori alla media di 1 °C.

Le temperature massime di **agosto** hanno spaziato dai 35 °C delle pianure dell'interno dell'Isola ai 27 °C del Gennargentu. Il confronto con le medie del 1995-2006 indica valori sopra la media tra 1 e 2 °C su quasi tutta l'isola. Le temperature minime del mese spaziavano dai 20 °C delle zone costiere



meridionali ai 10 °C del Gennargentu. In questo caso le anomalie sono state tra 0 e 1 °C su quasi tutta la Sardegna.

Le medie delle temperature massime di **settembre** mostrano valori compresi tra 26°C e 30°C nelle pianure e nelle zone collinari, mentre stanno sui 22-24 °C nelle zone di montagna. Le medie delle minime si situano sui 14-18 °C nelle pianure e lungo le coste, mentre le zone di montagna sono state caratterizzate da valori intorno a 10-12 °C. Si tratta di valori in linea con la climatologia per le temperature massime e leggermente inferiori alle medie per le minime.

Le **giornate più fredde** dell'annata si sono avute nella seconda decade di febbraio, particolarmente i giorni 13, 14 e 15. Il giorno 13 nel 65% delle stazioni la temperatura è scesa sotto lo zero termico, raggiungendo in alcune località valori piuttosto bassi: -10.2 °C nella stazione di Gavoi, - 6 °C ad Orgosolo Montes -6 °C e -5 °C a Giave. Il giorno 14, invece, si è avuto -9.5 °C a Gavoi, -7.3 °C ad Orgosolo Montes e -6.8 °C a Villanova Strisaili, e valori negativi si sono avuti nel 75% delle stazioni. Questi sono stati anche i giorni con le temperature massime più basse.

La **giornate più calde** sono state il 23 e 24 luglio le cui massime risultano del tutto eccezionali: 46.9 °C ad Arzachena, 46.8 °C a Dorgali (Valle del Lanaitto) e valori superiori ai 40 °C su circa la metà del territorio regionale. I due valori estremi, in particolare, sono le più alte temperature mai registrate dalla rete del ex-SAR (oggi transitata all'ARPAS) che fu installata nel 1994. Occorre segnalare, tuttavia, che la giornata del 23 è stata caratterizzata da numerosi incendi estesi a una vasta porzione del territorio regionale, anche se nessuno di questi ha investito direttamente le due località dove si trovano le stazioni.

2.2 ANALISI DEGLI ESTREMI TERMICI

Per l'analisi delle temperature estreme si è condotta sia un'elaborazione dei dati termici giornalieri per mezzo di indici proposti dal "*CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection*", in particolare "giorni di gelo", "notti tropicali" e "giorni estivi", ed una valutazione di maggior dettaglio basata sulla permanenza delle temperature orarie rispetto ad alcune soglie critiche.

2.2.1 Giorni di gelo

Il numero di giorni di gelo, vale a dire il numero di giorni in cui la temperatura minima è pari o inferiore a 0 °C, rappresenta un semplice indicatore che fornisce informazioni sulle condizioni di rischio meteorologico dovute a basse temperature, indipendentemente dai valori estremi. Come si può evidenziare dal grafico della **figura 34**, nel corso dei mesi più freddi la maggior parte delle stazioni ARPAS ha registrato giorni di gelo che in alcune località dell'interno ha raggiunto un numero piuttosto elevato; in generale nel mese di febbraio si è totalizzato il maggior numero di giorni di gelo. Inoltre si è voluto raffigurare per due stazioni rappresentative del Nord e del Sud dell'Isola, Olmedo (**figura 35**) e Decimomannu (**figura 36**), l'andamento del numero di giorni di gelo registrati nelle diverse annate a partire da quella 1995-96.

Figura 34: Numero di giorni di gelo ($T_{min} \leq 0 \text{ }^\circ\text{C}$) registrati nell'annata 2008-09.

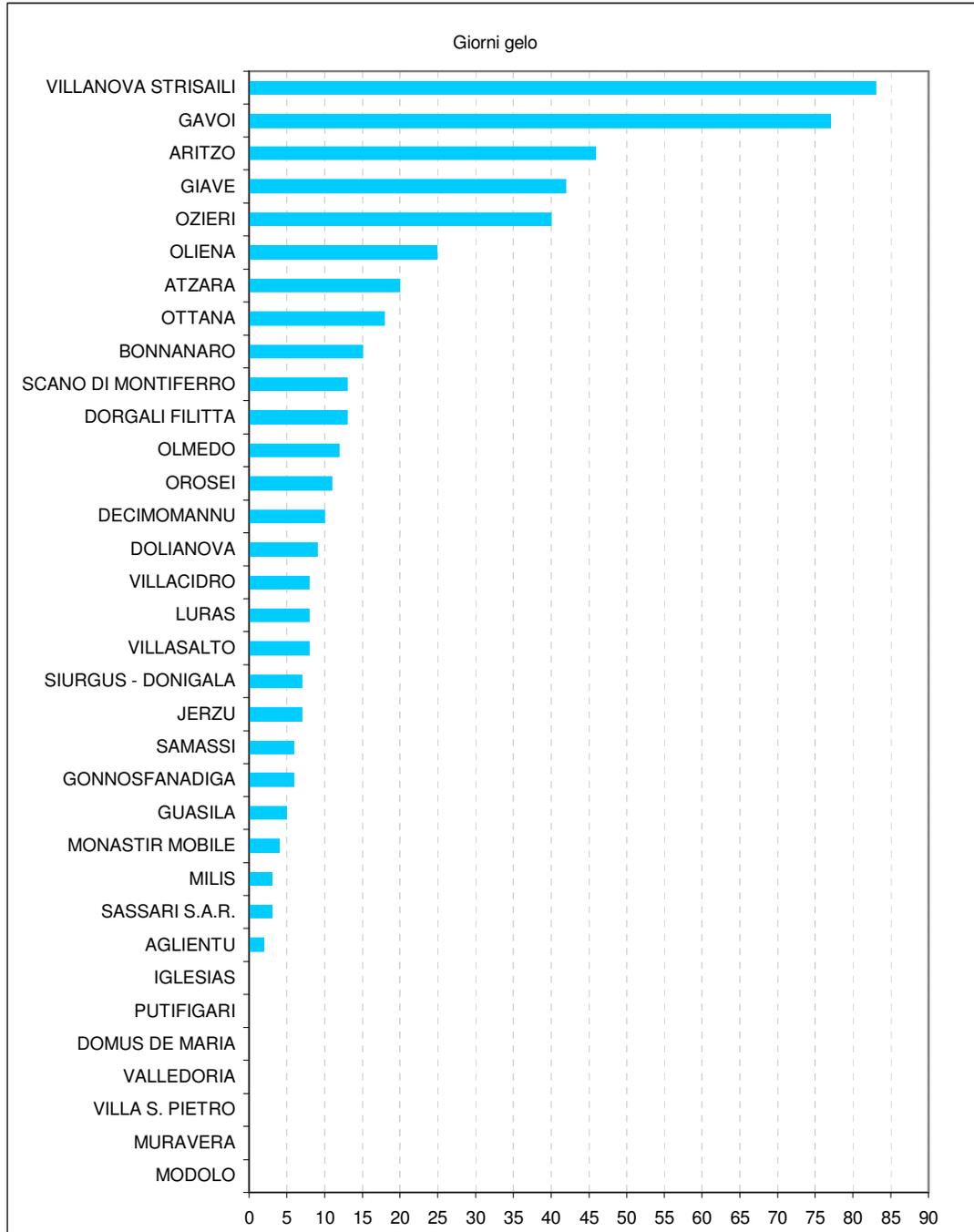


Figura 35: Numero di giorni di gelo registrati nella stazione di Olmedo nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.

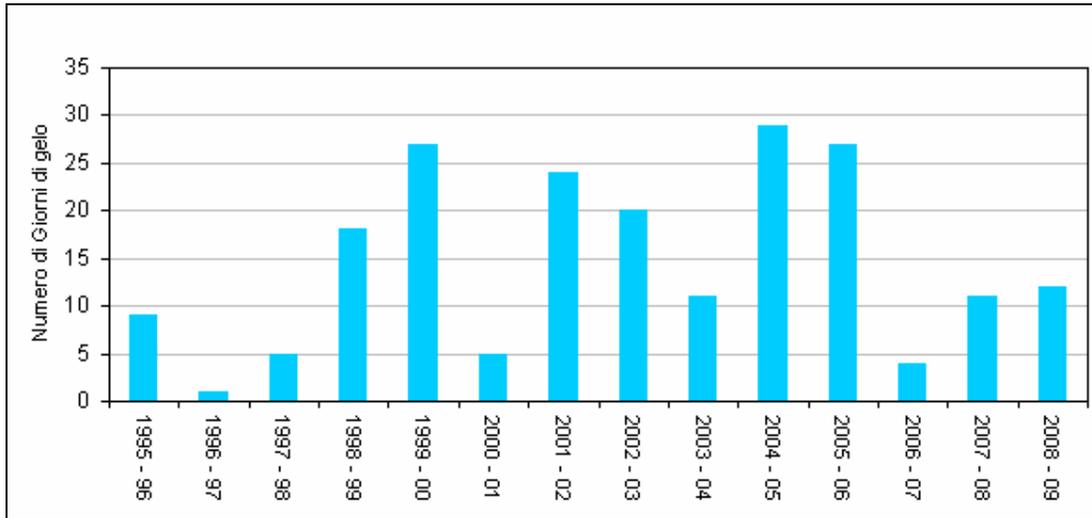
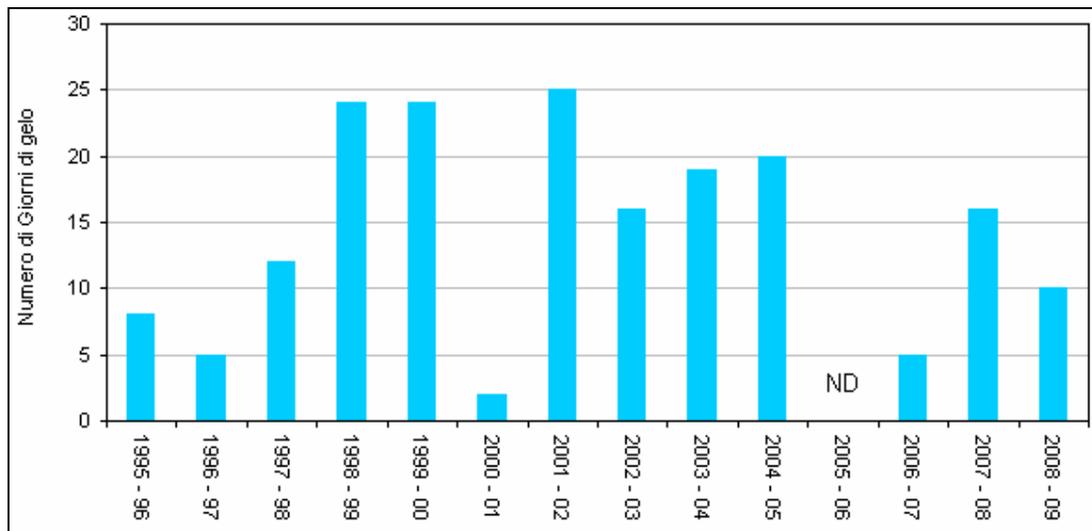


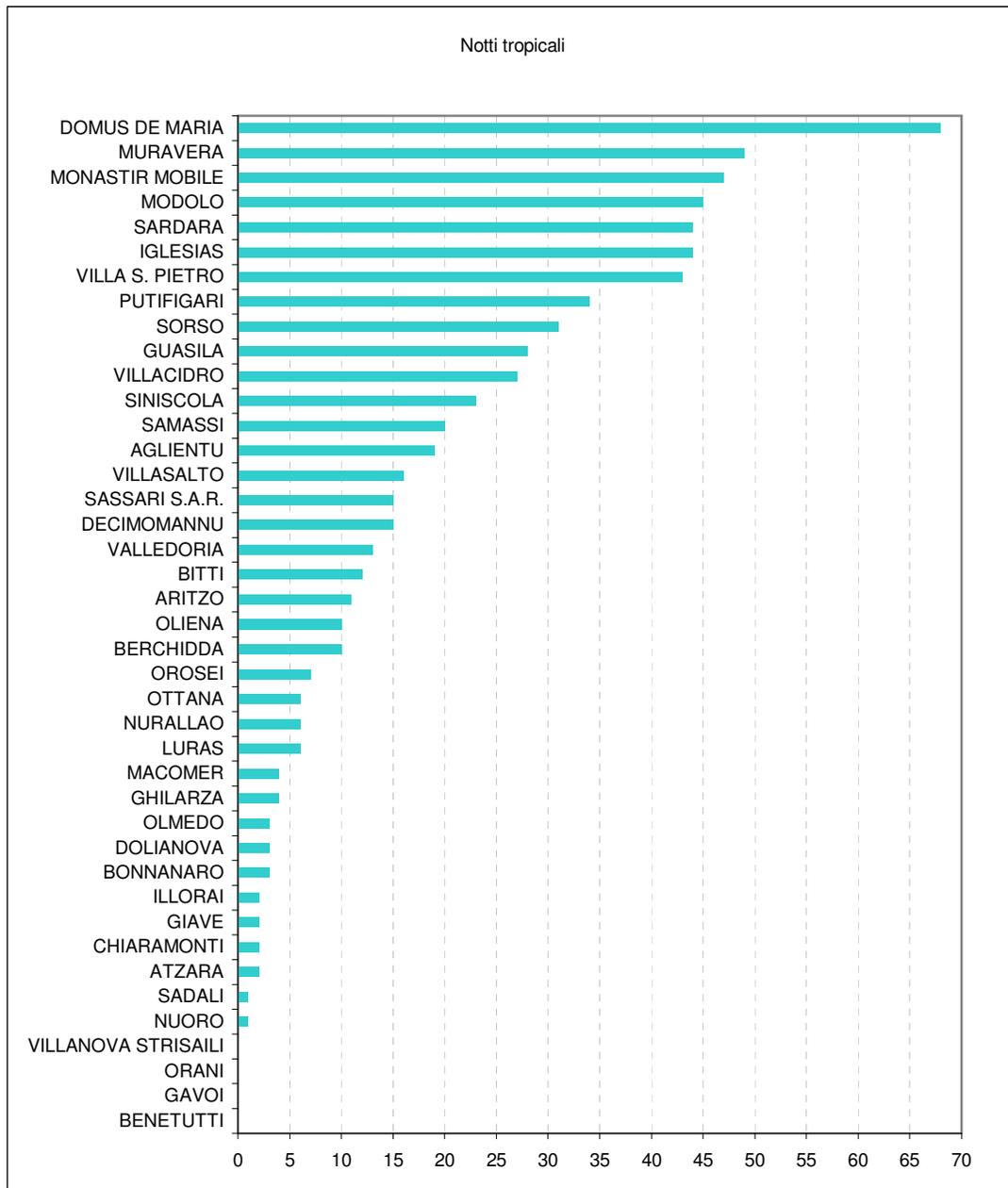
Figura 36: Numero di giorni di gelo registrati nella stazione di Decimomannu nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.



2.2.2 Notti tropicali

Il computo delle notti tropicali rappresenta un indicatore che esprime il numero delle notti afose nel corso della stagione calda, quelle cioè in cui le temperature minime non calano sotto i 20 °C. L'analisi dei dati giornalieri evidenzia che la quasi totalità delle stazioni di monitoraggio ha registrato tali condizioni nei mesi estivi, in particolar modo quelle ubicate in prossimità della costa e nel Campidano (figura 37).

Figura 37: Numero di notti tropicali ($T_{min} \geq 20$ °C) registrati nell'annata 2008-09.



Anche in questo caso si è voluto rappresentare l'andamento per le due stazioni rappresentative di Olmedo e Decimomannu, per l'intera serie di valori a partire dall'annata 1995-96 (**figure 38 e 39**)

Figura 38: Numero di notti tropicali registrati nella stazione di Olmedo nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.

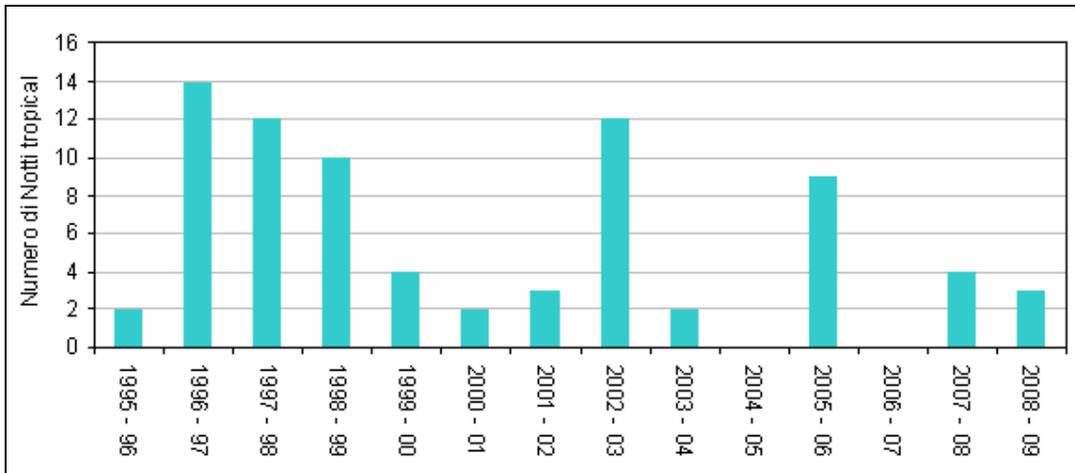
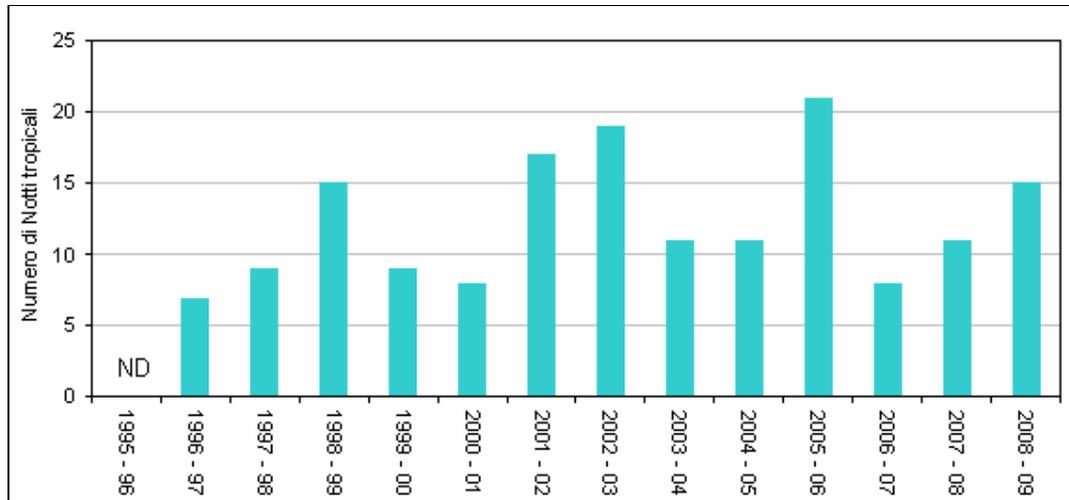


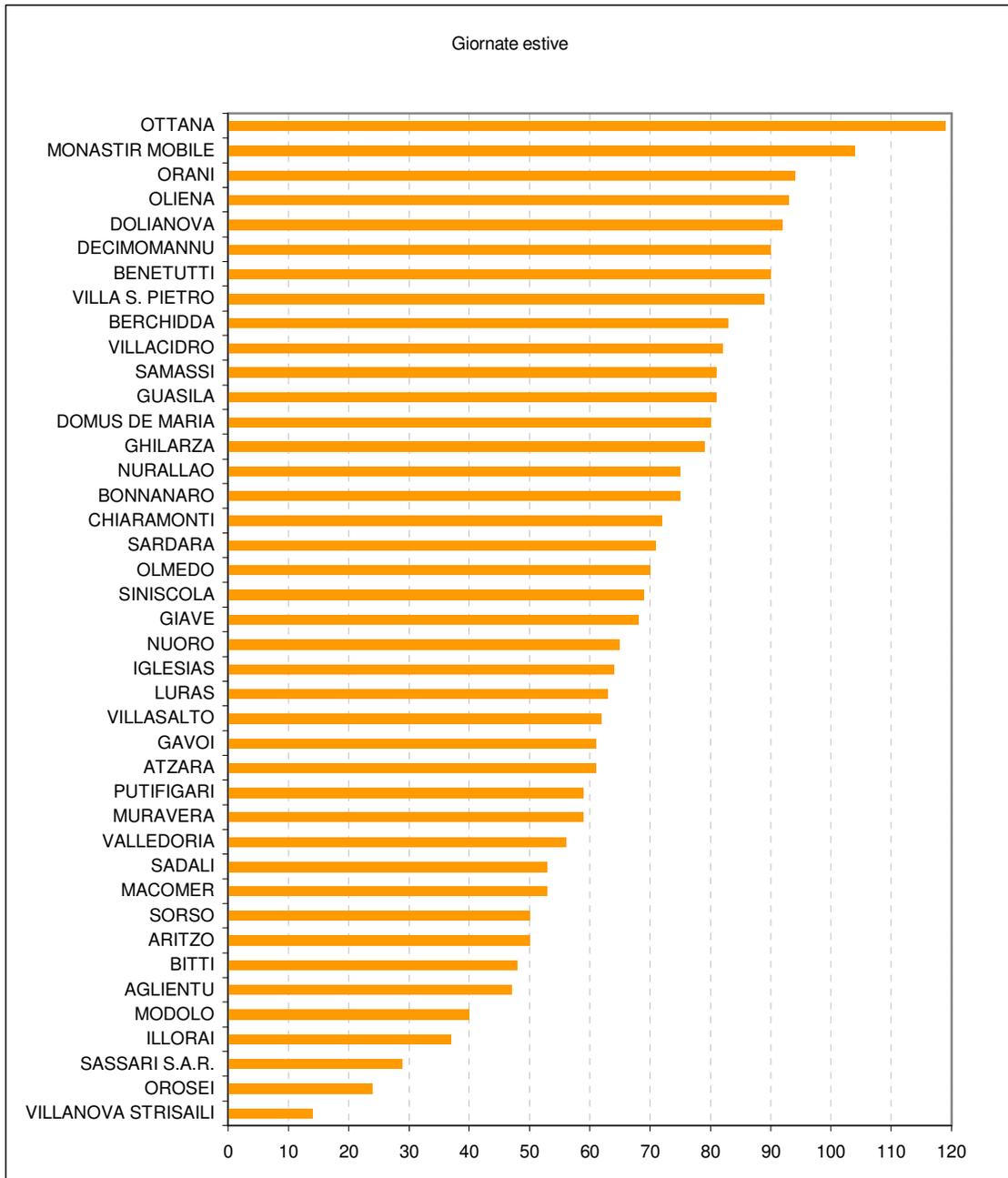
Figura 39: Numero di notti tropicali registrati nella stazione di Decimomannu nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.



2.2.3 Giornate estive

Il calcolo delle giornate estive quantifica il numero complessivo dei giorni in cui la temperatura massima supera i 25 °C; tuttavia tale soglia termica è poco significativa per le condizioni climatiche dell'Isola, perciò si è ritenuto opportuno utilizzare la soglia di 30 °C sia per l'annata in esame sia per l'analisi dell'andamento negli ultimi anni. Il grafico riportato nella **figura 40** evidenzia come per la maggior parte delle stazioni ARPAS si siano totalizzate da circa 50 a 90 giornate estive; si può inoltre osservare che nelle località meridionali e nel Nuorese si sono raggiunti i totali più elevati

Figura 40: Numero di giornate estive (Tmax ≥ 30 °C) registrati nell'annata 2008-09.



Nei grafici riportati nelle **figure 41 e 42** è messo in evidenza l'andamento dell'indicatore all'interno del periodo 1995-2009 nelle due stazioni di Olmedo e Decimomannu; si può osservare il diverso andamento registrato nelle due stazioni ed il picco di giorni del 2003.

Figura 41: Numero di giornate estive registrate nella stazione di Olmedo nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.

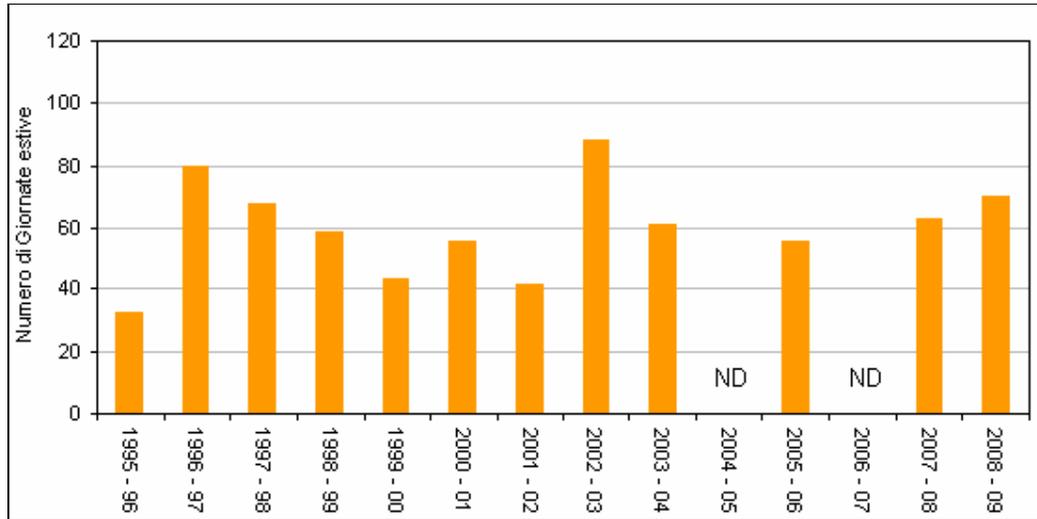
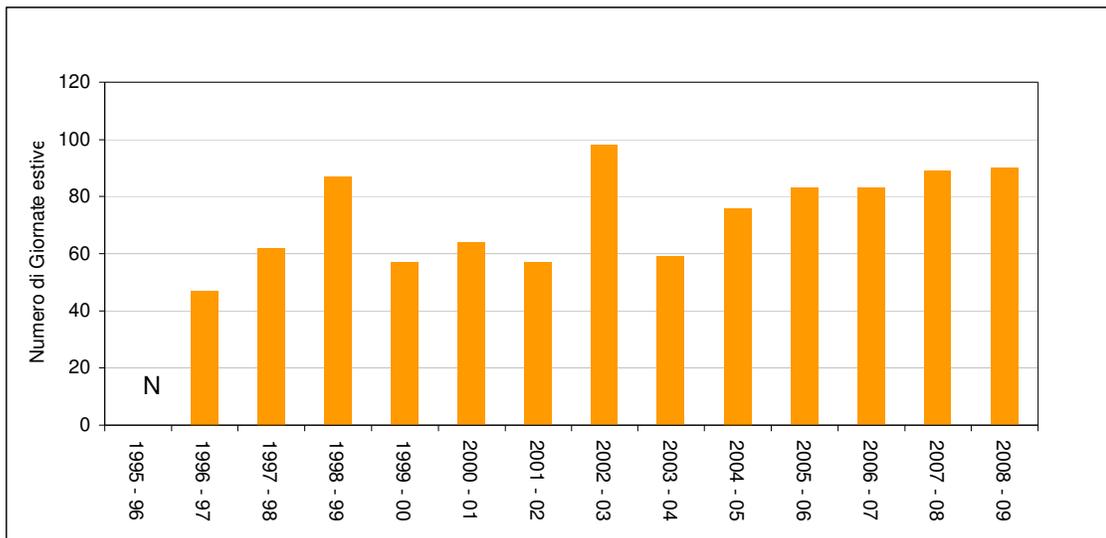


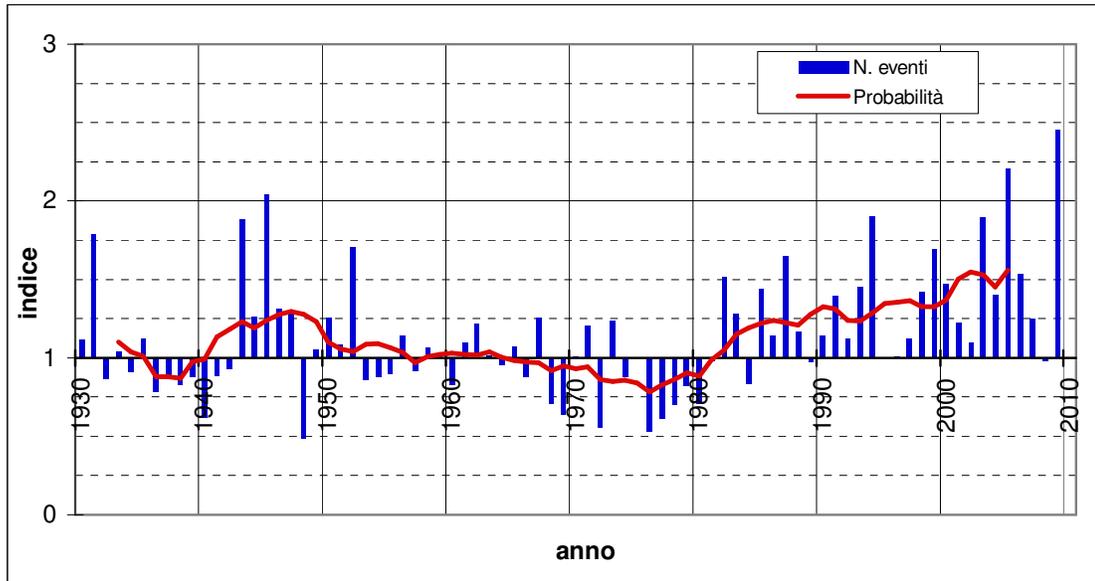
Figura 42: Numero di giornate estive registrate nella stazione di Decimomannu nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.



Per questa elaborazione si è inoltre analizzata la frequenza di superamento della soglia dei 30 °C a partire dal 1930. Nella **figura 43**, il numero medio (tra aprile e ottobre) di eventi sulla Sardegna nell'arco degli ultimi 80 anni è confrontato rispetto alla media 1961-1990. Gli anni con un valore dell'*indice* pari a 1 sono quelle con un numero di eventi nella media; gli anni con valori inferiori a 1

sono quelle con meno giorni rispetto al valore di riferimento; gli anni con valori superiori alla media, infine, sono quelli in cui tale soglia è stata superata più di frequente. Assieme al numero di eventi dell'anno, si osserva l'evoluzione della probabilità di superare i 30 °C, rispetto a quella tipica del trentennio 1961-1990.

Figura 43: Indice del numero di giornate con T > 30 °C tra il 1930 ed il 2009.
Il valore 1 indica un'annata in linea con il comportamento medio del trentennio 1961-1990.



Come si può osservare il numero di eventi ha oscillato intorno ai valori del trentennio di riferimenti sino agli anni '80. Dalla fine di quel decennio, invece, l'incidenza dei giorni con massime superiori a 30 °C è andata crescendo in maniera progressiva. Dopo il 2000, in particolare, si è osservato che la probabilità di avere questo tipo di evento è cresciuta del 50% rispetto a quanto accadeva in precedenza. In particolare, proprio il 2009 ha avuto il massimo assoluto di giorni con temperatura massima superiore a 30 °C, corrispondenti a oltre il doppio rispetto all'andamento tipico..

2.2.4 Permanenza delle temperature orarie

Come accennato in precedenza si è effettuata anche un'analisi di maggior dettaglio del regime termico, basata sulla permanenza delle temperature orarie rispetto ad alcune soglie critiche. La durata dell'esposizione a condizioni termiche critiche rappresenta infatti un'importante causa di stress sugli organismi animali e vegetali.

L'analisi della stagione invernale mette in evidenza le condizioni termiche registrate nel mese di febbraio, in cui oltre a raggiungere i valori giornalieri minimi più bassi, vi è stata in generale una persistenza di condizioni potenzialmente critiche sensibilmente superiore alla norma.

Nella **tabella 1** oltre ai valori minimi del mese di febbraio è riportato il numero totale di ore in cui le temperature sono rimaste sotto le soglie critiche di 0, -3 e -5 °C, unitamente al massimo cumulato giornaliero (indicato tra parentesi tonde). Per ciascuna stazione esaminata, inoltre, tali valori sono raffrontati con i corrispondenti valori tipici, rappresentati dalle mediane dei dati mensili registrati nei

diversi anni del periodo 1995-2007; a questi sono associati, infine, i valori estremi registrati nella medesima serie storica (tra parentesi quadre).

Come si può osservare nella tabella 2 oltre a raggiungere i valori giornalieri minimi relativamente bassi vi è stata in generale una persistenza di condizioni potenzialmente critiche superiore alla norma. Di rilievo la permanenza delle temperature sotto $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ per 12 ore consecutive nella stazione di Orgosolo Montes.

Nel periodo caldo le anomalie più significative si sono avute in maggio e in agosto; per il mese di maggio la **tabella 2** evidenzia come nelle località della fascia centrale, le temperature medie orarie dei giorni più caldi si siano mantenute oltre le soglie di 30 e $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ per un cospicuo numero di ore; in particolare, nelle stazioni di Ottana, Palmas Arborea, Benetutti, Dorgali Lanaitto e Milis si sono registrati da 50 a 100 ore con valori superiori a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, circa 10 - 40 ore sopra $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ e perfino 3 e 10 ore sopra $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ rispettivamente nelle stazioni di Palmas Arborea e Ottana. Si può osservare come tali valori siano ben superiori rispetto a quelli "normali" relativi agli anni recenti 1995-2007 e spesso superiori ai massimi registrati nella serie pluriennale di riferimento. Anche nei mesi di luglio e agosto si sono registrati elevati numeri di ore sopra le soglie critiche, senza tuttavia superare i picchi riscontrati in anni precedenti.

Tabella 1: Valori estremi di temperatura minima e permanenza dei valori orari sotto le soglie di 0, -3 e -5 °C, mese di febbraio 2009.

Stazioni	T minime (°C)	N° ore mensili e massimi giornalieri			Valori "normali" ed estremi del periodo 1995-2007		
		0 °C	-3 °C	-5 °C	0 °C	-3 °C	-5 °C
GAVOI	-10.2	154 (17)	93 (14)	54 (8)	-	-	-
VILLANOVA STRISAILI	-7.8	170 (16)	71 (10)	38 (7)	158.5 [57 - 204]	71 [13 - 93]	18.5 [0 - 49]
ORGOSOLO MONTES	-7.3	224 (23)	74 (17)	19 (12)	-	-	-
GIAVE	-5.3	92 (12)	36 (7)	0 (0)	40 [13 - 131]	7 [0 - 59]	0 [0 - 39]
ORGOSOLO OLAI	-5.2	143 (18)	30 (10)	0 (0)	-	-	-
DORGALI LANAITTO	-5.1	85 (12)	11 (7)	0 (0)	-	-	-
ARITZO	-4.7	131 (18)	19 (11)	0 (0)	-	-	-
OLIENA	-4.6	71 (10)	11 (5)	0 (0)	31 [7 - 89]	0 [0 - 15]	0 [0 - 1]
OZIERI	-4.6	88 (11)	16 (5)	0 (0)	38 [4 - 93]	0 [0 - 36]	0 [0 - 13]
ATZARA	-4.5	67 (13)	3 (3)	0 (0)	1.5 [0 - 90]	0 [0 - 10]	0 [0]
MACOMER	-4.2	84 (16)	9 (5)	0 (0)	10 [0 - 140]	0 [0 - 42]	0 [0 - 14]
BENETUTTI	-4.0	82 (11)	7 (3)	0 (0)	25 [8 - 86]	0 [0 - 22]	0 [0 - 8]
OLMEDO	-4.0	43 (10)	2 (2)	0 (0)	1 [0 - 52]	0 [0 - 2]	0 [0]
OTTANA	-3.6	48 (9)	0 (0)	0 (0)	16.5 [0 - 71]	0 [0 - 12]	0 [0]
LURAS	-3.4	33 (13)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 75]	0 [0]	0 [0]
DOLIANOVA	-3.3	24 (8)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 29]	0 [0]	0 [0]
BARISARDO	-2.8	30 (8)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
BERCHIDDA	-2.7	48 (11)	0 (0)	0 (0)	3.5 [0 - 42]	0 [0 - 1]	0 [0]
OROSEI	-2.7	27 (6)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 5]	0 [0]	0 [0]
BONNANARO	-2.6	29 (8)	0 (0)	0 (0)	1 [0 - 64]	0 [0 - 17]	0 [0 - 1]
SCANO DI MONTIFERRO	-2.6	44 (11)	0 (0)	0 (0)	1.5 [0 - 14]	0 [0]	0 [0]
JERZU	-2.4	13 (5)	0 (0)	0 (0)	1 [0 - 15]	0 [0]	0 [0]
DECIMOMANNU	-2.3	35 (7)	0 (0)	0 (0)	1 [0 - 63]	0 [0 - 2]	0 [0]
ARZACHENA MOBILE	-2.3	20 (7)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
PALMAS ARBOREA	-2.3	24 (8)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
USINI MOBILE	-2.3	17 (9)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
VILLASALTO	-1.9	25 (9)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 76]	0 [0 - 2]	0 [0]
SASSARI S.A.R.	-1.8	14 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 13]	0 [0]	0 [0]
DORGALI FILITTA	-1.7	33 (7)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
GONNOSFANADIGA	-1.7	18 (7)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
GUASILA	-1.6	13 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 50]	0 [0 - 3]	0 [0]
VILLACIDRO	-1.5	6 (2)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 24]	0 [0 - 2]	0 [0]
SAMASSI	-1.4	14 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 45]	0 [0 - 3]	0 [0]
MILIS	-1.1	7 (5)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 14]	0 [0]	0 [0]
MONASTIR MOBILE	-0.6	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
AGLIENTU	-0.2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
VALLEDORIA	0.1	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 18]	0 [0]	0 [0]
VILLA S. PIETRO	0.1	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
IGLESIAS	0.2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 16]	0 [0]	0 [0]
MODOLO	0.3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 14]	0 [0]	0 [0]
PUTIFIGARI	0.5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 48]	0 [0]	0 [0]
MURAVERA	1.3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
DOMUS DE MARIA	1.7	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
STINTINO	1.8	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]

Tabella 2: Valori estremi di temperatura massima e permanenza dei valori orari sopra le soglie di 30, 35 e 38 °C, mese di maggio 2009.

Stazioni	T massime (°C)	N° ore mensili e massimi giornalieri			Valori "normali" ed estremi del periodo 1995-2007		
		30 °C	35 °C	38 °C	30 °C	35 °C	38 °C
OTTANA	40.3	106 (10)	37 (8)	10 (5)	18 [0 - 64]	0 [0 - 10]	0 [0]
PALMAS ARBOREA	38.9	51 (11)	23 (6)	3 (3)	-	-	-
BENETUTTI	38.8	60 (10)	15 (5)	0 (0)	17 [0 - 38]	0 [0 - 3]	0 [0]
DORGALI LANAITTO	38.4	80 (9)	19 (6)	0 (0)	-	-	-
MILIS	37.6	50 (10)	11 (5)	0 (0)	11 [0 - 32]	0 [0 - 2]	0 [0]
USINI MOBILE	37.4	48 (10)	9 (6)	0 (0)	-	-	-
ARZACHENA MOBILE	36.8	42 (9)	1 (1)	0 (0)	-	-	-
ORANI	36.8	55 (9)	9 (5)	0 (0)	3 [0 - 33]	0 [0 - 3]	0 [0]
GHILARZA	36.7	38 (8)	3 (3)	0 (0)	0 [0 - 15]	0 [0 - 1]	0 [0]
OLMEDO	36.7	39 (9)	2 (2)	0 (0)	0 [0 - 9]	0 [0]	0 [0]
CHIARAMONTI	36.5	41 (9)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 12]	0 [0]	0 [0]
VALLEDORIA	36.3	21 (10)	1 (1)	0 (0)	0 [0 - 5]	0 [0]	0 [0]
BERCHIDDA	36.2	43 (8)	1 (1)	0 (0)	5 [0 - 39]	0 [0 - 3]	0 [0]
BONNANARO	35.8	38 (8)	2 (2)	0 (0)	3 [0 - 14]	0 [0]	0 [0]
OZIERI	35.7	44 (8)	1 (1)	0 (0)	6 [0 - 25]	0 [0 - 3]	0 [0]
JERZU	35.6	26 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 13]	0 [0]	0 [0]
SORSO	35.4	25 (8)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 10]	0 [0]	0 [0]
SARDARA	35.3	34 (7)	0 (0)	0 (0)	1.5 [0 - 17]	0 [0]	0 [0]
PUTIFIGARI	35.2	29 (8)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 7]	0 [0]	0 [0]
OLIENA	35.1	42 (8)	0 (0)	0 (0)	3 [0 - 22]	0 [0]	0 [0]
GONNOSFANADIGA	34.8	47 (8)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
IGLESIAS	34.6	30 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 4]	0 [0]	0 [0]
SASSARI S.A.R.	34.5	23 (10)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 5]	0 [0]	0 [0]
GUASILA	34.3	23 (7)	0 (0)	0 (0)	1.5 [0 - 15]	0 [0]	0 [0]
GIAVE	34.0	33 (9)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 9]	0 [0]	0 [0]
NURALLAO	33.9	30 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 16]	0 [0]	0 [0]
ORGOSOLO OLAI	33.9	35 (9)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
SINISCOLA	33.7	28 (8)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 12]	0 [0]	0 [0]
ATZARA	33.5	25 (8)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 9]	0 [0]	0 [0]
DOLIANOVA	33.5	19 (7)	0 (0)	0 (0)	1 [0 - 23]	0 [0]	0 [0]
SAMASSI	33.4	25 (7)	0 (0)	0 (0)	3 [0 - 21]	0 [0]	0 [0]
DORGALI FILITTA	33.2	35 (8)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
MONASTIR MOBILE	33.2	25 (9)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
LURAS	33.1	25 (6)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 1]	0 [0]	0 [0]
DOMUS DE MARIA	33.0	15 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 18]	0 [0]	0 [0]
SIURGUS - DONIGALA	33.0	18 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 8]	0 [0]	0 [0]
VILLASALTO	32.9	25 (8)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 3]	0 [0]	0 [0]
AGLIENTU	32.8	22 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 10]	0 [0]	0 [0]
VILLA S. PIETRO	32.7	5 (3)	0 (0)	0 (0)	3 [0 - 17]	0 [0]	0 [0]
BARISARDO	32.6	3 (3)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
VILLACIDRO	32.6	23 (6)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 13]	0 [0]	0 [0]
NUORO	32.5	14 (6)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 1]	0 [0]	0 [0]
GAVOI	32.4	22 (8)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
DECIMOMANNU	32.3	16 (6)	0 (0)	0 (0)	3 [0 - 23]	0 [0]	0 [0]
MODOLO	32.3	22 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 5]	0 [0]	0 [0]
BITTI	32.1	3 (3)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
SCANO DI MONTIFERRO	32.1	12 (5)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 7]	0 [0]	0 [0]
MACOMER	31.8	7 (5)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 2]	0 [0]	0 [0]
ORGOSOLO MONTES	31.5	9 (4)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
UTA	31.3	4 (3)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
SADALI	31.2	2 (2)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 1]	0 [0]	0 [0]
ARITZO	31.1	3 (2)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
ILLORAI	30.4	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
OROSEI	29.3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 8]	0 [0]	0 [0]
VILLANOVA STRISAILI	29.2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
MURAUVERA	28.9	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 11]	0 [0 - 1]	0 [0]

4. ELABORAZIONI AGROMETEOROLOGICHE SPECIFICHE

4.1 Evapotraspirazione e bilancio idro-meteorologico

Il bilancio idro-meteorologico è un semplice indicatore ottenuto per differenza tra gli apporti piovosi e le perdite evapotraspirative calcolate per lo stesso periodo, che consente di esprimere l'apporto meteorologico netto ed evidenziare le differenti condizioni di disponibilità idrica nei diversi ambiti territoriali e nei diversi anni.

L'evapotraspirazione di riferimento (ET_0)⁹, vale a dire le perdite verso l'atmosfera sotto forma di evaporazione dal suolo e di traspirazione per mezzo delle piante, è stata calcolata applicando il metodo di Hargreaves-Samani ai dati medi mensili di temperatura minima, massima e media.

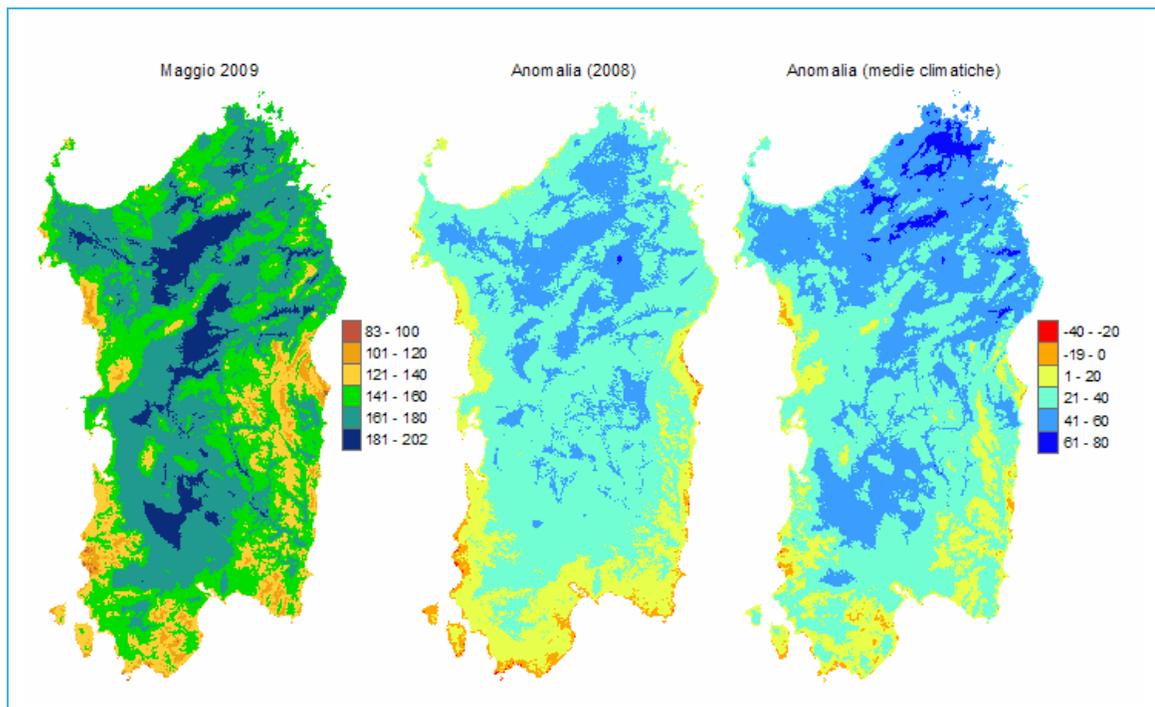
I valori dell'evapotraspirazione stimati per il territorio regionale sono variati secondo le località da 50-90 mm/mese nel mese di ottobre, a 30 e 50 mm/mese in novembre fino ai valori minimi di dicembre e gennaio, pari a 20-40 mm/mese circa. Successivamente, fino alla stagione estiva, si è avuto un progressivo incremento dei valori mensili che sono variati, secondo le località, da 20-50 mm/mese in febbraio, a 40-90 in marzo, quindi a 50-110 ad aprile fino a raggiungere 100-180 mm in maggio e giugno e i valori massimi in luglio, pari a 120-240 mm/mese. Infine, negli ultimi due mesi, si è registrato un calo progressivo con valori di circa 100-200 mm/mese in agosto, secondo le località, fino a valori di 70-130 mm/mese nel mese di settembre.

Rispetto ai corrispondenti valori medi climatologici riferiti al trentennio 1961-90, questi valori mensili risultano generalmente più elevati nel mese di ottobre, sono invece inferiori nei mesi di novembre e dicembre, mentre nel mese di gennaio compaiono sia incrementi che decrementi, secondo le località; in febbraio sono stati inferiori poi superiori in marzo, mentre nei mesi successivi non si osservano anomalie significative rispetto al clima, con la contemporanea presenza di incrementi e riduzioni nell'ambito dello stesso mese, ad eccezione di maggio (**figura 44**) in cui si è registrato una sensibile anomalia per l'intero territorio regionale.

Per quanto riguarda gli apporti, invece, le abbondanti piogge cadute nel corso del mese di ottobre ed in particolare nell'ultima decade hanno dato luogo a condizioni di surplus diffuso sulla quasi totalità del territorio isolano, diversamente da quanto si è verificato nello stesso periodo dell'anno precedente. Le abbondanti piogge cadute nel Cagliaritano e nell'Ogliastra, concentrate soprattutto nella giornata del 22, hanno determinato un notevole eccesso idrico; per contro, solo alcune aree circoscritte mostrano i valori del bilancio tra apporti meteorici e perdite evapotraspirative in pareggio, o addirittura negativi, come nel caso del Medio Campidano. Nel successivo mese di novembre le piogge abbondanti, con i picchi concentrati nella prima e nella terza decade hanno dato luogo ad ampie condizioni di surplus sulla quasi totalità del territorio isolano, superiori alle condizioni medie e soprattutto rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente.

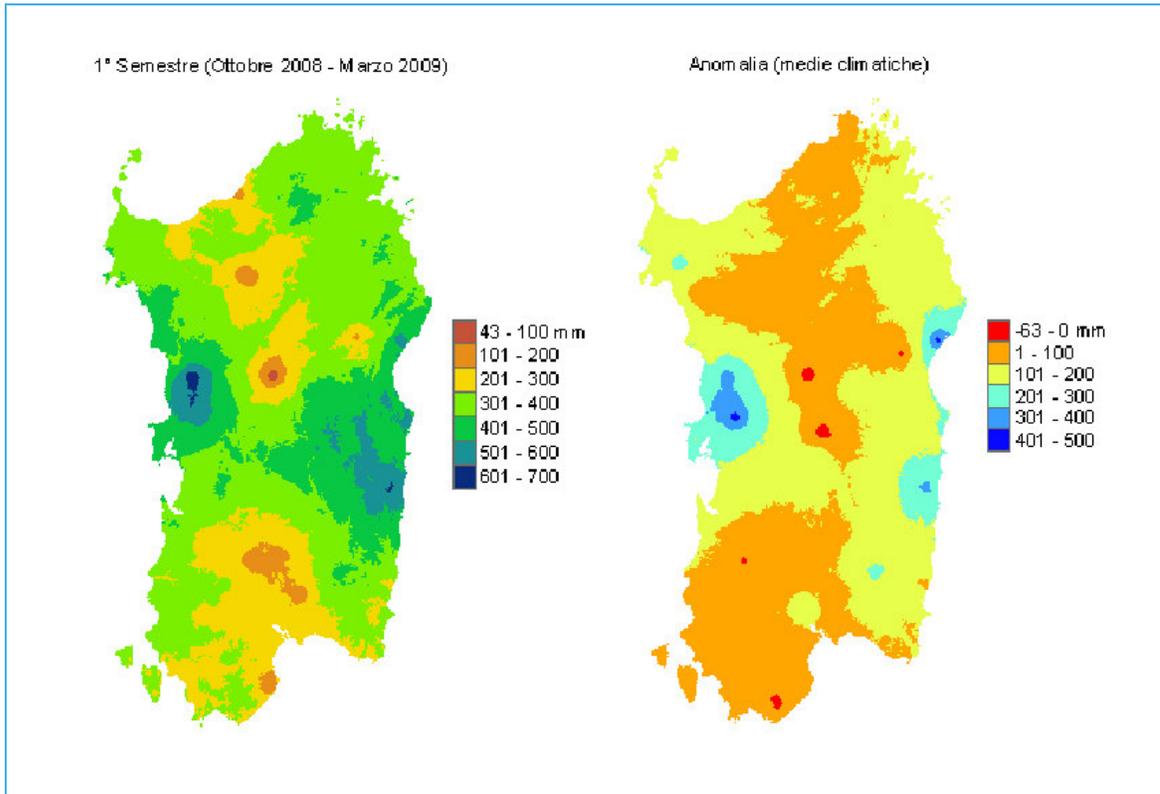
⁹ L'evapotraspirazione di riferimento rappresenta la quantità d'acqua dispersa nell'atmosfera, attraverso i processi di evaporazione del suolo e traspirazione delle piante, da un prato di ampia estensione, i cui processi di crescita e produzione non sono limitati dalla disponibilità idrica o da altri fattori di stress. È generalmente accettato che la coltura di riferimento sia una specie autunno-vernina, del tipo C-3, con caratteristiche geometriche ed ecofisiologiche simili al loietto (*Lolium perenne* L.) o alla festuca (*Festuca arundinacea* Schrab, 'Alta').

Figura 44: Mappe di evapotraspirazione di riferimento di maggio 2009 e di anomalia rispetto all'anno precedente e ai valori medi trentennali.



Il perdurare di condizioni meteorologiche caratterizzate dall'elevata frequenza di eventi piovosi nei mesi di dicembre e gennaio e le ridotte perdite evapotraspirative tipiche del periodo, hanno mantenuto una situazione di ampio surplus sulla quasi totalità del territorio isolano, sebbene con differenze anche piuttosto marcate tra le diverse località, legate alla distribuzione delle piogge. Nei mesi di febbraio e marzo gli apporti generalmente contenuti in alcune aree dell'Isola non sono stati sufficienti ad equilibrare le perdite evapotraspirative e si sono avute ampie aree con condizioni di deficit del bilancio, ed anomalie negative rispetto alla media trentennale. Nel complesso per il primo semestre risulta un bilancio idro-meteorologico generalmente superiore alla media anche in misura consistente, ad eccezione di alcune aree limitate (**figura 45**). Il bilancio ampiamente positivo tra apporti e perdite, ha determinato la progressiva idratazione dei suoli fino a dar luogo, in alcuni casi, a perduranti condizioni di saturazione. Inoltre, ha contribuito alla ricarica degli acquiferi e ha alimentato un intenso deflusso superficiale con incremento delle portate dei corsi d'acqua e il conseguente innalzamento dei livelli nei bacini di raccolta, che al termine di gennaio hanno raggiunto valori eccezionali dei volumi immagazzinati.

Figura 45: Mappe di bilancio idro-meteorologico del semestre ottobre 2008 - marzo 2009 e di anomalia rispetto ai valori medi trentennali.



All'inizio del secondo semestre si sono avuti apporti piovosi consistenti soprattutto nel settore centrale e meridionale, perciò il bilancio del mese di aprile si è chiuso con condizioni di surplus in queste parti dell'Isola e rispetto al clima si registra una minore disponibilità idrica unicamente in aree circoscritte del settore Nord-orientale, mentre si hanno anomalie positive crescenti a mano a mano che ci si sposta verso Sud-Est.

Nel mese di maggio l'elevato tasso evapotraspirativo e la scarsità di precipitazioni hanno determinato un elevato deficit del bilancio idro-meteorologico, che in molte località ha raggiunto valori compresi tra -140 e -180 mm, sensibilmente più intenso rispetto ai valori medi climatici. Nel periodo in esame pertanto si è verificata una riduzione delle risorse idriche immagazzinate nei suoli nel periodo precedente, disponibili per le colture in asciutto e per la vegetazione spontanea. Nel caso delle colture irrigue le condizioni agrometeorologiche hanno determinato un incremento dei fabbisogni e quindi l'impiego di volumi idrici superiori alla norma. Le condizioni del mese di giugno si discostano rispetto a quelle medie del periodo, mostrando una maggior disponibilità idrica rispetto alle medie trentennali nelle aree del centro-Nord, dove si sono concentrate le piogge più abbondanti, e valori di deficit generalmente più elevati in tutta la parte meridionale e nel settore Nord-orientale. Nei mesi di luglio ed agosto il bilancio riflette le perdite evapotraspirative, in considerazione della quasi totale assenza di piogge e mostra valori di deficit di poco superiori ai corrispondenti valori climatici, ad eccezione di alcune aree circoscritte in cui si sono registrate le piogge abbondanti (es. Logudoro).

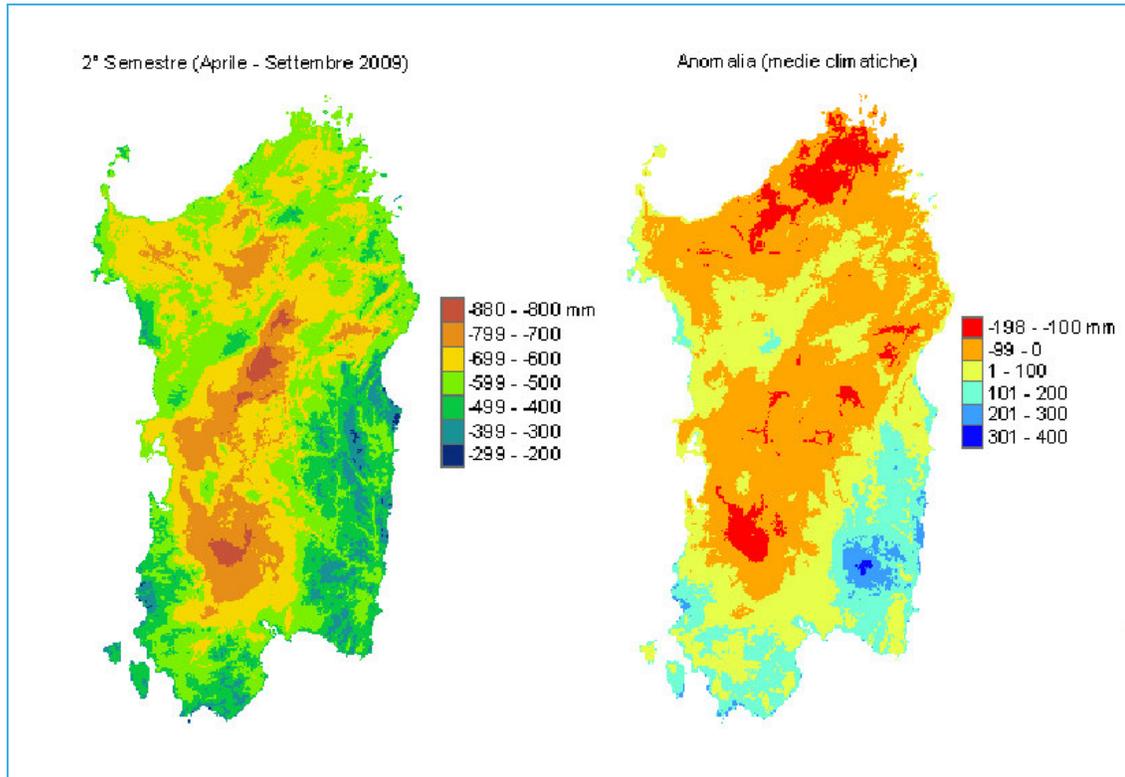
Le abbondanti piogge di settembre in alcune aree, in particolare del versante orientale, hanno superato quantitativamente le perdite evapotraspirative mentre nelle altre località ha prevalso il cumulo di evapotraspirazione dando luogo a condizioni di deficit esteso, soprattutto nel settore centrale dell'Isola. Le mappe di anomalia rispetto al clima mostrano valori sempre positivi, sebbene di

entità diversa nelle diverse aree, quindi risultano generalmente più favorevoli in termini di disponibilità idrica, condizioni di cui possono aver beneficiato le coltivazioni e la vegetazione spontanea.

L'abbondanza e l'elevata intensità oraria delle piogge registrate in giorni diversi (in particolare il 24) con valori che hanno raggiunto e superato i 40 mm in 60', hanno provocato condizioni di ristagno idrico ed allagamento dei campi, ed un intenso ruscellamento superficiale con effetti erosivi, particolarmente intensi nelle aree in pendio e in presenza di suoli caratterizzati da una minore capacità di infiltrazione.

Nel secondo semestre, il prevalere delle perdite evapotraspirative ha dato luogo a condizioni di deficit esteso che in alcune località ha raggiunto circa 800 mm (**figura 46**); tuttavia se si rapportano tali valori a quelli medi trentennali calcolati per lo stesso semestre si registra una situazione più vantaggiosa in termini di disponibilità idrica, in virtù soprattutto delle condizioni più favorevoli dei mesi di aprile e settembre.

Figura 46: Mappe di bilancio idro-meteorologico del semestre aprile - settembre 2009 e di anomalia rispetto ai valori medi trentennali.



4.2 BILANCIO IDRICO DEI SUOLI

Attraverso l'elaborazione di un bilancio idrico giornaliero semplificato¹⁰ per 4 stazioni rappresentative di altrettanti areali (Olmedo, Luras, Oliena e Decimomannu), si può evidenziare l'anomalia dell'umidità dei suoli sia in termini di valori medi mensili sia in termini di permanenza nell'arco dell'intero periodo considerato. Dalle elaborazioni a passo giornaliero, ottenute per l'intera stagione piovosa, si sono calcolati i valori medi mensili dell'umidità dei suoli e sono stati rappresentati in forma grafica nelle **figure 47-50**. All'interno dei grafici si è voluta evidenziare l'anomalia dei dati del periodo attraverso la sovrapposizione alle distribuzioni statistiche calcolate sugli anni precedenti (dal 1995 o 1997 secondo la stazione) rappresentate in forma di *box-plot*, in cui la "scatola" è delimitata dai percentili 20° e 80° e i "baffi" rappresentano i valori estremi della serie pluriennale.

Analizzando i grafici si può evidenziare per le località esaminate che dopo il mese di ottobre, contraddistinto da valori di umidità nella media, il trimestre successivo ha presentato valori medi prossimi alla capacità di campo (corrispondente al 100% dell'acqua disponibile). Nel periodo successivo il progressivo calo è stato più marcato nelle stazioni settentrionali mentre si è verificato un proseguimento della situazione anomala nelle località del centro-Sud, fino a tutto il mese di aprile. A partire dal mese di maggio i valori sono tornati nella norma o su livelli inferiori un po' ovunque. Dopo il periodo secco, le piogge della seconda decade di settembre hanno sensibilmente incrementato il contenuto di umidità dei suoli portandolo su valori medi mensili decisamente anomali per il periodo ed in alcune stazioni ben superiori ai valori massimi registrati a partire dal 1995 (es. stazione di Decimomannu).

Nell'arco dei 12 mesi le frequenti condizioni di umidità dei suoli hanno favorito l'attività vegetativa delle specie coltivate e spontanee, soprattutto laddove le condizioni morfologiche e pedologiche hanno consentito un rapido allontanamento dell'acqua in eccesso.

Tuttavia in tutti quei casi in cui lo smaltimento dell'acqua in eccesso avviene lentamente o è ostacolato nei fondovalle, nelle aree pianeggianti caratterizzate da suoli poco permeabili o con sistemazioni non adeguate, o in presenza di falde superficiali, l'abbondanza delle piogge ha causato il superamento della capacità di campo dei suoli raggiungendo lo stato di saturazione e causando la formazione di ristagni prolungati che hanno arrecato non pochi danni alle attività agricole del periodo.

¹⁰ Si è utilizzata la metodologia FAO che considera gli apporti di pioggia e le perdite per evapotraspirazione effettiva, quest'ultima stimata a partire dall'evapotraspirazione di riferimento e dell'umidità del suolo. Per semplicità si è considerato un suolo con caratteristiche standard, cioè con una capacità di acqua disponibile (differenza tra capacità di campo e punto di appassimento) pari a 150 mm/m e una profondità utile di 50 cm. Nelle simulazioni il contenuto idrico del suolo varia tra il punto di appassimento e la capacità idrica di campo (0-100% rispettivamente).

Figura 47: Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo ottobre 2008 – aprile 2009 e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007. Stazione di Olmedo.

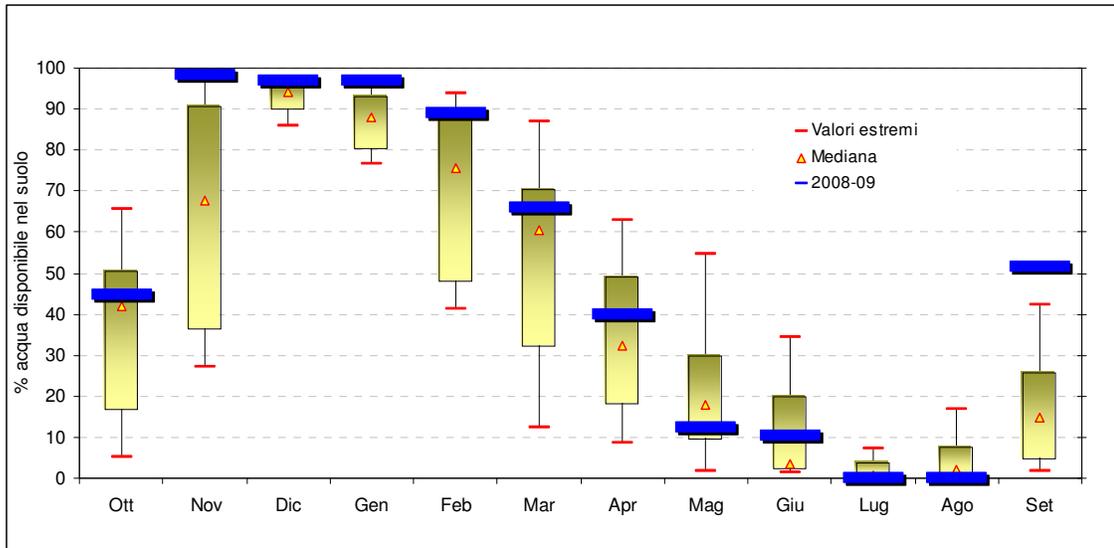


Figura 48: Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo ottobre 2008 – aprile 2009 e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007. Stazione di Luras.

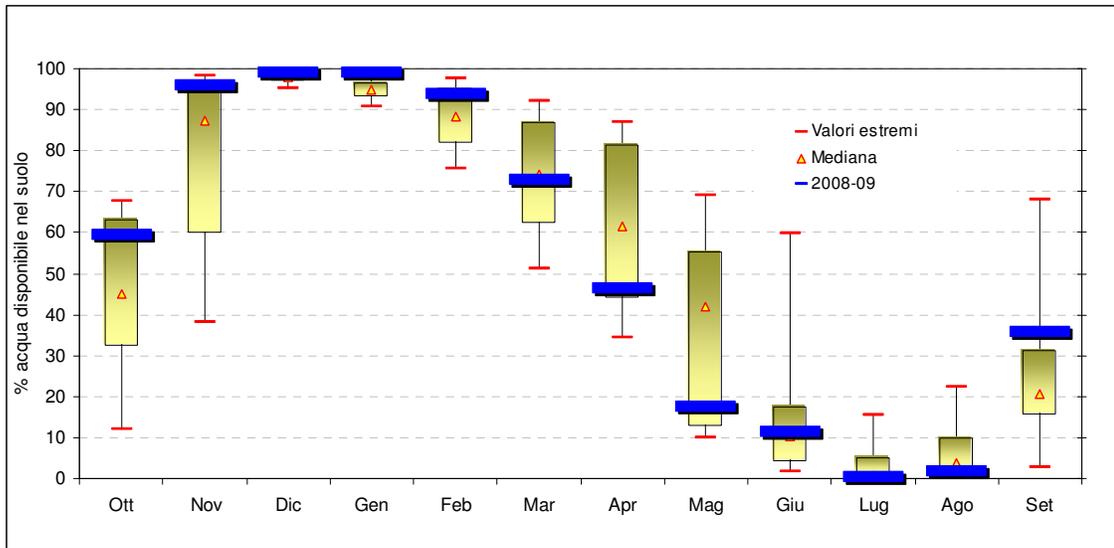


Figura 49: Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo ottobre 2008 – settembre 2009 e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007. Stazione di Oliena.

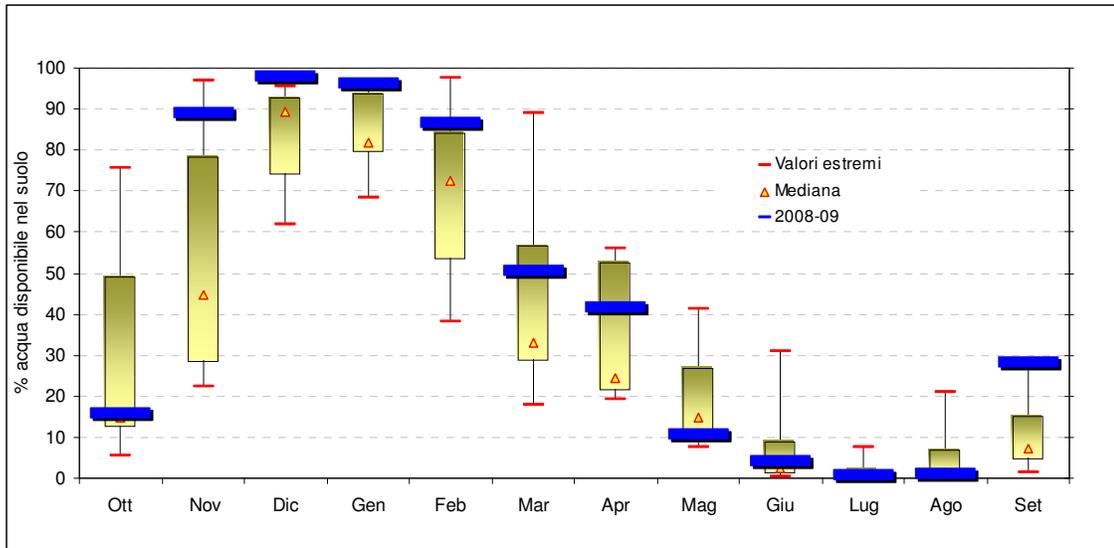
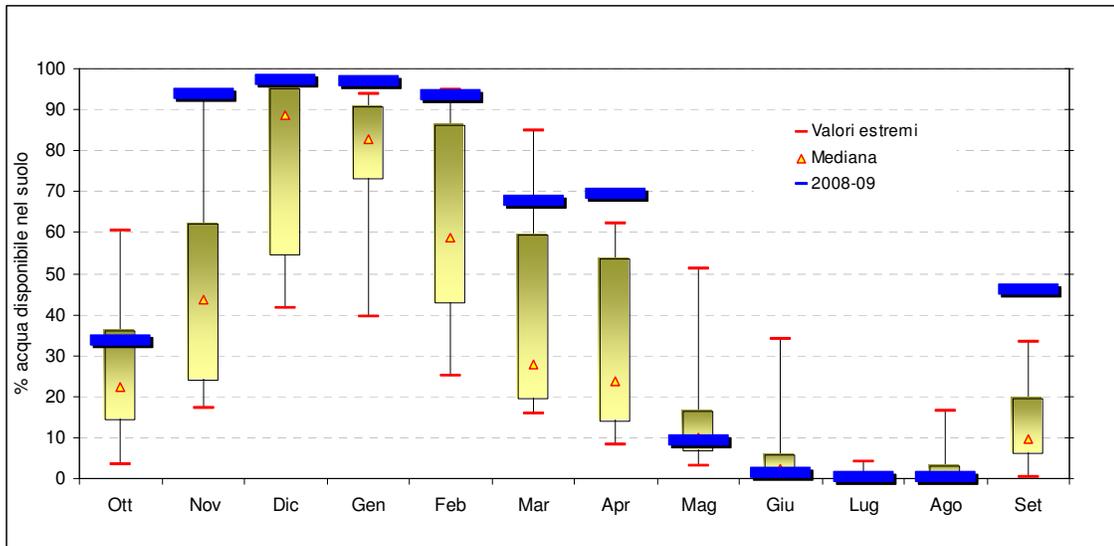


Figura 50: Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo ottobre 2008 – aprile 2009 e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007. Stazione di Decimomannu.



4.3 SOMMATORIE TERMICHE

Le sommatorie termiche sono semplici ma efficaci indicatori agrometeorologici che consentono di spiegare il comportamento delle colture in relazione all'andamento termico di uno specifico periodo. Rappresentano, infatti, l'accumulo di unità termiche al di sopra di una specifica soglia di temperatura necessarie per lo sviluppo degli organismi vegetali.

Per poter valutare l'andamento delle sommatorie termiche durante il periodo ottobre 2008-settembre 2009 si è suddivisa l'annata in tre sottoperiodi in modo da fornire un'indicazione esaustiva del comportamento dell'indice con particolare riferimento al periodo di sviluppo delle colture.

Le sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo **ottobre 2008-marzo 2009 (figura 51)** sono state decisamente più basse rispetto al dato medio climatico. Tale situazione ha riguardato in particolar modo le aree costiere Nord-orientali che hanno presentato differenze di 200-300 GDD. Gli accumuli in base 10 °C (**figura 52**) sono risultati inferiori alla climatologia nel settore settentrionale, lungo la costa orientale e nel Cagliariitano, mentre nel resto dell'Isola i valori sono stati più elevati. Nel dettaglio, le sommatorie termiche in base 0 °C sono state comprese tra minimi di 500-1000 GDD nelle aree a maggior quota e massimi di 2000-2500 GDD nei territori sulla costa. Gli accumuli al di sopra di 10 °C, invece, hanno assunto valori tra 0 GDD e 600 GDD.

L'andamento delle sommatorie termiche relative al semestre **gennaio-giugno 2009** è stato, invece, differente con valori quasi sempre superiori alla climatologia, particolarmente per gli accumuli in base 10 °C. L'eccezione ha riguardato le aree costiere orientali e occidentali che hanno presentato per gli accumuli in base 0 °C valori più bassi fino a 80 GDD. Le sommatorie più elevate registrate dalle stazioni ARPAS hanno raggiunto valori compresi tra 2400 e 2800 in base 0 °C e 800-1000 GDD in base 10 °C, mentre quelle più basse sono risultate al di sotto dei 1400 GDD e 300 GDD rispettivamente per le due soglie di riferimento (**figure 53-54**).

Figura 51: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo ottobre 2008- marzo 2009 e raffronto con i valori medi trentennali.

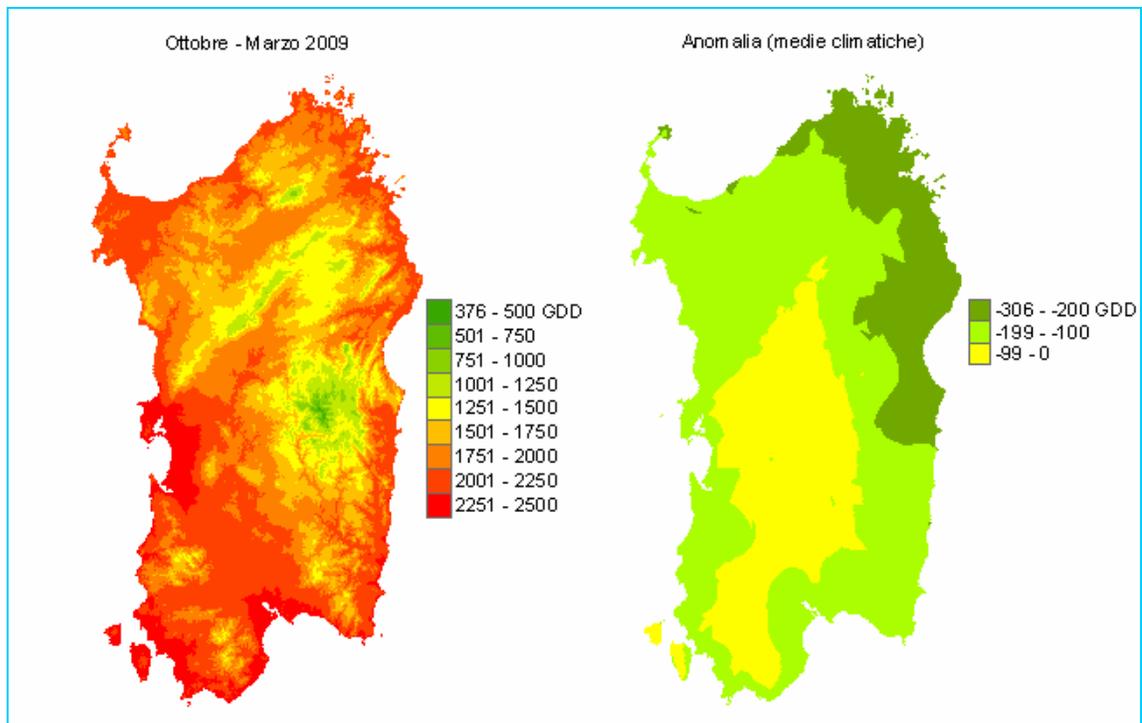


Figura 52: Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo ottobre 2008- marzo 2009 e raffronto con i valori medi trentennali.

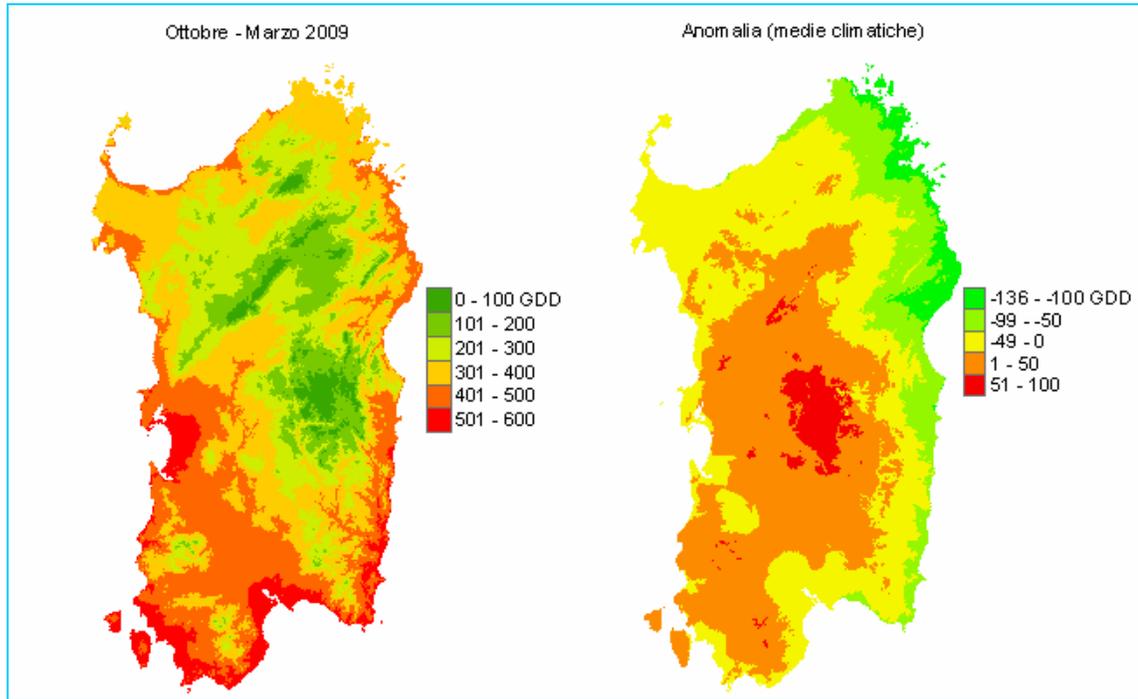


Figura 53: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo gennaio – giugno 2009 e raffronto con i valori medi trentennali.

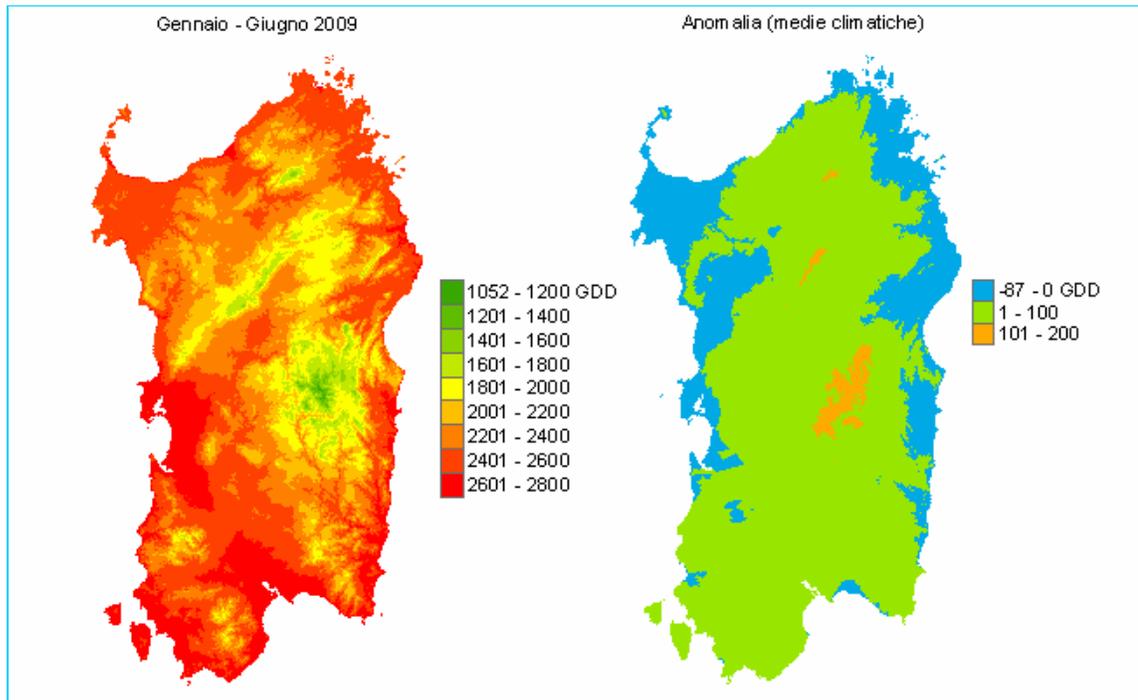
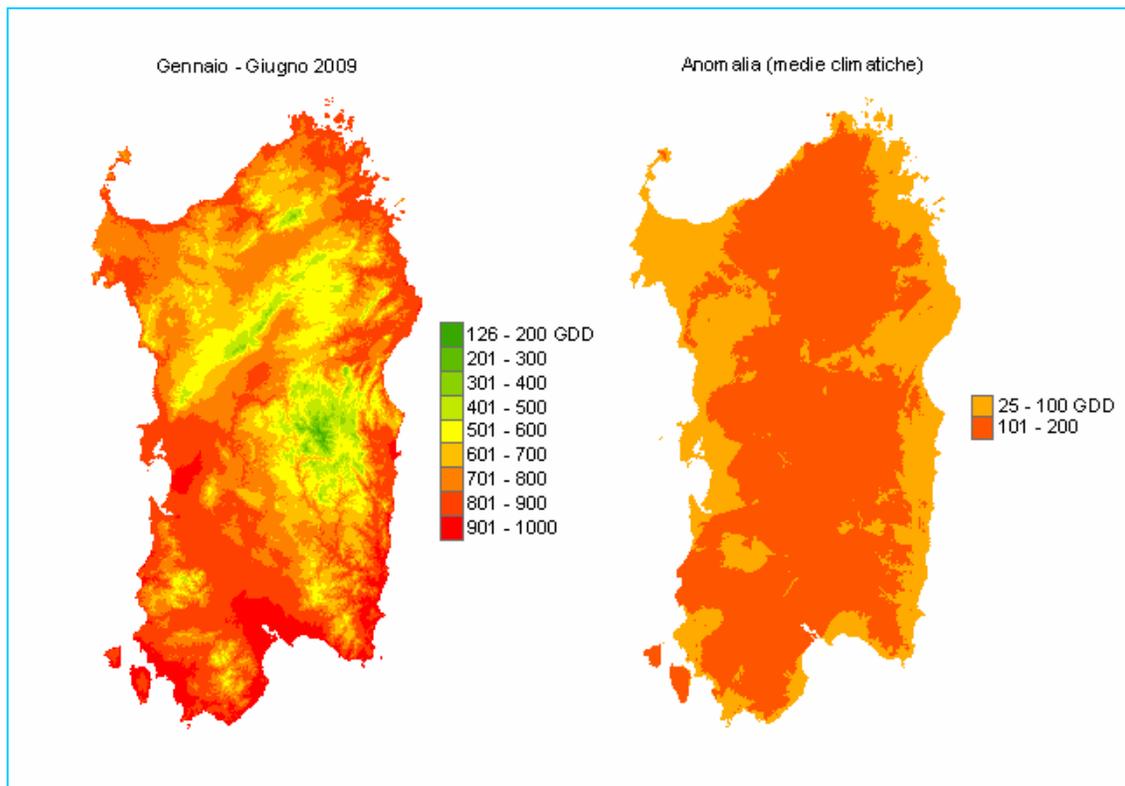


Figura 54: Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo gennaio – giugno 2009 e raffronto con i valori medi trentennali.



Gli accumuli termici del periodo **aprile-settembre 2009 (figure 55-56)** hanno continuato a mantenersi su livelli superiori rispetto ai valori medi climatici, soprattutto per effetto delle elevate temperature registrate nei mesi di maggio, giugno e luglio. Le anomalie maggiori hanno riguardato, in particolare, i territori della Barbagia, della Gallura e alcune aree eterogenee del centro e del Sud dell'Isola. Le sommatorie hanno superato i 3800 GDD in base 0 °C e i 2000 GDD in base 10 °C nelle aree costiere, mentre i valori più bassi, inferiori a 3000 GDD in base 0 °C e 1200 GDD in base 10 °C, hanno interessato le località a maggior quota.

Per alcune stazioni rappresentative, inoltre, si è analizzato l'andamento giornaliero per l'intero periodo di dodici mesi espresso in termini di anomalia rispetto al corrispondente andamento tipico rappresentato dai valori mediani calcolati per gli anni precedenti. Dai grafici riportati nelle **figure 57 e 58** è possibile osservare per le due soglie 0 e 10 °C, sia l'andamento delle anomalie nei diversi mesi ma anche il comportamento eterogeneo nelle 3 stazioni analizzate, Olmedo, Milis e Decimomannu. Il primo semestre ottobre 2008-marzo 2009 ha presentato anomalie negative e decrescenti evidenziate nelle stazioni di Decimomannu e soprattutto Olmedo a causa principalmente dalle basse temperature registrate a novembre e dicembre. Milis ha invece mostrato un andamento differente con anomalie superiori fino a dicembre e valori leggermente inferiori per i mesi successivi. Il semestre aprile-settembre 2009 è stato caratterizzato, invece, da due sottoperiodi (aprile-luglio e agosto-settembre) che hanno mostrato andamenti differenti. Nel corso del quadrimestre aprile-luglio, infatti, i valori di sommatoria termica hanno continuato a essere inferiori alla mediana fino a tutto maggio quando poi nella stazione di Milis sono stati registrati valori superiori. Nelle altre stazioni, invece, anche a giugno le anomalie si sono presentate quasi sempre al di sotto della mediana seppur con valori progressivamente crescenti per effetto delle alte temperature di maggio e giugno. Da agosto in poi

sempre a causa delle elevate temperature estive si è avuto un deciso incremento delle anomalie che sono state decisamente superiori alla mediana, salvo il caso di Olmedo in base 10 °C.

Figura 55: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo aprile - settembre 2009 e raffronto con i valori medi trentennali.

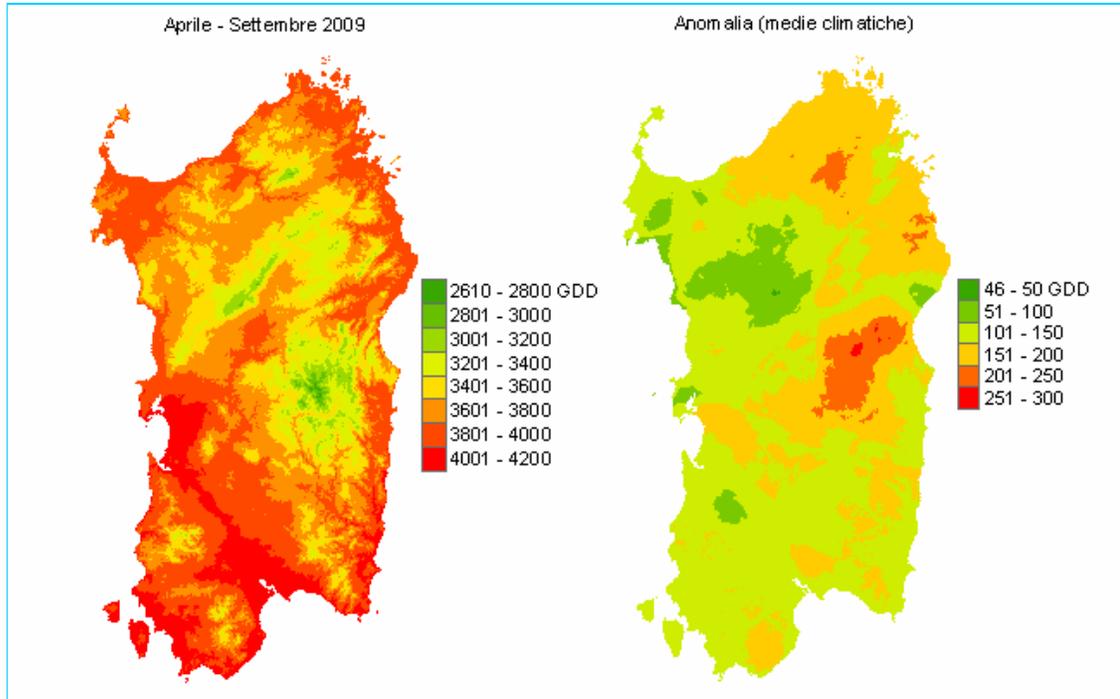


Figura 56: Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo aprile - settembre 2009 e raffronto con i valori medi trentennali.

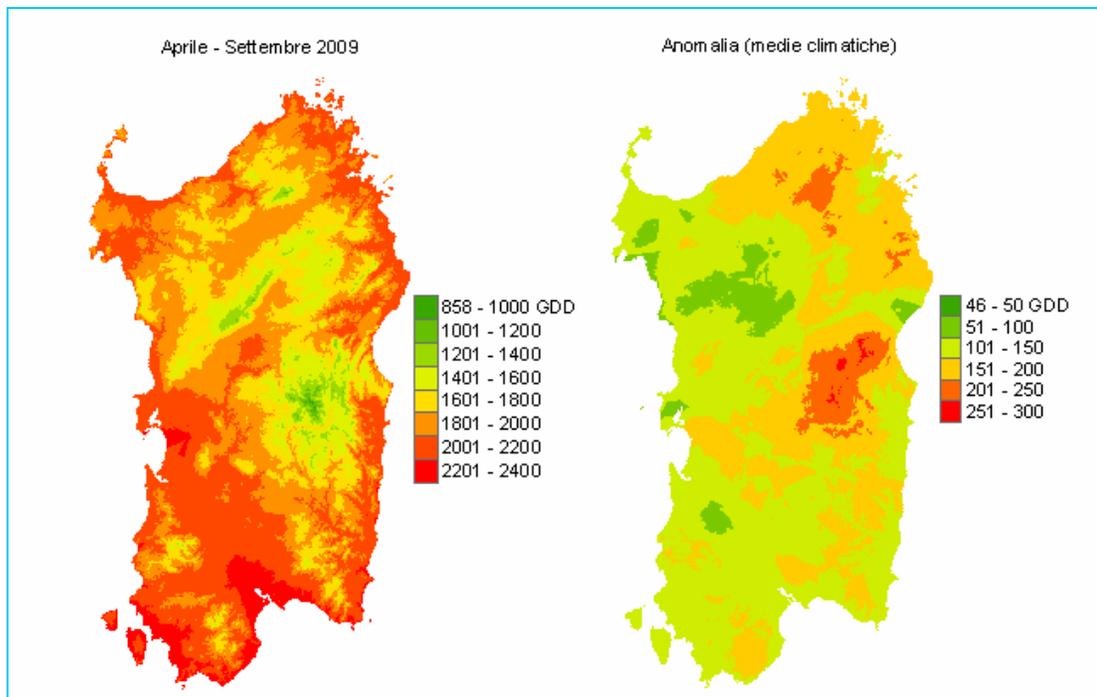


Figura 57: Anomalia dell'accumulo termico giornaliero in base 0 °C rispetto ai valori medi del periodo 1995-2008.

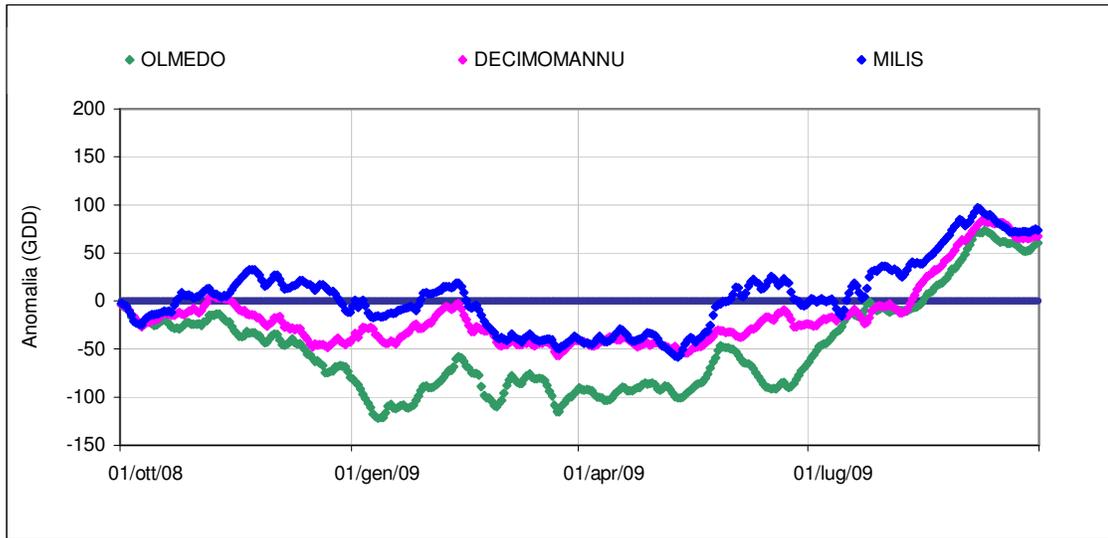
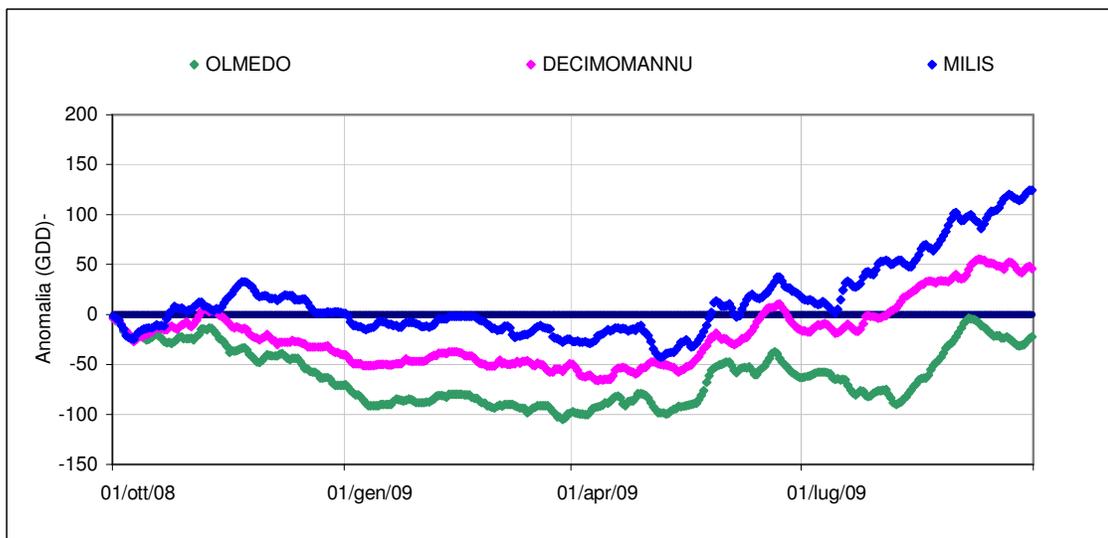


Figura 58: Anomalia dell'accumulo termico giornaliero in base 10 °C rispetto ai valori medi del periodo 1995-2008.



L'andamento delle sommatorie termiche soprattutto in relazione a quanto accaduto negli ultimi anni è stato analizzato attraverso altre elaborazioni che hanno riguardato le stazioni di Olmedo, Decimomannu e Milis considerate a titolo di esempio.

Nelle **figure 59, 60 e 61** è riportato per entrambe le soglie il confronto tra le sommatorie termiche calcolate per il periodo ottobre 2008-settembre 2009 e quelle relative agli anni precedenti a partire dal 1995. Dai grafici è possibile osservare come vi sia un andamento sostanzialmente simile tra i vari periodi ad eccezione del 2002-2003 in cui i valori sono risultati decisamente più alti. In particolare, per quanto riguarda il periodo 2008-2009 gli accumuli maggiori hanno riguardato la stazione di Milis che

ha totalizzato circa 6300 GDD in base 0 °C e 2700 GDD in base 10 °C, mentre le altre due stazioni hanno fatto riscontrare valori più bassi, in particolar modo Olmedo.

Figura 59: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 °C calcolate per il periodo aprile - settembre nelle annate dal 1995 al 2009 – Stazione di Olmedo.

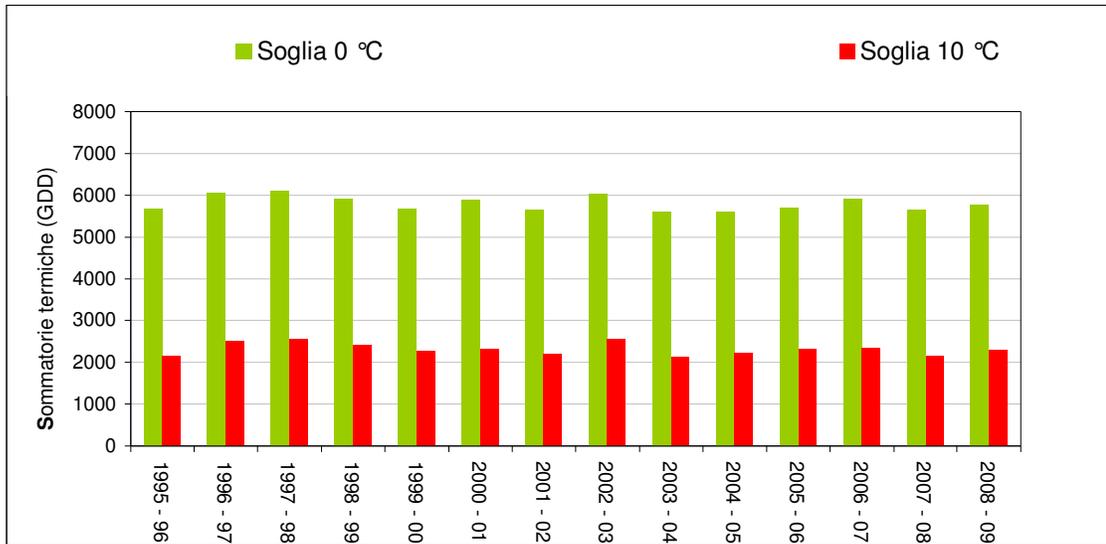


Figura 60: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 °C calcolate per il periodo aprile - settembre nelle annate dal 1995 al 2009 – Stazione di Milis.

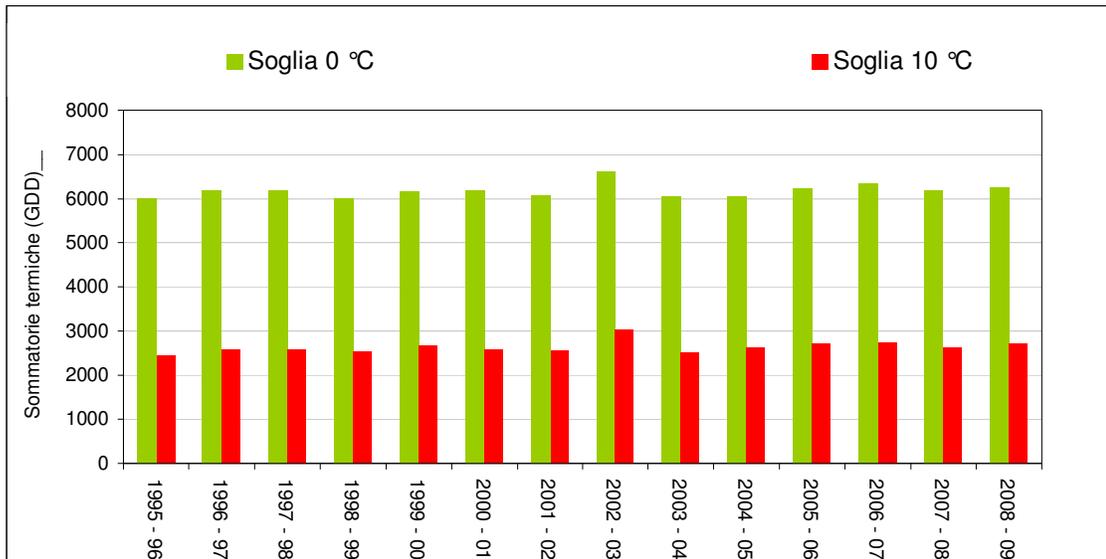
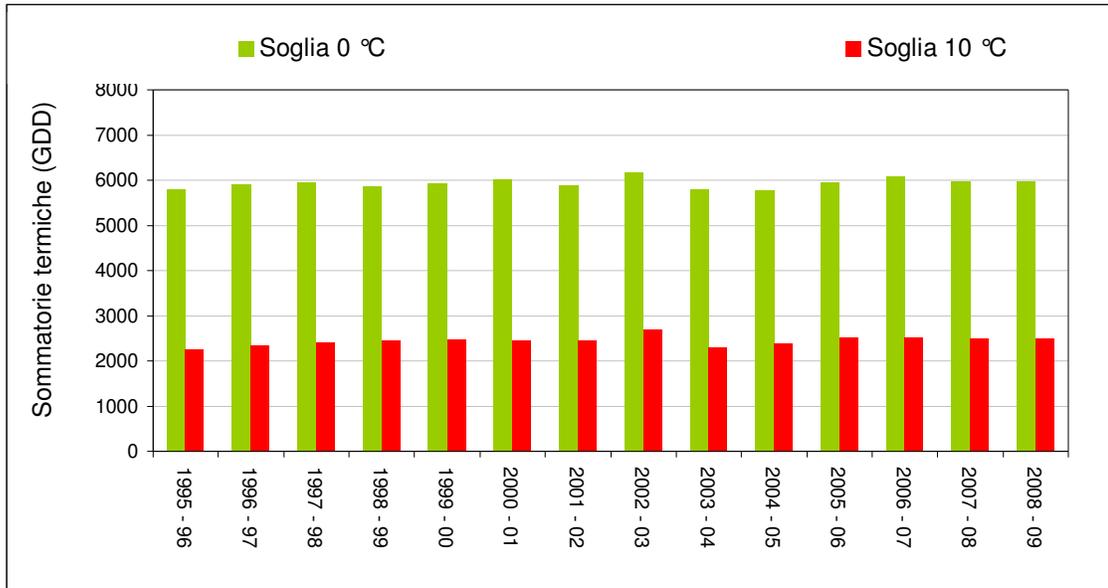


Figura 61: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 °C calcolate per il periodo aprile - settembre nelle annate dal 1995 al 2009 – Stazione di Decimomannu.



4.4 FABBISOGNO DI FREDDO

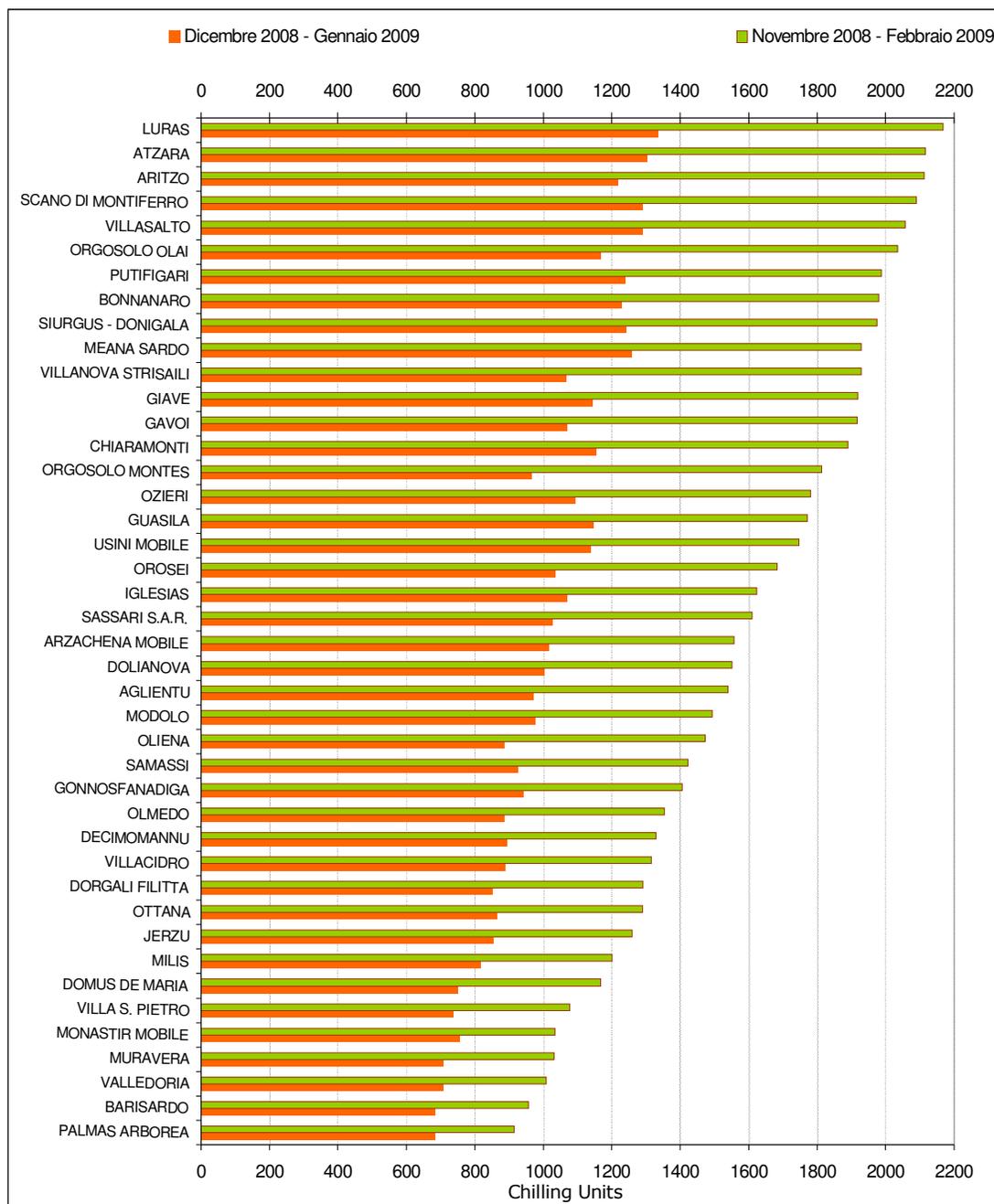
Nel mese di febbraio è terminato il periodo di dormienza delle gemme di molte specie arboree caducifoglie. Affinchè possa realizzarsi questa fase ed il passaggio alla successiva schiusura delle gemme, è necessario soddisfare il fabbisogno di freddo vale a dire l'esposizione a temperature moderatamente basse (circa 6 °C), che agiscono rimuovendo l'inibizione.

Riguardo a tale esigenza i fruttiferi mostrano un'ampia variabilità sia tra le diverse specie, che tra le differenti varietà. Se le gemme a frutto non sono rimaste esposte alle basse temperature per un periodo sufficiente e non hanno soddisfatto questa esigenza cadono prima di schiudersi, o danno luogo a fioriture scalari, compromettendo comunque l'esito produttivo.

Per valutare la disponibilità di freddo si è utilizzato il metodo basato sull'accumulo di "unità di freddo" (*chilling units*), definite mediante una funzione dei valori orari di temperatura, che assume il valore massimo (uno) per temperature prossime a 6 °C, decresce fino a zero per temperature superiori od inferiori, oltre 15 °C diviene negativa.

Nel caso specifico sono calcolati col metodo Utah impiegato dal Pomology Weather Services dell'Università Californiana di Davis, per il quadrimestre novembre - febbraio. Nel grafico riportato nella **figura 62** sono rappresentati gli accumuli complessivi del quadrimestre novembre-febbraio e quelli del bimestre centrale dicembre-gennaio.

Figura 62: Valori di *chilling units* calcolati per i periodi novembre 2008 - febbraio 2009 e dicembre 2008-gennaio 2009.



Anche in questo caso, come per le somme termiche, si è voluto evidenziare l'andamento negli anni del fabbisogno di freddo per 3 stazioni rappresentative, attraverso grafici in cui sono raffigurati i valori calcolati per l'intero quadrimestre e per il bimestre centrale (**figure 63, 64 e 65**)

Figura 63: Andamento dei valori di *chilling units* calcolati per il bimestre dicembre-gennaio e per il quadrimestre novembre - febbraio nei diversi anni 1995-2009 - Stazione di Olmedo.

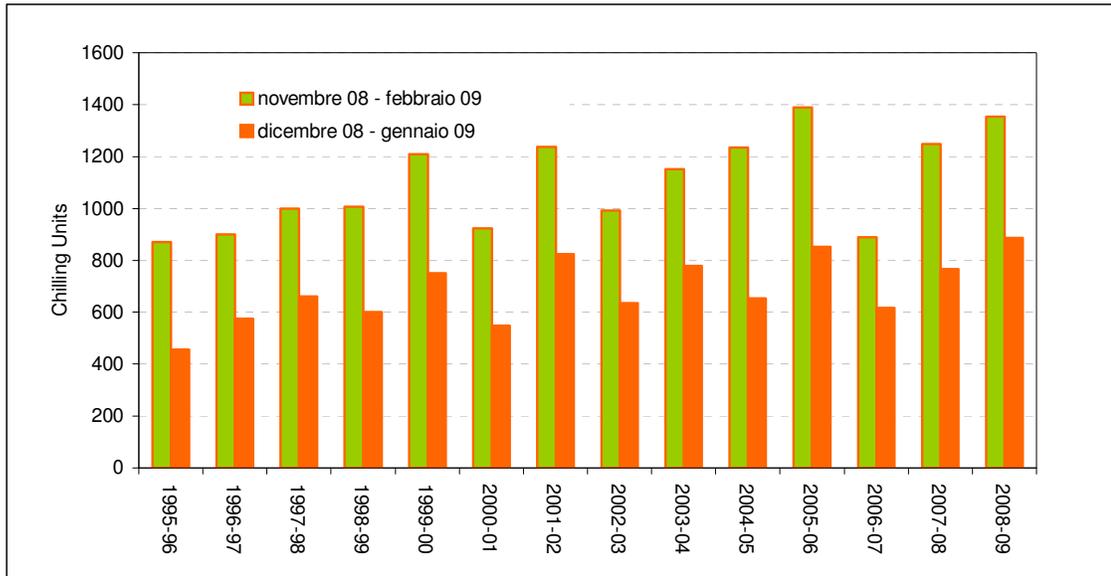


Figura 64: Andamento dei valori di *chilling units* calcolati per il bimestre dicembre-gennaio e per il quadrimestre novembre - febbraio nei diversi anni 1995-2009 - Stazione di Atzara.

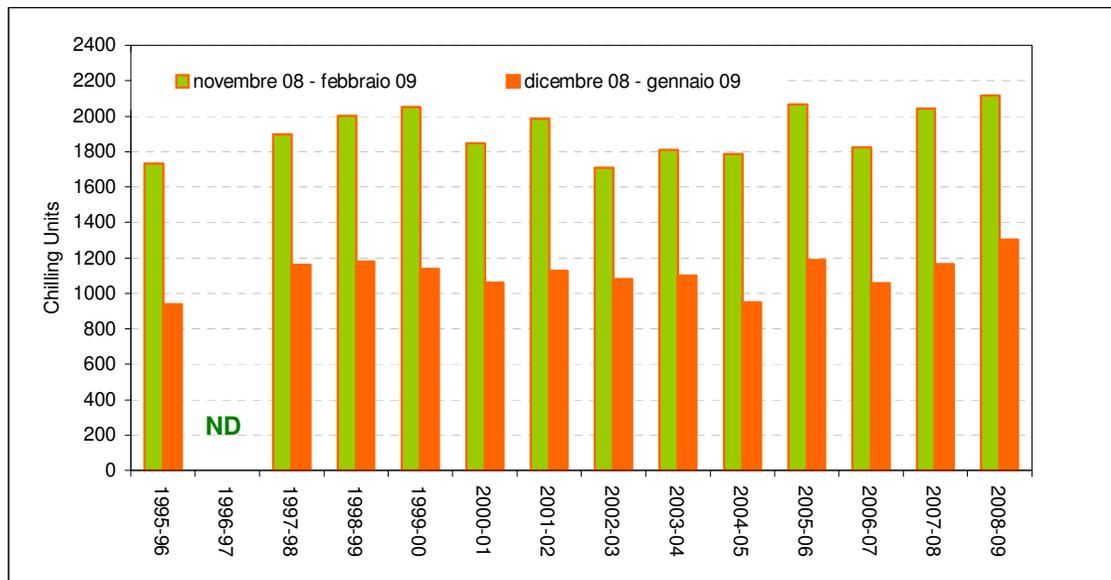
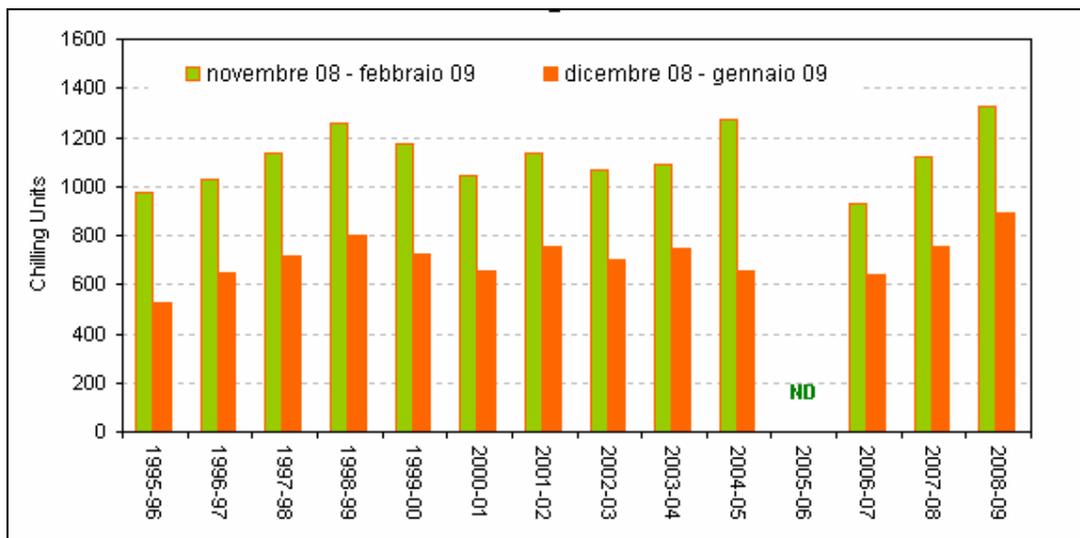


Figura 65: Andamento dei valori di *chilling units* calcolati per il bimestre dicembre-gennaio e per il quadrimestre novembre - febbraio nei diversi anni 1995-2009 - Stazione di Decimomannu.



4.5 WIND CHILL INDEX (WCI)

Il *Wind Chill Index* (WCI) o indice di freddo consente di valutare lo stato di disagio avvertito dagli animali esposti a condizioni esterne di bassa temperatura e ventosità.

L'elaborazione del Wind Chill Index per il periodo **novembre 2008-aprile 2009** ha mostrato una situazione di disagio per il bestiame al pascolo sostanzialmente simile rispetto alla media 1995-2007. Le uniche eccezioni hanno riguardato i mesi di febbraio e aprile. A febbraio, infatti, in alcune aree costiere sono state registrate condizioni mediamente più critiche, mentre ad aprile i valori medi sono risultati generalmente superiori, e quindi meno stressanti, in particolare nel settore Nord-occidentale.

Nel dettaglio, nel mese di **novembre** è stata osservata una condizione mediamente non critica ($WCI > 10$) nelle aree pianeggianti, mentre nei restanti territori si è evidenziata una situazione di *lieve disagio* ($10 \geq WCI > -1$). Per quanto riguarda il totale mensile di ore nelle diverse soglie di disagio le condizioni più critiche hanno riguardato principalmente i territori montuosi localizzati lungo la fascia centrale e, in particolar modo, la Barbagia con oltre 200 ore di *disagio* ($-1 \geq WCI > -10$).

Il mese di **dicembre** ha presentato una condizione media di *lieve disagio* ($10 \geq WCI > -1$) distribuita su quasi tutta l'Isola, ad eccezione delle aree a maggior quota in cui sono state stimate condizioni più critiche. Per quanto riguarda il totale mensile di ore con WCI nelle diverse soglie di disagio, si può riscontrare la situazione più critica nelle aree montuose della Barbagia e del Marghine-Planargia dove sono state registrate complessivamente tra circa 250 e 350 ore di *disagio* ($-1 \geq WCI > -10$) e fino ad un massimo di circa 60 di *elevato disagio* ($-10 \geq WCI > -18$) nella stazione di Orgosolo Montes. In nessuna delle località monitorate si sono raggiunte condizioni corrispondenti al *possibile congelamento* ($-18 \geq WCI > -29$).

Il mese di **gennaio** ha fatto registrare una condizione media di *lieve disagio* ($10 \geq WCI > -1$) analogamente al mese precedente, distribuita su quasi tutta l'isola, ad eccezione delle aree a maggior

quota in cui invece sono state stimate condizioni più critiche. Nelle località montuose della Barbagia sono state registrate complessivamente tra circa 300 e poco oltre 400 ore di *disagio* ($-1 \geq WCI > -10$) e fino ad un massimo di circa 55 di *elevato disagio* ($-10 \geq WCI > -18$) nella stazione di Orgosolo Montes. Come per il mese precedente, infine, non si sono verificate condizioni corrispondenti al *possibile congelamento* ($-18 \geq WCI > -29$) in nessuna delle località monitorate.

Il mese di **febbraio** è stato quello potenzialmente più critico per il bestiame. Nella **figura 66** è possibile osservare una diffusa situazione di *lieve disagio* ($10 \geq WCI > -1$), ad eccezione delle aree a maggior quota dove i valori medi si sono collocati sull'intervallo di *disagio* ($-1 \geq WCI > -10$). Per quanto riguarda il numero di ore mensili con valori dell'indice nelle diverse soglie di disagio (**figura 67**), si può riscontrare la situazione più critica nelle aree montuose della Barbagia dove si raggiungono circa 300-350 ore di *disagio* ($-1 \geq WCI > -10$) e fino ad un massimo di circa 120 ore di *elevato disagio* ($-10 \geq WCI > -18$) nella stazione di Orgosolo Montes. Come per il mese precedente, infine, non si sono verificate condizioni corrispondenti al *possibile congelamento* ($-18 \geq WCI > -29$) in nessuna delle località monitorate.

Figura 66: Mappe di WCI per il mese di febbraio 2009 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2007.

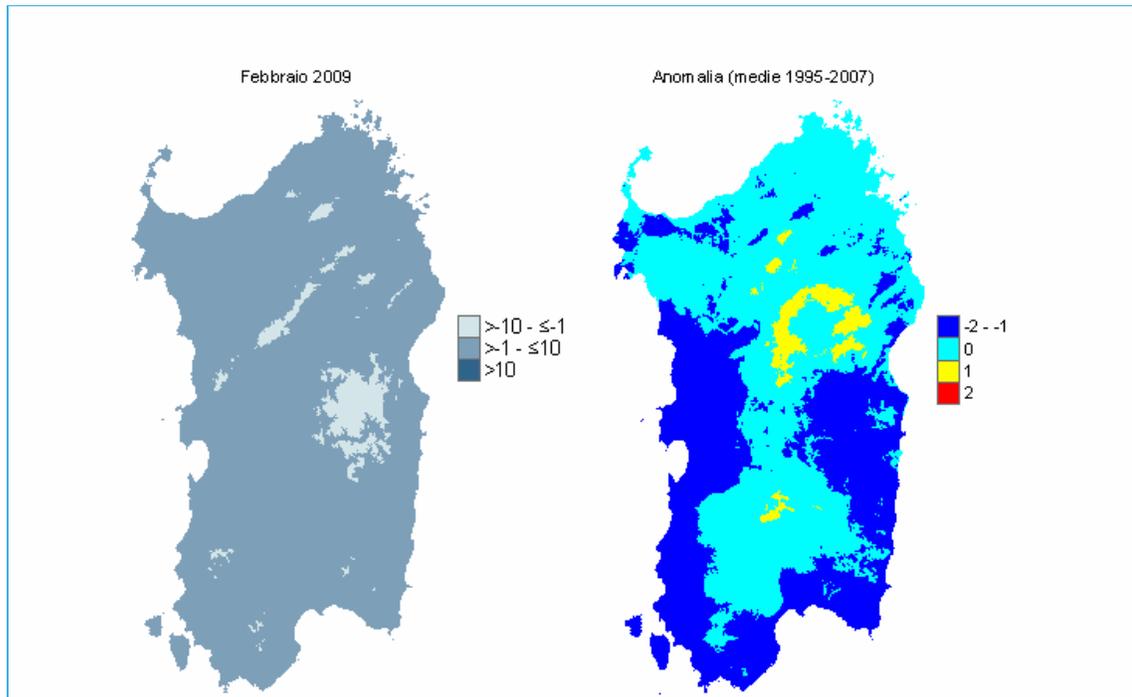
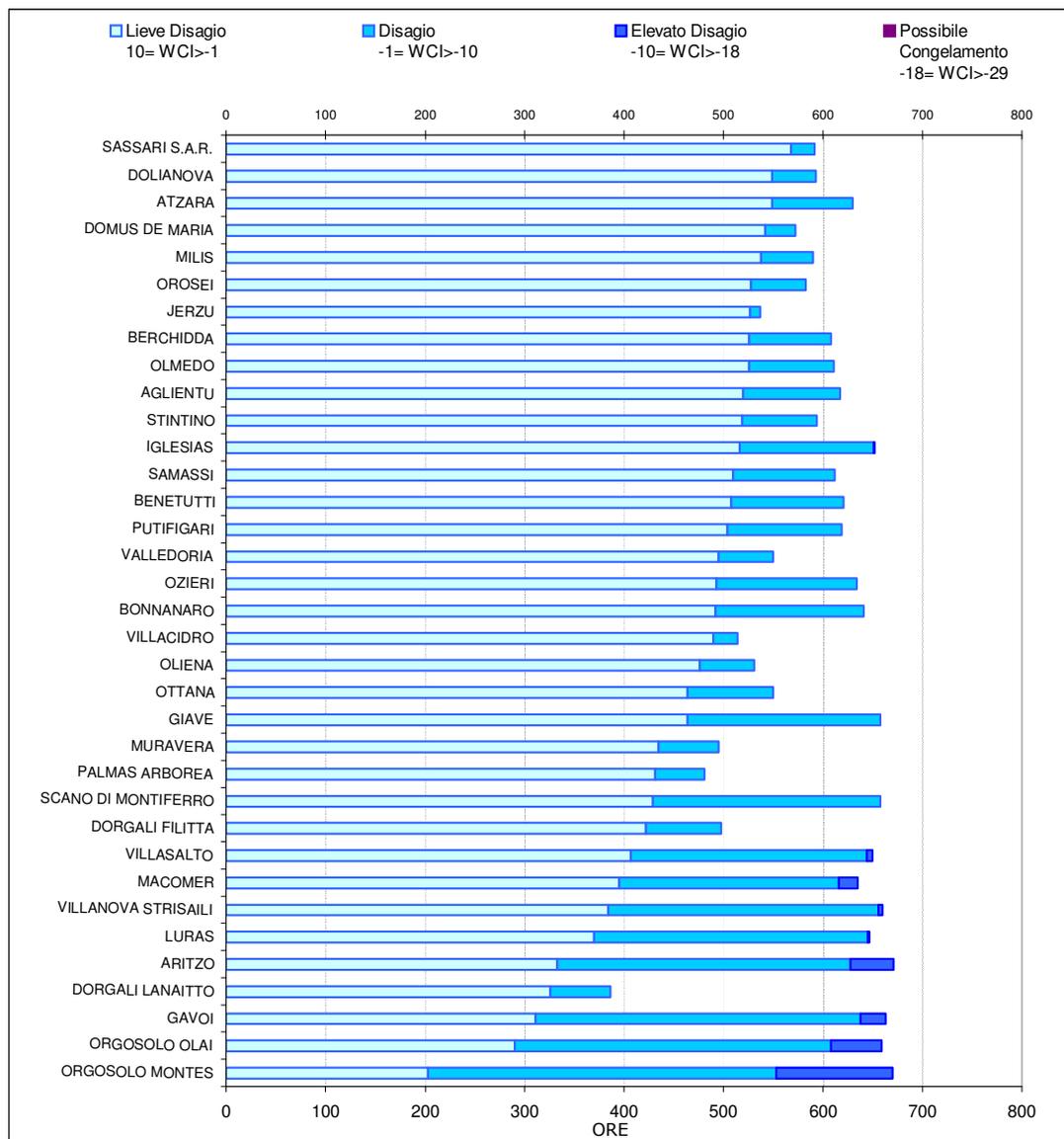


Figura 67: Numero di ore mensili con WCI nelle diverse classi di disagio per il mese di febbraio 2009.



La situazione ha iniziato a migliorare con il mese di **marzo** che ha presentato quasi ovunque valori medi mensili all'interno dell'intervallo di *lieve disagio* ($10 \geq WCI > -1$). L'analisi della permanenza dell'indice nelle diverse classi di disagio ha fatto riscontrare la situazione più disagiata nelle aree montuose dell'interno dove si raggiungono circa 280-330 ore di *disagio* ($-1 \geq WCI > -10$) fino ad un massimo di circa 80 ore di *elevato disagio* ($-10 \geq WCI > -18$) nelle stazioni di Bitti e di Orgosolo Montes. Infine, ad **aprile** è stata osservata l'assenza di un potenziale disagio ($WCI > 10$) in generale nei territori costieri e nelle principali pianure, mentre nella restante parte dell'Isola si è verificata una situazione media di *lieve disagio* ($10 \geq WCI > -1$). Per quanto riguarda l'accumulo mensile di ore nelle diverse classi di disagio, la situazione di maggiore stress è stata riscontrata in alcune località monitorate posta a maggior quota (stazioni di Bitti ed Orgosolo Montes), dove si sono totalizzate circa 120 ore di *disagio* ($-1 \geq WCI > -10$).

4.6 TEMPERATURE HUMIDITY INDEX (THI)

Il *Temperature Humidity Index* (THI) o indice di caldo permette di stimare la situazione di stress per il bestiame dovuta alla presenza di alte temperature e elevati valori di umidità dell'aria.

L'elaborazione dell'indice per il periodo **maggio-settembre 09** ha fatto osservare una condizione mediamente più critica rispetto alla media pluriennale 1995-2007 in quasi tutto il territorio regionale, ad eccezione di alcuni territori circoscritti della Barbagia che hanno mostrato valori simili o di poco inferiori.

Nel dettaglio, nel mese di **maggio** i valori medi mensili dell'indice sono risultati inferiori alla soglia di 65 (*nessun disagio*) su tutto il territorio regionale, evidenziando perciò una condizione generalmente non critica per il bestiame. Analizzando più specificatamente gli accumuli mensili di ore nelle diverse classi di disagio è possibile invece riscontrare, soprattutto nelle località dei settori centrale e settentrionale, condizioni di *allerta* ($75 \leq \text{THI} < 79$) per periodi complessivi variabili, nella maggior parte dei casi, tra circa 30 e 70 ore. Nelle stazioni di Dorgali Lanaitto ed Ottana, inoltre, sono state registrate circa 30 ore nell'intervallo di *pericolo*, corrispondente a valori dell'indice compresi tra 72 e 75.

Nel mese di **giugno** la situazione mediamente più sfavorevole si è manifestata nella parte centro-meridionale dell'Isola. L'analisi di dettaglio della permanenza di condizioni termoisometriche critiche ha evidenziato un maggiore accumulo di ore nelle soglie più critiche nelle località del settore centrale. In particolare nelle stazioni di Milis, di Ottana e, soprattutto, di Dorgali Lanaitto si è registrato un significativo accumulo di ore nella classe *pericolo* ($79 \leq \text{THI} < 84$).

Le condizioni meteorologiche dei mesi di **luglio** e **agosto** sono risultate più stressanti per il bestiame. A **luglio** si è registrata l'assenza di disagio potenziale per il bestiame esclusivamente nelle località a maggior quota, mentre nelle aree interne di pianura e collina, la condizione è risultata più disagiata; in generale nel Campidano e nei territori costieri meridionali si sono raggiunte le condizioni relativamente più stressanti. È possibile infatti evidenziare un'elevata permanenza nelle classi più critiche nelle aree costiere orientali e del Campidano che hanno totalizzato circa 200 ore di *allerta* ($75 \leq \text{THI} < 79$); nelle stazioni del centro si sono avute tra 100 e 200 ore di *pericolo* ($79 \leq \text{THI} < 84$); infine, nelle stazioni di Ottana e Dorgali si sono raggiunte rispettivamente 15 e 31 ore mensili nell'intervallo di *emergenza* ($\text{THI} \geq 84$). Anche ad **agosto** (**figura 68**) la situazione potenzialmente più critica è stata registrata nelle località a minor quota e costiere. Rispetto alla media pluriennale 1995-2007 si è verificato un maggior rischio soprattutto nelle aree interne centrali e meridionali. Il computo del numero complessivo di ore con valori di THI negli intervalli di maggior disagio (**figura 69**) ha evidenziato un elevato accumulo nelle classi più critiche in corrispondenza delle stazioni costiere orientali, della Barbagia e del Campidano, dove si sono totalizzate tra 100 e 250 ore circa nell'intervallo di *pericolo* ($79 \leq \text{THI} < 84$); particolarmente critiche le condizioni registrate nelle stazioni Dorgali Filitta, Dorgali Lanaitto, dove si sono raggiunte rispettivamente 4 e 16 ore mensili nell'intervallo di *emergenza* ($\text{THI} \geq 84$).

Figura 68: Mappe di THI per il mese di agosto 2009 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2007.

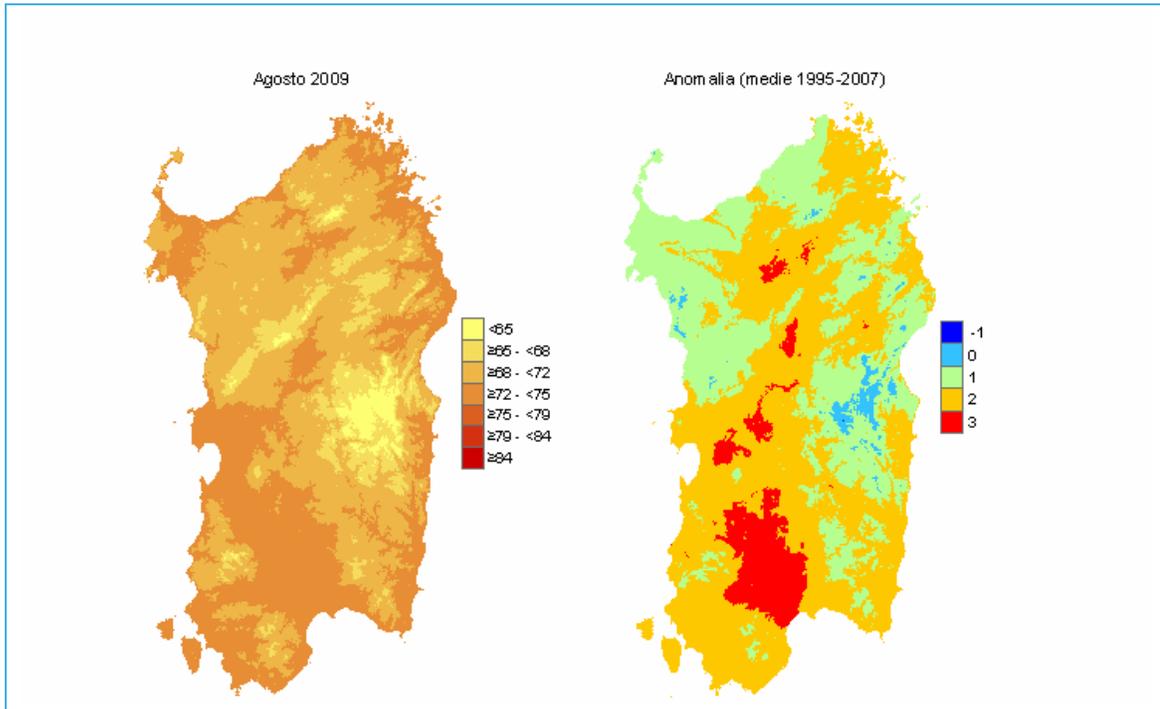
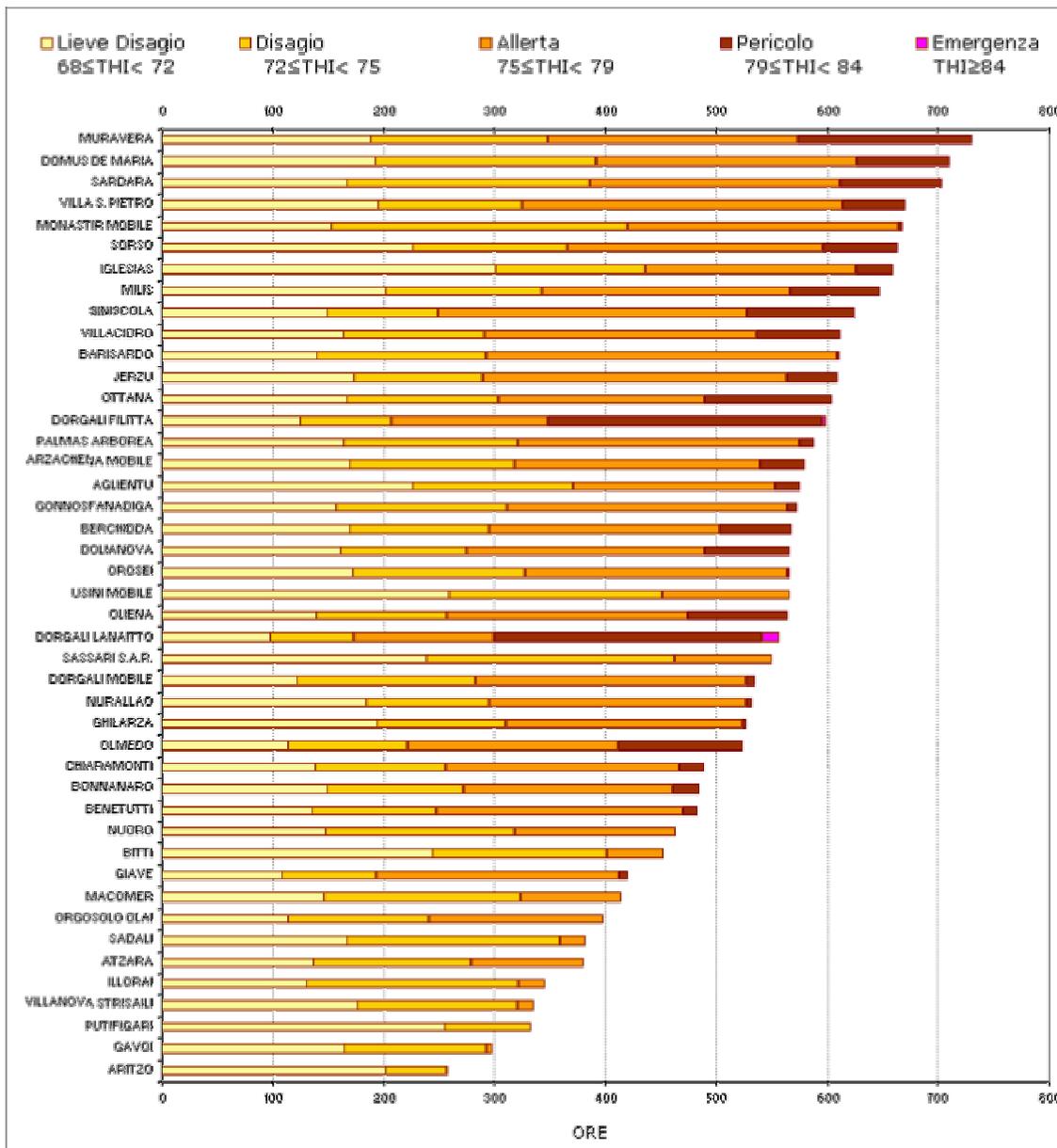


Figura 69: Numero di ore mensili con THI nelle diverse classi di disagio per il mese di agosto 2009.



La situazione è progressivamente migliorata nel mese di **settembre** che ha presentato una condizione media di *lieve disagio* ($68 \leq \text{THI} < 72$) lungo le aree costiere soprattutto del meridione e nella pianura del Campidano, mentre nel resto dell'Isola non si sono rilevate condizioni complessive di particolare stress per il bestiame. Il calcolo del numero di ore con valori di THI negli intervalli di maggior disagio ha evidenziato un accumulo significativo nelle soglie più critiche in corrispondenza delle stazioni ubicate lungo la fascia costiera orientale e in Barbagia, dove si sono totalizzate tra 20 e 40 ore circa nell'intervallo di *pericolo* ($79 \leq \text{THI} < 84$); nelle stazioni di Dorgali Filitta e Dorgali Lanaitto inoltre, si sono avute 1-2 ore nell'intervallo di *emergenza* ($\text{THI} \geq 84$).

4.7 HEAT WAVES - ONDE DI CALORE

L'elaborazione dei dati orari di THI consente di derivare un altro indicatore di interesse zootecnico, l'onda di calore o Heat Waves, che permette di stimare una situazione di prolungato disagio per il bestiame esposto a condizioni meteorologiche esterne. Un'onda di calore si verifica ogni qualvolta il THI orario risulta uguale o superiore a 72 per oltre 14 ore giornaliere e per tre giorni consecutivi.

Limitatamente al periodo in esame **giugno-settembre 09** sono state registrate alcune onde di calore molto intense che hanno interessato località interne e litorali costieri, in particolare ad agosto.

Nello specifico, durante il mese di **giugno** non si sono verificate onde di calore a differenza di quanto registrato a giugno 2008, mentre a **luglio** la situazione è risultata più critica. Nel corso del mese, infatti, sono state registrate fino a quattro onde di calore secondo la stazione in oltre 40 località monitorate. I periodi più critici si sono verificati in corrispondenza della metà del mese e all'inizio dell'ultima decade del mese con una durata fino a 7-8 giorni. Ad **agosto** si sono registrate diverse onde di calore (**tabella 3**) particolarmente intense e prolungate (oltre 10 giorni consecutivi). Tra le località più colpite oltre a quelle dell'interno del Campidano e della Barbagia, figurano anche quelle costiere (es. Domus de Maria, Muravera, Stintino, Villa San Pietro). A **settembre**, infine, si è verificata un'unica onda di calore registrata nei primi giorni del mese, che ha interessato in particolare le stazioni della costa orientale e delle località meridionali dell'Isola.

Tabella 3: Stazioni agrometeorologiche con THI superiore a 72 per almeno 14 ore e onde di calore - agosto 2009.

STAZIONE	GIORNI DEL MESE																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31							
AGLIENTU								14										14	15	15			17	15														
ARZACHENA MOBILE							16	16	16		14	14	16	16				14			14		18	19		16					14							
ATZARA																																						
BARISARDO	15	16					16	17	17	17	15	17	18	17	15	15	14		14		17	16	14	17				17	14	15	16							
BENETUTTI	14	14						14																	14	14												
BERCHIDDA	14	14					14	16				15	15					14	15	14	14	14	16	18	18							14						
BITTI																																						
BONNANARO													14											14														
CHIARAMONTI													14									14			17	16												
DOLIANOVA	14	15							15			15	15		14				14		17		15	16	15													
DOMUS DE MARIA	16	21	14				15	16	15	15	18	19	18	24	23	17	18		15	17	16	17	18	24	23	18	16	15										
DORGALI FILITTA	16	18	15			14	15	17	16	15	15	16	15	14			16	14	14		18	16	18	18	18		14						16					
DORGALI LANAITTO	16	17	14	14			16	17	15	15	16	16	14	14			16	14	14		17	16	17	17	16		14							17				
DORGALI MOBILE	16	17					14	17	14	14	15	16	16		14		15	15			15	17	17											14				
GHILARZA															15							15	15															
GIAVE																																						
GONNOSFANADIGA	14	17					15	15	17	14				16				15			17	14	14	17	18	16	15											
IGLESIAS												15							15					15	17	14												
ILLORAI																																						
JERZU	14	14	14				14	16	18	16	15	16	16	16	14	14						17	16	15	18	16		16	14									
MACOMER																																						
MILIS		16					17	15				14	17	18	16	14	15			16	17	18	15	14	18	19		15										
MONASTIR MOBILE	17	18					18	18			17	19	18	18	18			17	18	18	19		18	18	24	19	17								15			
MURAUERA	14	17	15				16	17	18	18	18	20	19	21	17	19	14		14	16	18	24	18	18	24	18	18	14							17			
NUORO																										16												
NURALLAO																		14			14				16													
OLIENA	15	17					14	14		15		14	14					14				17	16	17	16											17		
OLMEDO		14						14				14	16	15	14			15	17		14			18	15		15											
ORGOSOLO OLAI																																						
ORSEI		14								14	14												18	14	17	18												
OTTANA	15	16					17	14				18	17				14	15			17	18	17		18	18		15							15			
OZIERI													14													14	14											
PALMAS ARBOREA		15				14	15	17	14	17			14				15		16	17	18	14		14	18	15												
SADALI																																						
SARDARA	17	18				14	15	15	16	14	17	19	19	18	17	19	18	18	18	18	18	18	19	18	24	18	20											
SASSARI S.A.R.													14	15				14							16	16												
SINISCOLA	16	17	15			14	15	18	19	16	14	17	14	14			15	15	16		18	16	17	19	19		16									16		
STURGUS - DONIGALA																								14	14	17												
SORSO		14						14			14	14	16	15	14		16	17	14	15	18	14	14	18	24		17									16		
STINTINO																	14	19	19	24	18	24	24	20	18	18	19	17	18	16						18		
USINI MOBILE													17												14	17												
UTA							14	17	18		17	18	18	19	15	16				14	16	19	16	15	18	18	24	15										
VILLA S. PIETRO		15				14	15	15	16	15	15	17	17	18	22	17	16	16			17	17	15	14	19	23	18	16										
VILLACIDRO		17					14	14	17	15	17		14		14	14						14	18	21	15	18	20	15										

Intensità del disagio nelle singole giornate ■ Lieve ■ Media ■ Alta

Nelle caselle è indicato il numero di ore giornaliere con THI≥72 e l'intensità del disagio. Con il bordino rosso sono evidenziate le onde di calore.

4.8 INDICE DI CALORE PER GLI UOMINI

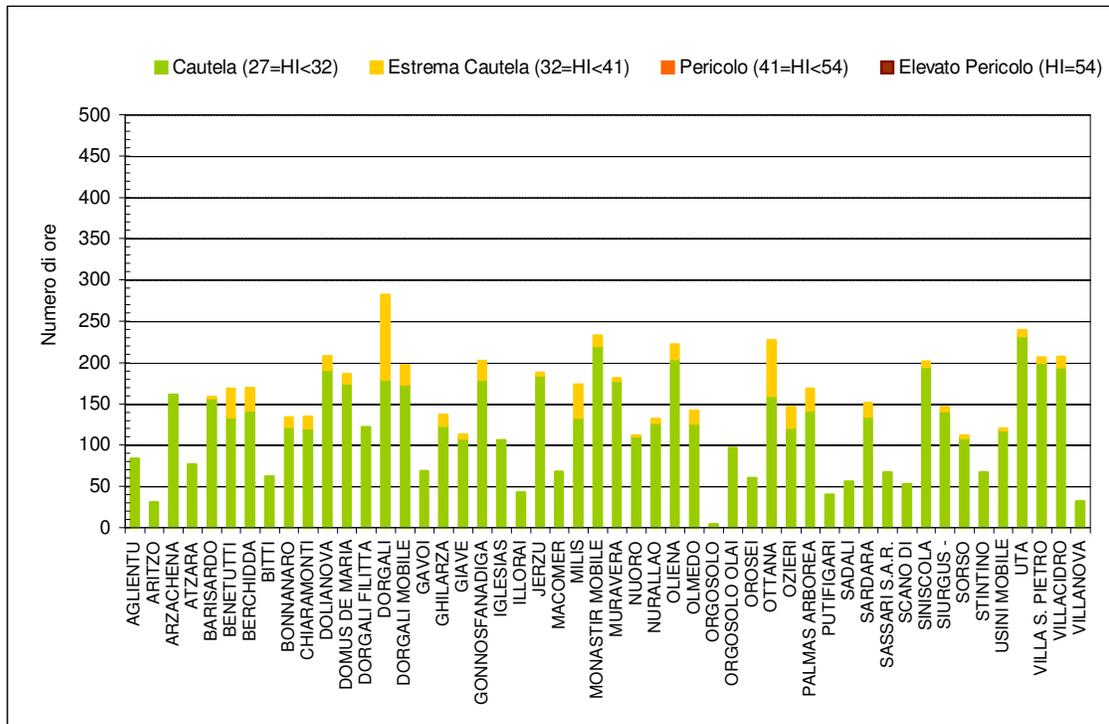
L'elaborazione dei dati termici e igrometrici ha consentito il calcolo dell'indice di calore o Heat Index (HI) che permette di stimare la condizione di disagio per la salute umana in giornate di caldo "afoso".

In particolare, nelle **figure 70 - 73** è riportato per ciascuna stazione il totale mensile di ore con l'indice di calore nei diversi intervalli di disagio elaborato per i singoli mesi da **giugno a settembre 2009**. La



situazione più critica ha riguardato i mesi di luglio e agosto sia il per numero complessivo di ore sia per la distribuzione nelle fasce più a rischio (*estrema cautela* e *pericolo*). A luglio infatti quasi il 40 % delle stazioni ha totalizzato più di 300 ore mensili di disagio potenziale e ad agosto la percentuale è salita fino ad oltre il 50 %, mentre a giugno e settembre mediamente non si sono superate le 200 ore. Per quanto riguarda la ripartizione delle ore nei livelli di disagio, luglio è stato potenzialmente il più pericoloso. Infatti, quasi la totalità delle stazioni ha presentato ore mensili nell'intervallo di *estrema cautela* e circa un terzo in quello di *pericolo*, mentre ad agosto le stazioni coinvolte in questi due *range* sono risultate meno numerose. Dalle figure è possibile osservare, inoltre, come i territori potenzialmente più a rischio per la salute umana siano piuttosto eterogenei e localizzati in particolare nel dorgalese e nella piana di Ottana, mentre nelle aree costiere settentrionali e nei territori montuosi della Barbagia e Ogliastra la situazione è risultata di minore rilevanza.

Figura 70: Numero di ore mensili con valori di HI nelle diverse classi di disagio – giugno 2009.



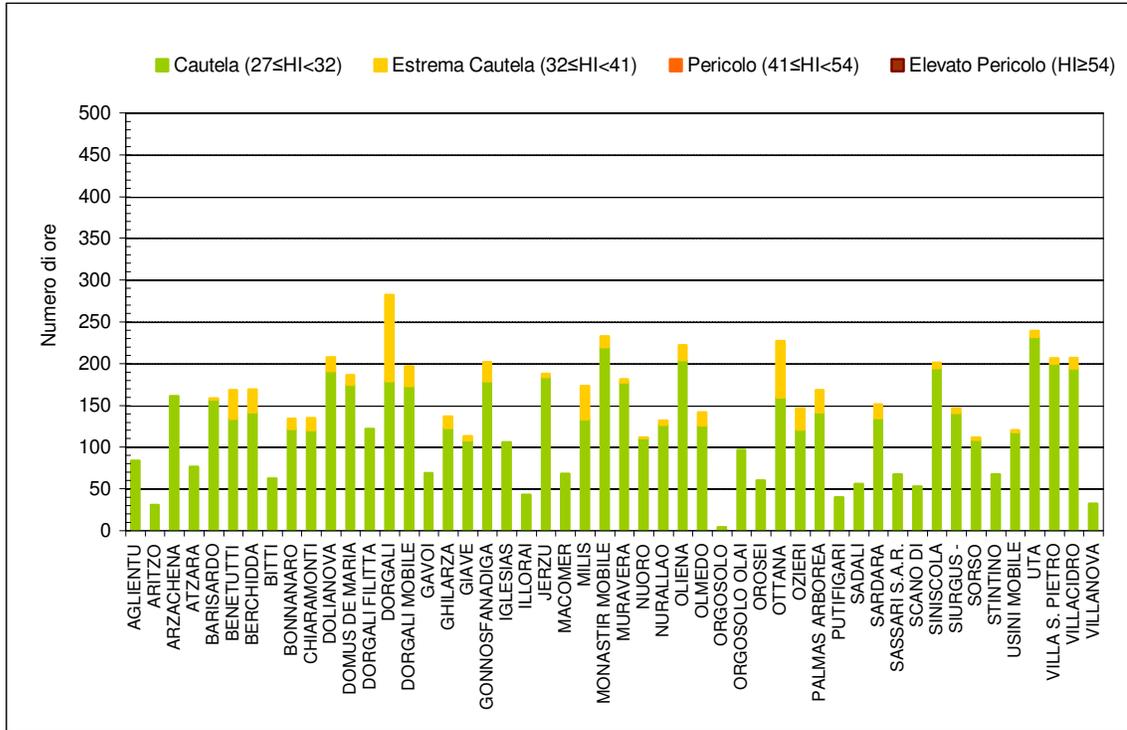


Figura 71: Numero di ore mensili con valori di HI nelle diverse classi di disagio – luglio 2009.

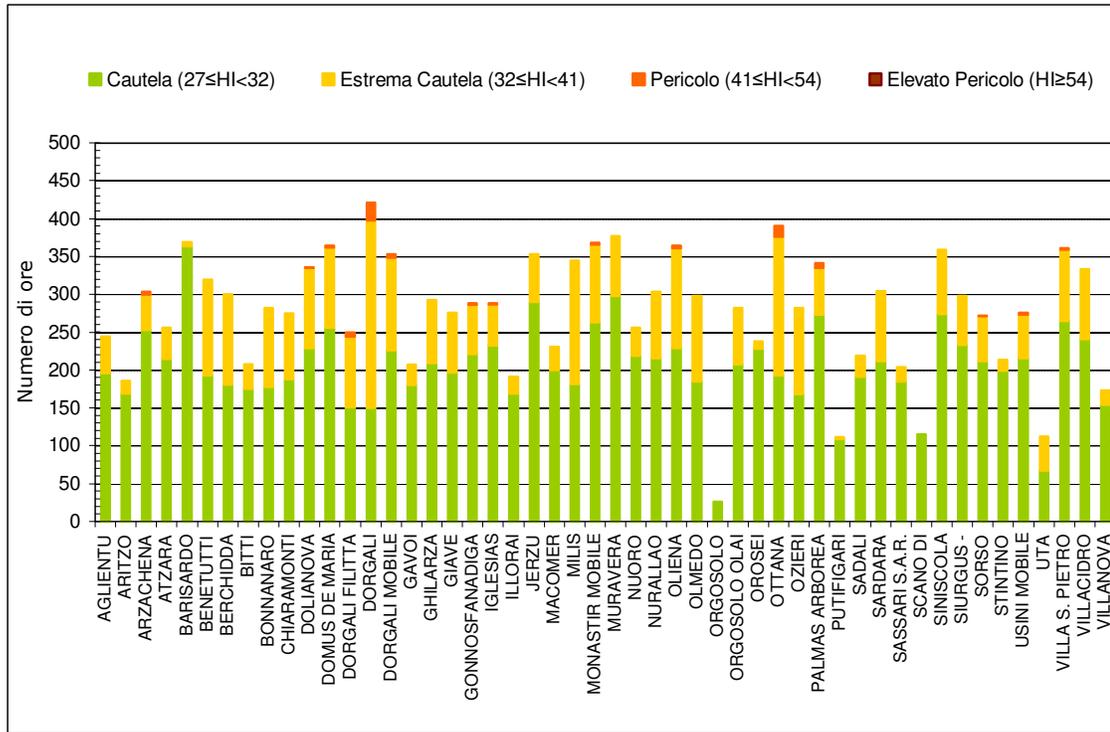


Figura 72: Numero di ore mensili con valori di HI nelle diverse classi di disagio – agosto 2009.

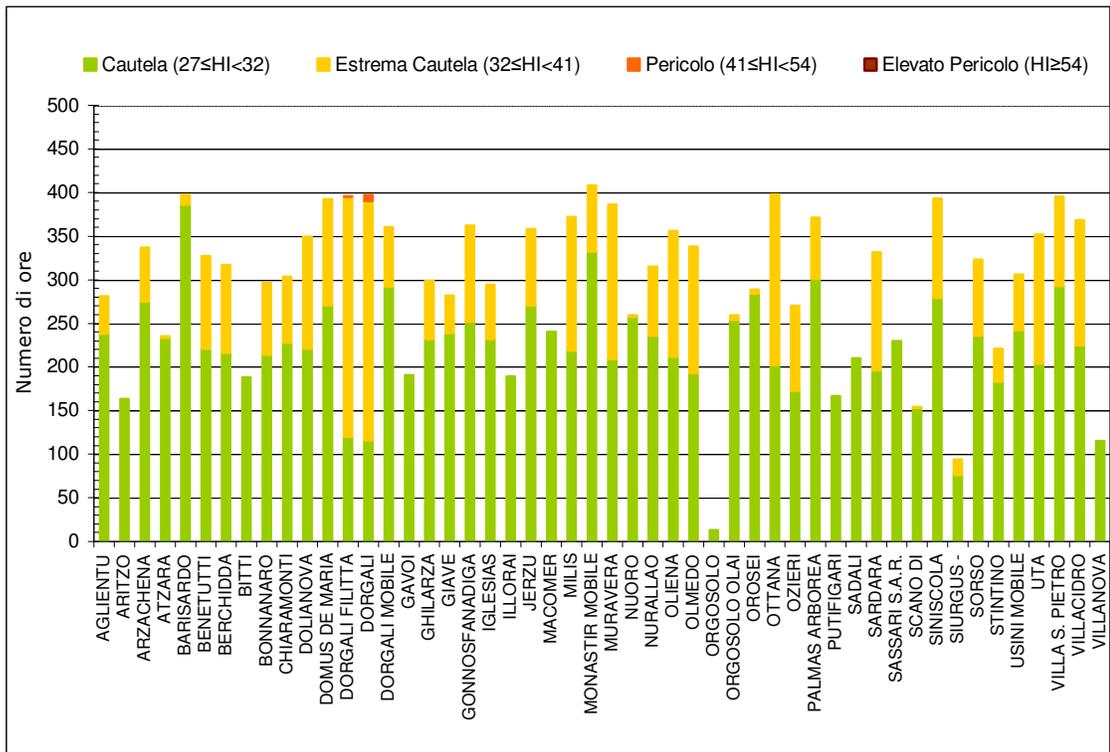
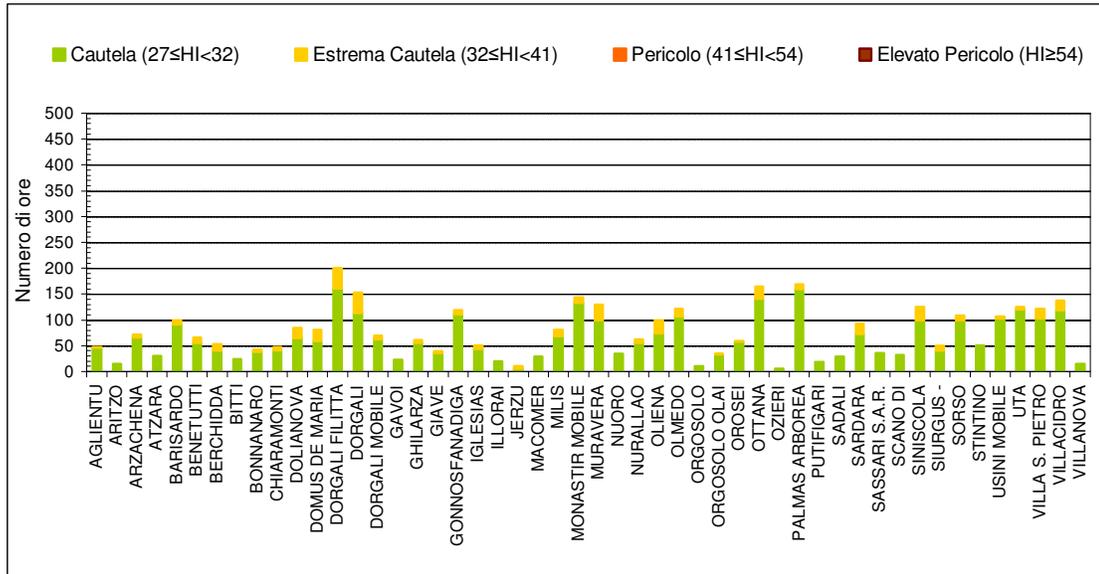


Figura 73: Numero di ore mensili con valori di HI nelle diverse classi di disagio – settembre 2009.



Nelle **figure 74-79** è possibile osservare, invece, l'andamento dell'HI massimo giornaliero da giugno a settembre 2009 per alcune stazioni che hanno presentato condizioni di maggior rischio. In particolare, nella stazione di Dorgali Lanaitto (**figura 74**) si sono verificate diverse giornate, distribuite nella seconda e terza decade dei mesi di luglio e agosto in cui l'indice ha assunto i valori più alti, collocandosi generalmente nella classe di *estrema cautela* e in alcuni casi in quella di *pericolo* anche per più giorni consecutivi. Lo stesso andamento, seppur con valori più bassi di HI, è possibile osservarlo anche in altre stazioni come Ottana e Palmas Arborea. Nei mesi di giugno e settembre la situazione è stata meno critica con valori di HI massimo generalmente al di sotto dell'intervallo di disagio o in quello di *cautela* e solo in alcune giornate nella categoria di *estrema cautela*.

Figura 74: Andamento giornaliero dell'Heat Index massimo calcolato per il periodo giugno-settembre 2009 – Stazione di Dorgali Lanaitto.

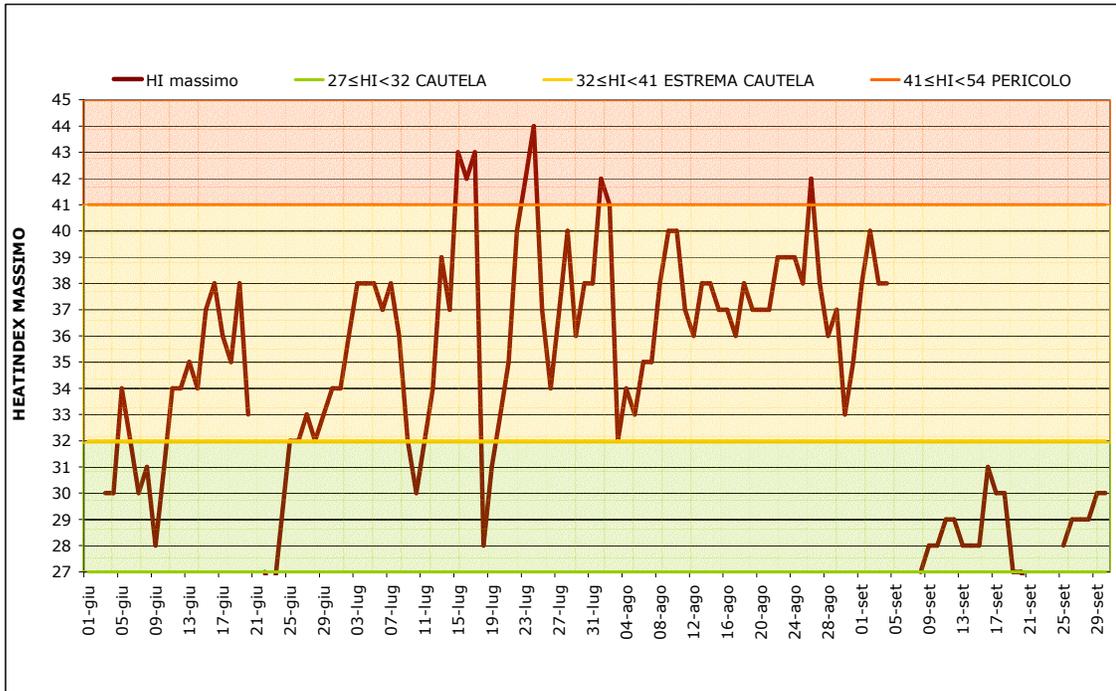


Figura 75: Andamento giornaliero dell'Heat Index massimo calcolato per il periodo giugno-settembre 2009 – Stazione di Ottana.

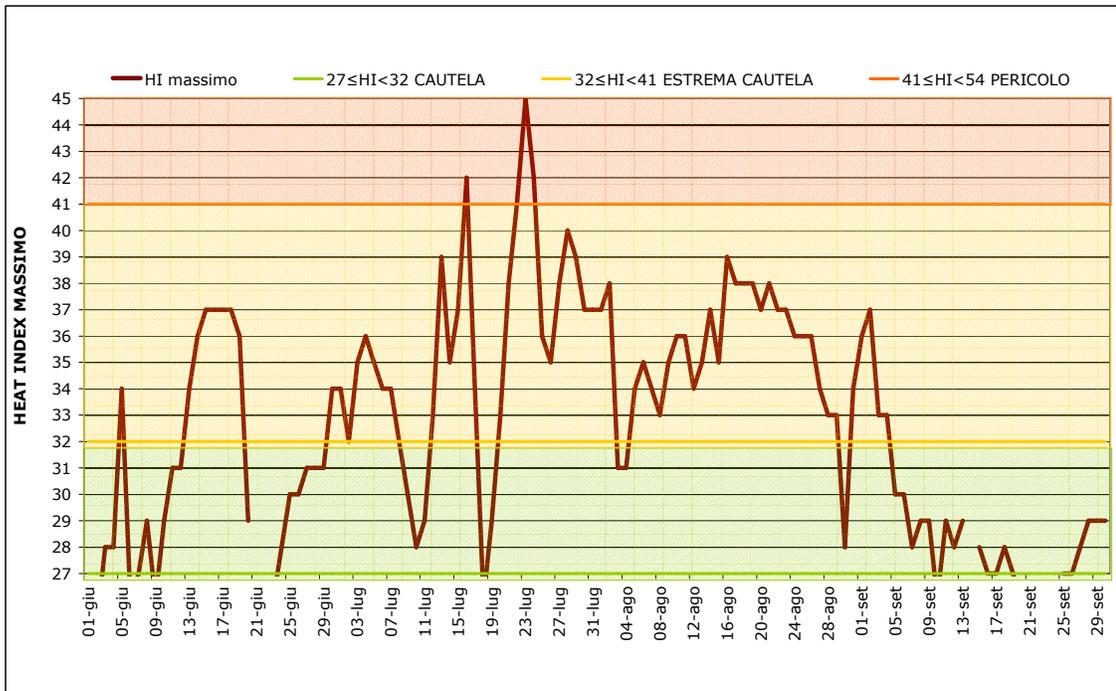


Figura 76: Andamento giornaliero dell'Heat Index massimo calcolato per il periodo giugno-settembre 2009 – Stazione di Oliena.

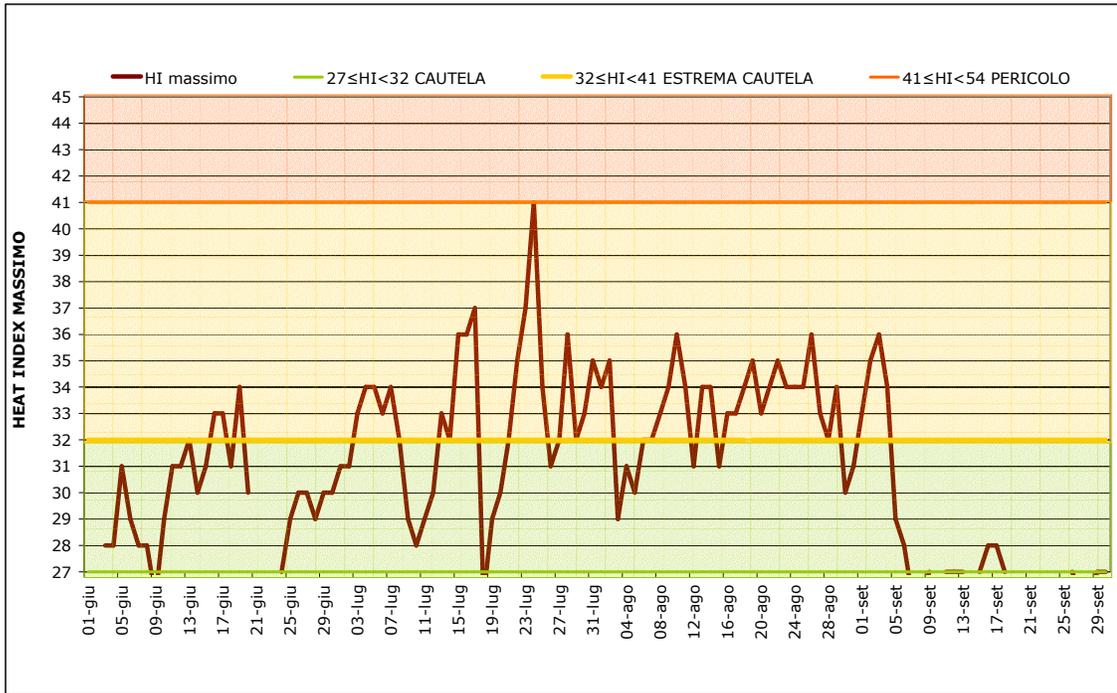


Figura 77: Andamento giornaliero dell'Heat Index massimo calcolato per il periodo giugno-settembre 2009 – Stazione di Palmas Arborea.

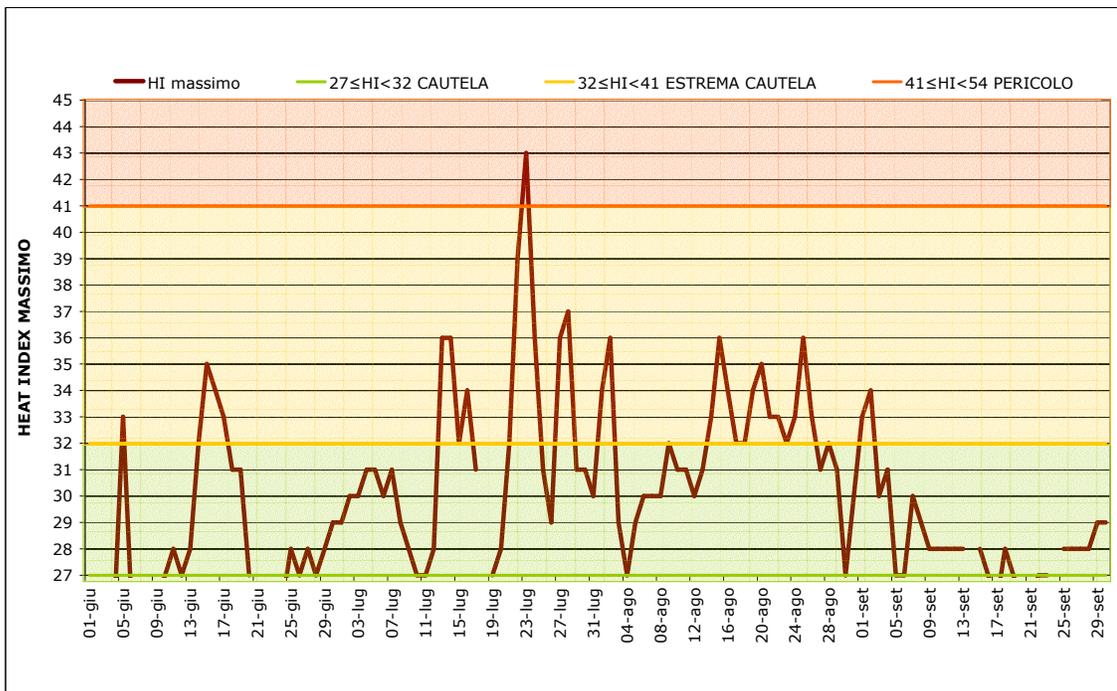


Figura 78: Andamento giornaliero dell'Heat Index massimo calcolato per il periodo giugno-settembre 2009 – Stazione di Monastir.

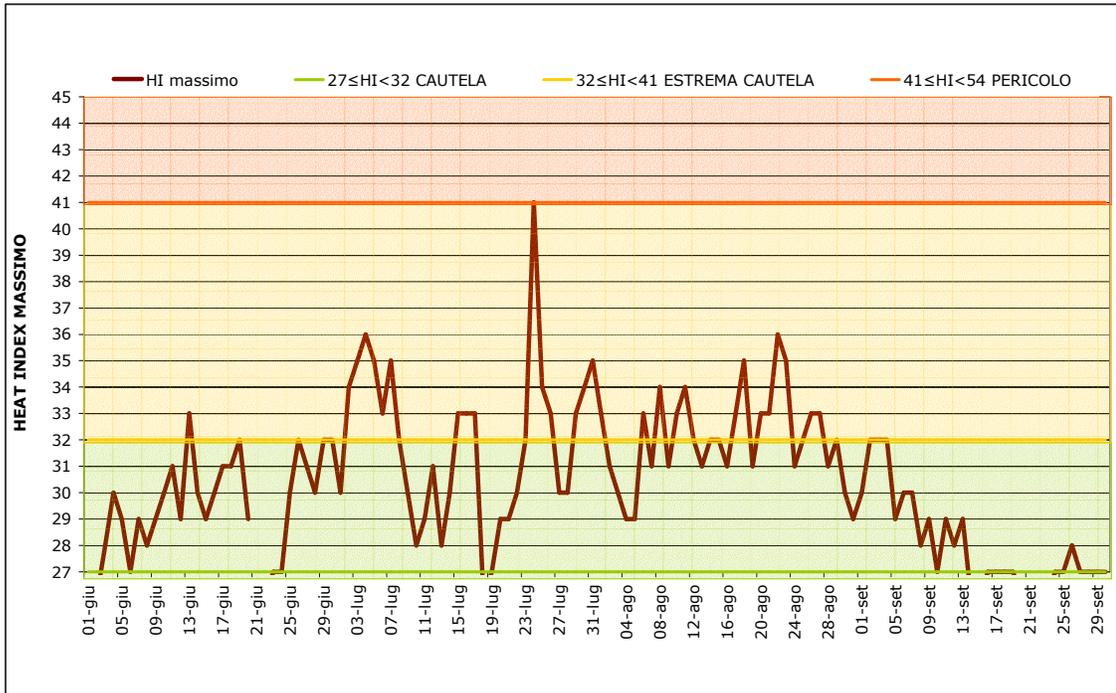
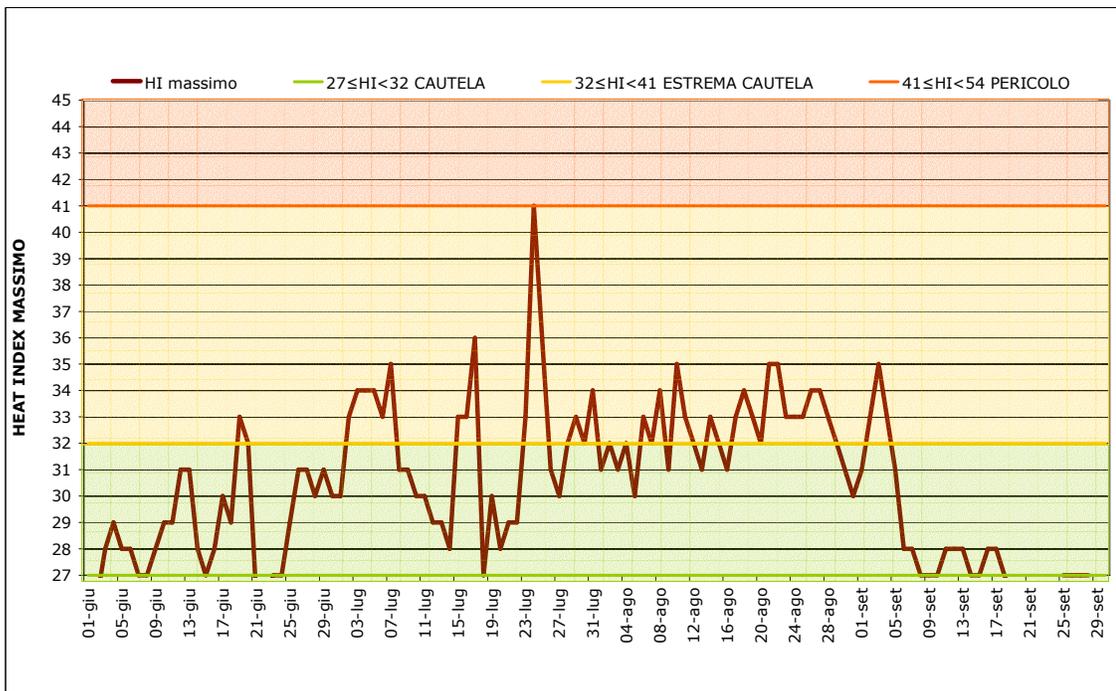


Figura 79: Andamento giornaliero dell'Heat Index massimo calcolato per il periodo giugno-settembre 2009 – Stazione di Villa San Pietro.



5. ANALISI AGROMETEOROLOGICA

Gli impatti delle condizioni meteorologiche sul territorio regionale sono stati analizzati distinguendo l'intera annata in due sottoperiodi in relazione alle eccezionali condizioni termo-pluviometriche che hanno contraddistinto i diversi mesi in esame. Il primo sottoperiodo descrive fondamentalmente le conseguenze del regime pluviometrico particolarmente abbondante che ha caratterizzato l'Isola durante il periodo ottobre 2008-aprile 2009 e il secondo basato invece sull'anomalo andamento delle temperature che ha riguardato i successivi mesi e in particolare l'estate.

Nel descrivere le influenze delle precipitazioni nella stagione autunno-invernale 2008-09 occorre anzitutto distinguere le aree interessate dagli eventi intensi che si sono succeduti in particolare nei mesi di ottobre e novembre, per le ingenti conseguenze che hanno provocato, dalle restanti aree caratterizzate da una abbondante e continua piovosità, protrattasi in alcuni casi fino al termine della stagione piovosa.

Nelle aree maggiormente colpite dalle piogge intense le diverse attività agricole hanno patito ingenti danni, sia per l'azione meccanica esercitata sui suoli e sulle colture dallo scorrere impetuoso dell'acqua, che nei casi più gravi può aver portato alla rottura o allo sradicamento degli alberi e al danneggiamento delle strutture aziendali e della rete viaria, sia per gli effetti di più lunga durata derivanti dall'erosione dei suoli e dall'eccesso di acqua nei terreni, sia anche per gli effetti delle condizioni di stress fisiologico dovuta al prolungamento delle condizioni di anaerobiosi degli apparati radicali delle piante.

Le conseguenze più rilevanti si sono avute non solo nelle aree collinari e montane, cioè quelle prevalentemente colpite dalle piogge più intense, ma anche nei territori pianeggianti posti a valle ed

interessati in maniera meno intensa dagli eventi meteorici (ad esempio alcune località del Medio Campidano per l'evento meteorologico del 4 novembre): in questi casi le conseguenze sono legate sia all'intensità delle piogge sia all'ingrossamento e alla conseguente tracimazione dei corsi d'acqua che ha causato l'allagamento dei campi e dei centri abitati posti in prossimità del reticolo idrografico e la deposizione di grandi quantità di fango.

Tuttavia, prescindendo dai singoli eventi intensi che hanno arrecato gravi danni alle aree interessate, occorre evidenziare anche le conseguenze causate dall'abbondanza delle piogge complessive e dalla elevata e anomala frequenza dei giorni piovosi che ha caratterizzato il trimestre novembre-gennaio su buona parte del territorio regionale e l'intera stagione piovosa per molte località del centro-Sud: tali conseguenze sono legate sia al ruscellamento dell'acqua in eccesso, che nei terreni in pendio, soprattutto se lavorati o seminati di recente, ha provocato profonde incisioni e in alcuni casi la rimozione dei semi, sia al protrarsi di condizioni di saturazione dei terreni su buona parte del territorio regionale.

La prolungata saturazione idrica dei terreni, infatti, ha provocato danni alle specie più sensibili a condizioni di asfissia radicale, ad esempio le specie ortive di pieno campo, oppure le leguminose per l'apparato radicale carnoso e fittonante. Nel caso del carciofo in molte località dell'Isola si sono registrati danni rilevanti anche nei terreni in collina. Anche la coltivazione degli agrumi, tra le specie arboree, possono aver risentito in misura marcata delle condizioni descritte a causa della particolare sensibilità a condizioni di ristagno idrico. Inoltre, tale situazione di stress ha reso le colture

particolarmente sensibili agli abbassamenti termici che si sono verificati in particolare i primi mesi del 2009.

Un'altra conseguenza della saturazione prolungata è rappresentata dalla disgregazione strutturale dei suoli con la conseguente riduzione della permeabilità e da un generale impoverimento nella dotazione di elementi nutritivi nel terreno, a causa della rimozione operata dall'acqua di percolazione. Quest'ultimo rappresenta un aspetto non secondario dell'elevata piovosità: il trasporto per ruscellamento o percolazione nelle acque di pioggia in eccesso di grandi quantità di nutrienti derivanti dalle attività agricole e zootecniche causa infatti un peggioramento qualitativo delle falde e dei corpi idrici superficiali.

La saturazione prolungata ha portato anche effetti sugli apparati radicali delle piante, in particolare sulla vite dove fra marzo e aprile nelle aree pianeggianti e nelle valli aventi un suolo poco permeabile si è riscontrato un ritardo fenologico dovuto appunto a condizioni di stress vegetativo causato dal ristagno idrico.

Inoltre, le condizioni di elevata umidità dei suoli hanno sensibilmente ostacolato l'ingresso in campo delle macchine operatrici per le operazioni di campo tipiche del periodo autunno-primaverile, quali le arature, le semine, le potature. In autunno, infatti, è stata notevolmente ostacolata ad esempio la semina dei frumento, dei cereali autunno-vernini e degli erbai, come pure degli ortaggi, mentre in primavera si è verificato un ritardo nell'avvio delle operazioni di campo per la semina delle risaie, in particolare per le varietà a ciclo lungo, e si avuto un posticipo nella raccolta delle patate a causa dell'impraticabilità dei campi. Anche le operazioni di fienagione delle specie foraggere sono state ostacolate per l'impossibilità di entrare in campo.

Nello stesso periodo primaverile, inoltre, si sono osservati notevoli danni provocati da agenti patogeni, favoriti dall'elevata umidità dell'aria conseguente alle frequenti piogge. Le colture ortive sono tra quelle maggiormente colpite dalle avversità micotiche (botrite, sclerotinia, ecc..) favorite dall'anomala piovosità. Anche tra le colture arboree si sono registrate attacchi da patogeni, ad esempio ad opera degli agenti dell'occhio di pavone sull'olivo e della bolla sul pesco. Particolarmente intensi sono risultati gli attacchi fungini sulla vite nel periodo fra aprile e giugno: il regime termico e pluviometrico anomalo, con un alternarsi di precipitazioni intense, bel tempo, precipitazioni lievi hanno determinato una elevata aggressività delle principali avversità micotiche cui è soggetta la vite, in particolare la Peronospora e il Mal bianco.

Infine, nelle aree in cui le precipitazioni sono state più abbondanti e si sono avuti prolungati ristagni possono esservi state limitazioni al pascolamento per l'impossibilità degli animali di accedere al pascolo e anche per la propensione a ricercare ripari in caso di pioggia.

D'altro canto le condizioni di buona idratazione dei suoli nelle aree in cui gli apporti idrici non sono stati così eccessivi o laddove i terreni hanno permesso un rapido allontanamento dell'acqua in eccesso, hanno favorito l'attività vegetativa delle specie del periodo garantendo nel caso delle foraggere un'alimentazione continua al pascolo per il bestiame. Inoltre, la riserva idrica dei suoli nel mese di aprile, ha rappresentato un aspetto favorevole per le coltivazioni in quanto ha contribuito a soddisfare i fabbisogni idrici nelle prime fasi di sviluppo delle coltivazioni a ciclo primaverile-estivo.

Il successivo periodo maggio-agosto 2009 è stato caratterizzato invece da temperature piuttosto elevate che hanno influenzato in vario modo il comparto agricolo, mentre nel mese di settembre il livello termico è risultato generalmente nella media.



La permanenza di temperature alte da maggio a tutto agosto e i picchi raggiunti dalle massime in particolare nel mese di luglio hanno influenzato lo sviluppo delle colture, come ad esempio quello della vite. In questo periodo, infatti, il surplus termico evidenziato nel paragrafo relativo alle sommatorie termiche, ha infatti determinato un anticipo fenologico dello sviluppo della coltura. Le simulazioni prodotte nell'ambito del progetto Iphen¹¹, rappresentate in forma di mappa nella **figura 80**, evidenziano infatti il raggiungimento delle fasi di maturazione in diversi areali della Sardegna all'inizio del mese di settembre, con un anticipo quantificabile in 5 - 10 giorni.

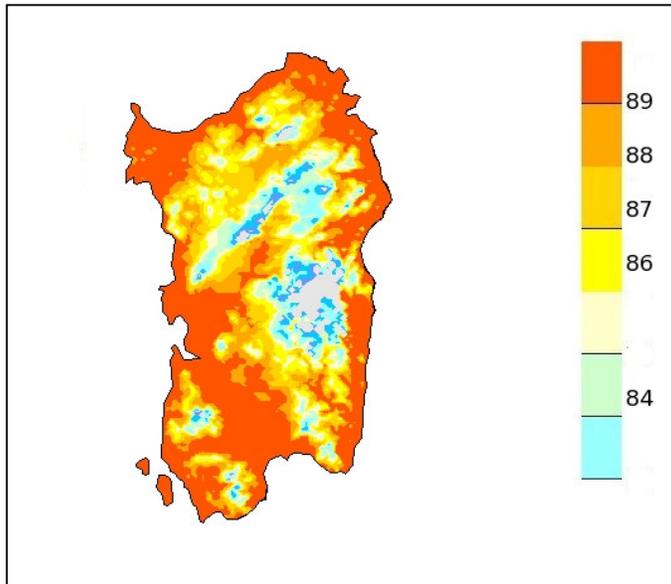


Figura 80: Mappa di simulazione fenologica per lo Chardonnay in scala BBCH al giorno 4 settembre 2009 (9 =maturazione al 80-90%; 87= maturazione al 60-70%).

Per lo sviluppo della vite sono da considerare critici i valori al di sopra di 35-37 °C, perché possono condizionare la sintesi delle componenti dell'acino e arrestare, come meccanismo di difesa fisiologica, lo sviluppo vegetativo. Tali temperature si sono verificate frequentemente nel mese di luglio, in particolare nel corso della terza decade del mese quando in alcune

località sono stati superati persino i 45 °C. Nella **tabella 4** sono riportate le stazioni ARPAS in cui le temperature massime giornaliere hanno raggiunto o superato i 40 °C e il numero totale di ore in cui i valori termici sono rimasti sopra le soglie critiche di 35 e 40 °C, unitamente al massimo cumulato giornaliero (indicato tra parentesi tonde).

¹¹Il progetto IPHEN è finalizzato alla produzione e diffusione di mappe fenologiche realizzate anche con il supporto di osservazioni fenologiche in campo. Le mappe per la vite, basate sulla scala BBCH, sono riferite a due varietà di vite (Cabernet Sauvignon e Chardonnay). Per ulteriori approfondimenti si rimanda al sito dell'UCEA - www.ucea.it

Tabella 4: Valori estremi di temperatura massima del mese di luglio 2009 e permanenza dei valori orari sopra le soglie di 35 e 40 °C.

Stazioni	T massime giornaliere (°C)	N° ore mensili e massimi giornalieri	
		35 °C	40 °C
ARZACHENA MOBILE	46.9	25 (10)	7 (7)
DORGALI LANAITTO	46.8	135 (15)	11 (9)
OTTANA	45.9	153 (11)	33 (7)
PALMAS ARBOREA	45.2	49 (10)	11 (8)
USINI MOBILE	44.8	42 (11)	6 (6)
VALLEDORIA	44.8	12 (11)	4 (4)
MONASTIR MOBILE	44.5	66 (11)	8 (8)
OLIENA	44.1	36 (11)	5 (5)
BERCHIDDA	43.7	37 (10)	7 (5)
OZIERI	43.5	55 (9)	7 (6)
MILIS	43.4	59 (10)	5 (5)
VILLA S. PIETRO	43.3	27 (9)	5 (5)
BENETUTTI	43.2	74 (9)	9 (5)
CHIARAMONTI	43.1	43 (9)	6 (6)
OLMEDO	43.0	11 (6)	4 (4)
SORSO	43.0	10 (10)	5 (5)
DOLIANOVA	42.8	28 (10)	6 (6)
ORANI	42.7	75 (9)	8 (5)
DECIMOMANNU	42.6	33 (10)	4 (4)
IGLESIAS	42.6	16 (7)	2 (2)
BONNANARO	42.4	45 (9)	4 (3)
STINTINO	42.4	9 (9)	4 (4)
GHILARZA	42.0	43 (8)	4 (4)
GUASILA	42.0	25 (9)	3 (3)
LURAS	41.9	18 (10)	5 (5)
SAMASSI	41.9	24 (8)	4 (4)
DOMUS DE MARIA	41.5	24 (11)	6 (6)
SASSARI S.A.R.	41.5	10 (10)	3 (3)
VILLACIDRO	41.5	16 (8)	4 (4)
GIAVE	41.4	26 (8)	2 (2)
MODOLO	41.4	8 (7)	3 (3)
SIURGUS - DONIGALA	41.0	21 (9)	0 (0)
VILLASALTO	40.6	22 (10)	1 (1)
AGLIENTU	40.3	13 (10)	0 (0)
NURALLAO	40.1	38 (9)	0 (0)
NUORO	40.0	18 (8)	0 (0)
SARDARA	40.0	21 (8)	0 (0)

Nei vigneti in cui non è stato possibile intervenire con irrigazioni di soccorso e gli acini sono risultati particolarmente esposti al sole ciò ha determinato la perdita di prodotto e anomalie nella maturazione delle uve, in particolare per il metabolismo degli acidi e la sintesi degli antociani, anche in considerazione dell'anticipo fenologico generalizzato.

I picchi di temperatura massima giornaliera registrati nel mese di luglio possono aver arrecato danni ad altre colture, come ad esempio il mais in cui le alte temperature in fase di fioritura possono aver compromesso il regolare processo di impollinazione e fecondazione con ripercussioni sulla resa finale

sia di granella che di insilato. Anche nel caso del pomodoro le elevate temperature possono aver determinato problemi di allegazione per le colture in condizioni di maggior stress

Le elevate temperature del periodo estivo, sono risultate letali per molti insetti, ed hanno perciò contribuito a ridurre significativamente le percentuali di infestazione di importanti fitofagi, come ad esempio la Mosca delle olive. Inoltre, la mancanza di apporti idrici ha fatto sì che le drupe, parzialmente disidratate dalle elevate temperature registrate nel periodo più caldo, si presentassero di dimensioni ridotte e più consistenti perciò meno suscettibili agli attacchi dell'insetto. Le precipitazioni del mese di settembre hanno poi contribuito a ridurre la situazione di stress delle drupe e conseguentemente anche il livello di infestazione si è risollevato.

Nel periodo tra aprile e maggio si è conclusa l'infestazione di *Lymantria Dispar*, che ha determinato la defogliazione di numerose aree di bosco di sughera e leccio in diversi territori della Sardegna, in particolare in Gallura. La defogliazione, oltre agli effetti diretti sulle piante colpite, determina la mancanza di uno scudo termico per le specie tipiche dell'habitat del sottobosco, causando con l'incremento delle temperature nella stagione estiva, un notevole danno per tutto l'ecosistema bosco.