

## **INQUADRAMENTO METEOROLOGICO DEL 2011**

L'analisi meteorologica del 2011 è stata svolta analizzando i vari periodi dell'anno e raggruppando insieme (quando possibile) i mesi che hanno avuto una configurazione meteorologica simile, al fine di dare una descrizione a grande scala del tempo meteorologico che ha caratterizzato il Piemonte nel corso di tutto l'anno.

Viene descritto l'andamento dell'altezza di geopotenziale<sup>1</sup>, parametro meteorologico fondamentale per caratterizzare sinteticamente la configurazione meteorologica dominante.

I valori climatologici, presi come riferimento per effettuare un confronto, sono quelli relativi al periodo 1971-2000 e derivano dalle ri-analisi (note come "archivio ERA40") del Centro Meteorologico Europeo di Reading (ECMWF). Questa climatologia di 30 anni è quella utilizzata a livello internazionale dall'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (WMO) come termine di paragone per le analisi climatiche correnti e viene quindi usata qui per tracciare un'analisi delle anomalie e interpretare la fenomenologia del 2011.

Nel complesso si osserverà come il 2011 sia stato un anno decisamente caldo e con precipitazioni nella media annua, grazie a pochi ma intensi eventi precipitativi.

### **Gennaio**

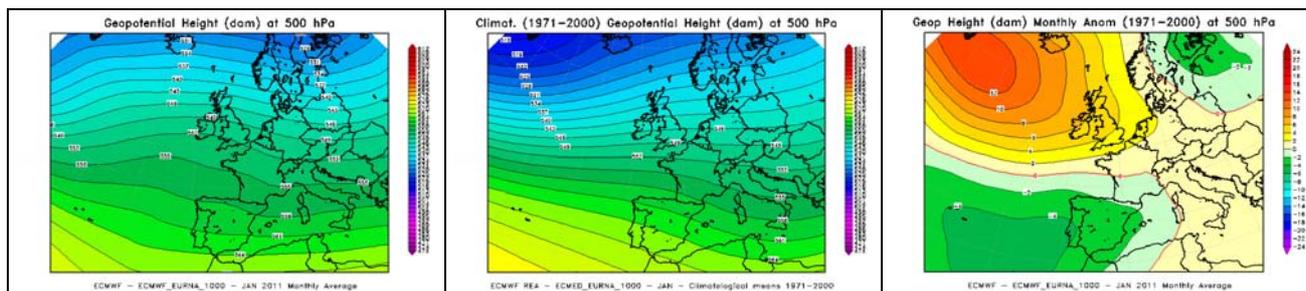
Il primo mese del 2011 è stato asciutto e con temperature nel complesso nella media climatologica, anche se ha avuto un andamento molto variabile: caratteristica che è poi ha contraddistinto tutto l'anno. L'anticiclone delle Azzorre è stato particolarmente forte sulle latitudini più alte del nord Atlantico, come indicato dall'anomalia positiva in Figura 1 (a destra), lasciando invece spazio ad una pressione inferiore alla norma sulle latitudini più meridionali del medio Atlantico.

Questa bassa pressione non è riuscita ad influenzare in maniera efficace o duratura il nordovest italiano, mentre l'alta pressione del nord Atlantico ha mantenuto tempo stabile sul Piemonte e sul nord Italia in genere, con un flusso in quota prevalente dai quadranti nordoccidentali (Figura 1 a sinistra). Particolarmente calda la prima metà del mese, quando l'alta pressione ha progressivamente assunto caratteristiche temporaneamente più nord-africane, seppur il caldo anomalo rimaneva più sensibile nelle zone di montagna, mentre le pianure soffrivano spesso della nebbia causata dall'umidità intrappolata nei bassi strati atmosferici dall'inversione termica.

---

<sup>1</sup> L'altezza di geopotenziale (qui espressa in decimetri) indica a quale altezza si trova un determinato valore di pressione atmosferica, che nelle mappe mostrate è la pressione di 500 hPa o millibar. In pratica tali mappe sono simili alle carte della pressione al suolo, ma si riferiscono ad una superficie in quota, a circa 5.500 metri. Le linee che uniscono punti di uguale valore di geopotenziale, dette isoipse, possono assumere la forma di "promontori" (simili a montagne) e di "saccature" (simili a valli): i "promontori" sono aree di alta pressione, mentre le "saccature" sono aree di bassa pressione. Il flusso dominante a grande scala è fondamentalmente governato da tale configurazione meteorologica in quota (sinottica), in quanto segue proprio le isolinee di geopotenziale (le "isoipse"), muovendosi da ovest verso est.

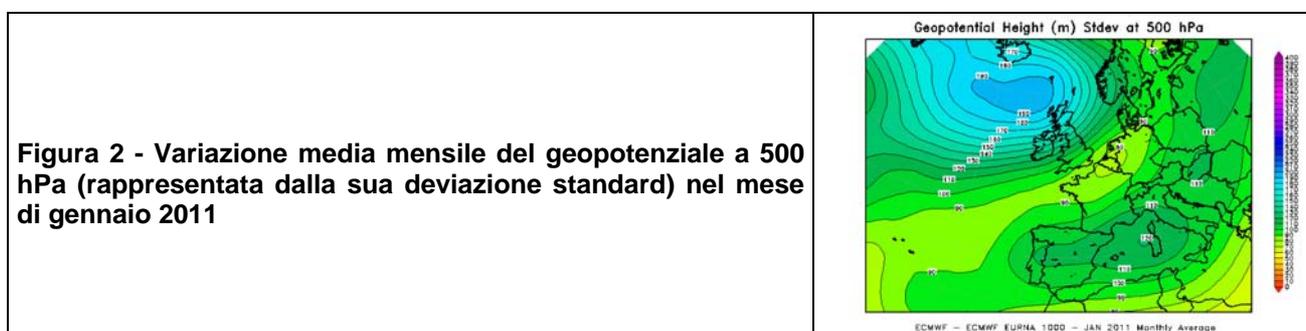
**Figura 1 - Geopotenziale a 500 hPa del mese di Gennaio 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)**



Nella figura dell'anomalia (ultima figura a destra) la linea tratteggiata in rosso segna lo "0" e separa i valori di anomalia negativa (dal verde al blu-viola) da quelli positivi (dal giallo al rosso).

Fonte: Arpa Piemonte

Il tempo più freddo e anche instabile è stato portato, nella terza decade del mese, dalla discesa verso sud della depressione polare che dai paesi baltici e dalla Polonia (anomalia negativa in Figura 1 a destra) è scesa fin verso il Mediterraneo occidentale. Questa evoluzione si vede più chiaramente nella Figura 2 che, con la variazione del geopotenziale medio mensile, è un indice della strada percorsa più frequentemente dalle perturbazioni più forti nel corso del mese e (coi colori più 'freddi': in verde scuro) mostra come queste siano più attivamente arrivate sul Piemonte da est-norddest. La depressione polare, proveniente dalla parte della Russia, è stata responsabile del freddo occorso già all'inizio della prima decade e poi in tutta l'ultima decade del mese, tanto che le temperature medie mensili alla fine sono risultate inferiori alla norma sulle zone pianeggianti, più soggette al flusso freddo da est rispetto alle Alpi.



Fonte: Arpa Piemonte

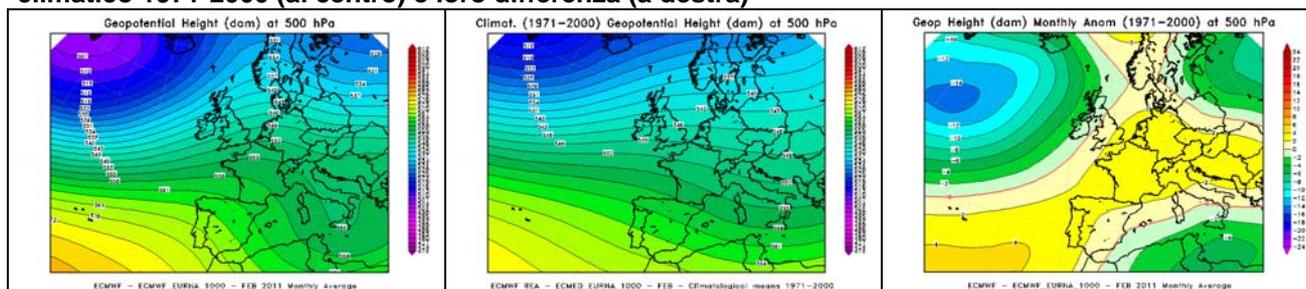
## Febbraio

Febbraio è stato ancor più variabile di gennaio, con il risultato di una media mensile finale di temperature sopra la norma e precipitazioni irregolari.

La prima metà del mese ha avuto temperature nettamente superiori alla media climatologica, grazie all'anticiclone delle Azzorre (come mostrato dal confronto delle mappe di Figura 3) e da aria oceanica particolarmente calda nella prima decade e all'inizio dell'ultima.

L'aria fredda continentale, invece, associata alla bassa pressione nordorientale, è rimasta lontana sulla Russia, bloccata dall'alta pressione (più forte di gennaio) sull'Europa centrale, che proteggeva bene tutta l'Italia settentrionale (mappa destra di Figura 3).

**Figura 3 - Geopotenziale a 500 hPa del mese di febbraio 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)**



Fonte: Arpa Piemonte

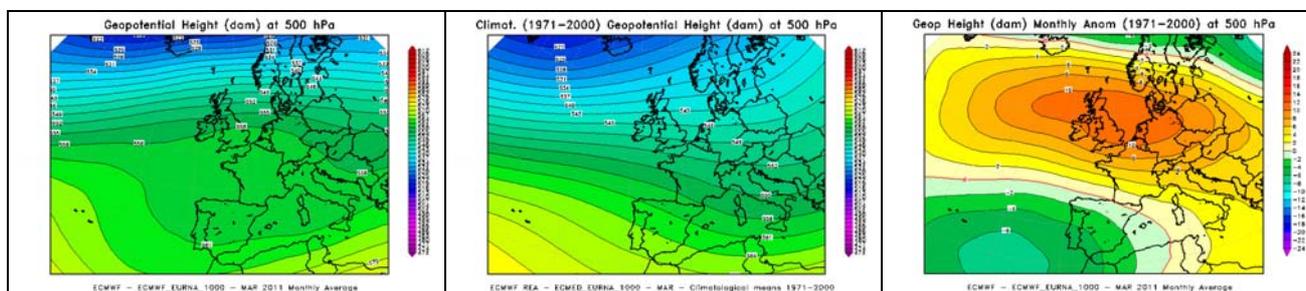
Sempre a differenza di gennaio, anche la depressione d'Islanda è tornata attiva sulle sue latitudini settentrionali dell'alto Atlantico solo in poche e fugaci occasioni (subito dopo la metà del mese e poi alla fine di febbraio), con perturbazioni che attraversavano velocemente il nordovest dell'Italia. In tali rari eventi sono cadute le precipitazioni più significative sulla regione (con fenomeni quindi sporadici ma abbondanti) ma la maggior parte del territorio piemontese ha di nuovo avuto un deficit mensile di precipitazioni e a livello regionale le precipitazioni di febbraio comunque non sono ancora state sufficienti a compensare il debito accumulato dall'inizio dell'anno.

## Marzo

Dopo la prevalente stabilità atmosferica dei primi due mesi, marzo è stato il primo mese decisamente piovoso, tanto da riuscire a recuperare tutto il deficit di precipitazioni pregresso e riallinearsi, alla fine del mese, alla media dell'anno.

L'anomalia negativa, di pressione inferiore alla media, disegnata dalla mappa destra della Figura 4 tra il basso Atlantico e il Mediterraneo occidentale, lascia intuire che la saccatura atlantica è stata molto profonda e attiva su quell'area ed è stata la vera responsabile delle cospicue precipitazioni che hanno colpito il Piemonte. A differenza di gennaio, a marzo le correnti prevalenti hanno avuto una componente più meridionale (più da sudovest nella mappa sinistra di Figura 4 su Baleari e Mediterraneo occidentale), giustificando così il maggior apporto di aria marittima, mite e umida.

**Figura 4 - Geopotenziale a 500 hPa del mese di marzo 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)**



Fonte: Arpa Piemonte

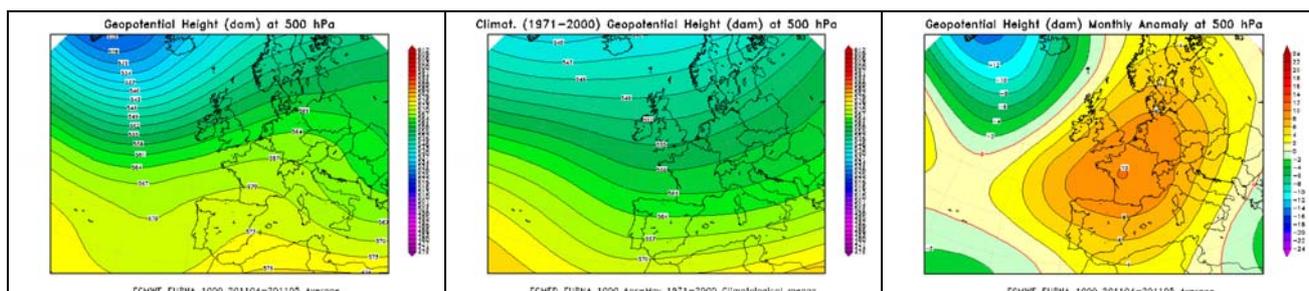
Anche a marzo l'alta pressione è stata forte sull'Europa nordoccidentale, tra la Gran Bretagna e la Germania (con anomalia positiva fino al Mediterraneo orientale nella mappa destra della Figura 4), e così talvolta riusciva a portare delle pause di miglioramento, con tempo bello e caldo. Le temperature medie mensili alla fine sono comunque risultate poco distanti dalla media climatologica: lievemente inferiori sulla parte centro-meridionale (più

vicina alla depressione mediterranea) e superiori su tutta la fascia montana e pedemontana alpina, meglio influenzata dall'alta pressione settentrionale.

## Aprile e Maggio

Dopo la piovosità di marzo, i mesi di aprile e maggio sono tornati ad essere drasticamente asciutti e prematuramente caldi, con un deficit di precipitazioni particolarmente acuto e prolungato per la stagione primaverile che climatologicamente è tra le due stagioni più piovose dell'anno per il Piemonte e l'area mediterranea.

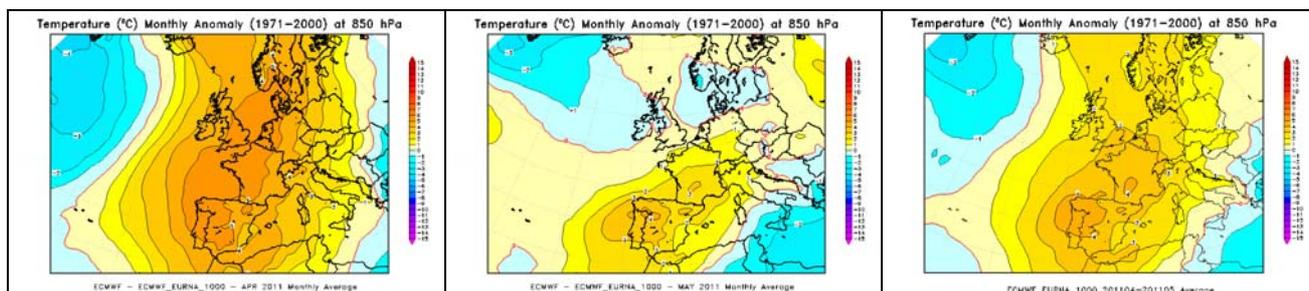
**Figura 5 - Geopotenziale a 500 hPa del bimestre Aprile-Maggio 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)**



Fonte: Arpa Piemonte

Un robusto promontorio di alta pressione ha occupato gran parte dell'Europa, prolungandosi dal nordovest Africa fino alla Scandinavia, con una marcata anomalia positiva (mappa destra di Figura 5) sostanzialmente su tutto il continente europeo. La forte alta pressione nordafricana è stata responsabile della stabilità atmosferica che ha dominato in maniera prevalente per entrambi i mesi, sostituendosi, con un flusso nordoccidentale, continentale e asciutto sul Piemonte (mappa sinistra), alla saccatura nord-atlantica che, col flusso sudoccidentale marittimo (mappa al centro), avrebbe portato le precipitazioni tipiche della Primavera.

**Figura 6 - Anomalia della temperatura a 850 hPa (circa 1500 m di quota) dei mesi di aprile (a sinistra), maggio (al centro) e del bimestre complessivo (a destra) tra l'anno 2011 e il periodo climatico 1971-2000**



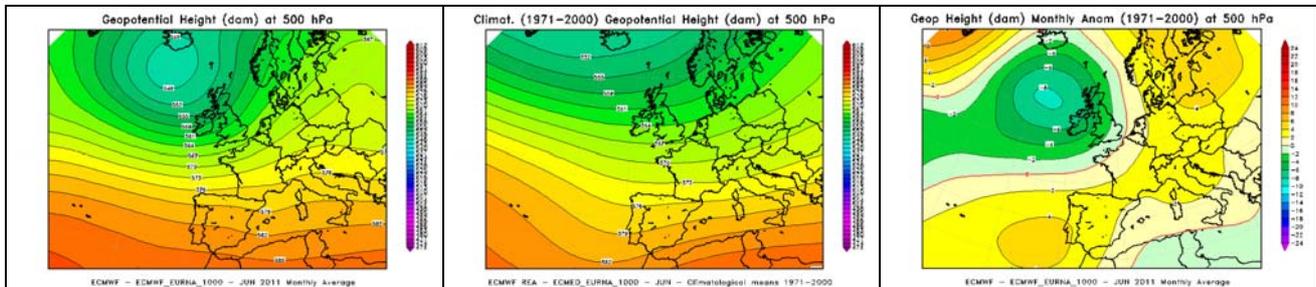
Fonte: Arpa Piemonte

La netta anomalia positiva, di pressione sopra la media (mappa destra di Figura 5), si è anche tradotta in una marcata e persistente anomalia termica positiva (Figura 6), con temperature sopra la norma in entrambi i mesi ed eccezionalmente elevate nel mese di aprile, quando già nella prima decade del mese sono addirittura stati superati i 30° in pianura e toccati i 4.000 m di zero termico in quota: valori record per il periodo e più tipici di agosto.

## Giugno

A giugno le temperature sono tornate più vicine alla norma climatologica, ma soprattutto le precipitazioni sono tornate abbondanti, tanto copiose quasi da recuperare in un mese l'ampio ammanco accumulatosi nei due mesi primaverili precedenti.

**Figura 7 - Geopotenziale a 500 hPa del mese di giugno 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)**



Fonte: Arpa Piemonte

La responsabile dell'instabilità di giugno è stata una bassa pressione molto profonda sul nord dell'Atlantico, che in ripetute occasioni (e in maniera più marcata nella prima decade) dalle Isole Britanniche si è spinta fino al Mediterraneo occidentale, dove la mappa sinistra (e debolmente anche quella destra) di Figura 7 indica una piccola piega del geopotenziale in corrispondenza delle Baleari: la posizione migliore per portare tempo instabile e piovoso sul Piemonte, con un flusso sudoccidentale, mite e umido dal mare.

La pressione mediamente non è stata bassa sulla regione e su gran parte d'Europa: infatti anche le temperature non sono state nel complesso significativamente lontane dalla media, verosimilmente perché il flusso ciclonico meridionale (sul Piemonte e sull'Europa continentale), oltre che marittimo e umido, era anche piuttosto mite.



**Figura 8 - Variazione media mensile del geopotenziale a 500 hPa (rappresentata dalla sua deviazione standard) nel mese di giugno 2011**

Fonte: Arpa Piemonte

L'intensità e la frequenza delle perturbazioni sono meglio illustrate dalla Figura 8 che (coi colori più 'freddi': in verde) indica bene la traiettoria percorsa dai fronti perturbati provenienti dal nord Atlantico: nel loro moto verso le Isole Britanniche e il nord Europa sono scesi proprio sul Mediterraneo occidentale, la posizione più propizia per investire efficacemente il Piemonte.

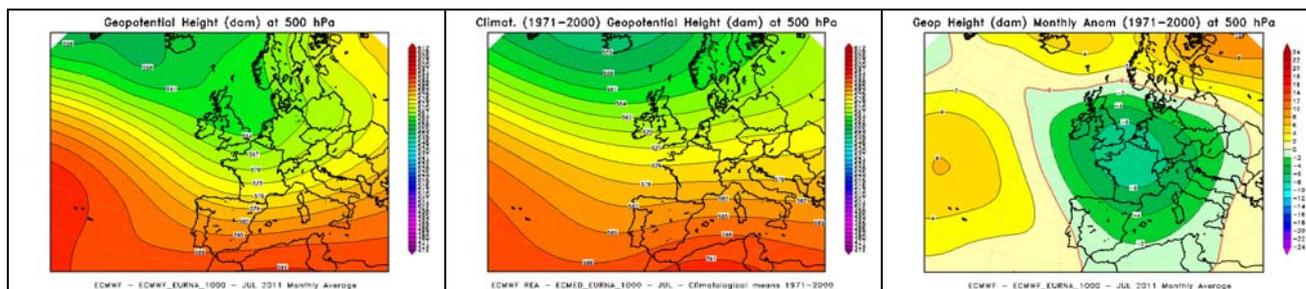
## Luglio

Luglio ha proseguito la fase instabile di giugno, che ha caratterizzato così tutta la prima parte dell'estate 2011; e in più ha anche avuto temperature significativamente al di sotto della norma, con un clima quindi nel complesso freddo e decisamente poco estivo.

Il maltempo di luglio è stato provocato dall'anomala e prolungata intrusione sull'Europa centrale della depressione nord-atlantica (come ben rappresentato dal confronto delle

mappe di Figura 9), che ha schiacciato totalmente verso sud l'alta pressione africana sul Mediterraneo centro-occidentale. Mentre l'alta pressione (oltre che ad est sulla Russia e ad ovest sulle lontane Azzorre) si è spinta sulle alte latitudini settentrionali del nord Europa e del circolo polare artico, la bassa pressione polare, scesa di ritorno sulle latitudini più meridionali dell'Europa centrale, là è rimasta bloccata a colpire con maltempo prolungato sul Mediterraneo centro-occidentale, sull'Italia e sul Piemonte.

**Figura 9 - Geopotenziale a 500 hPa del mese di Luglio 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)**



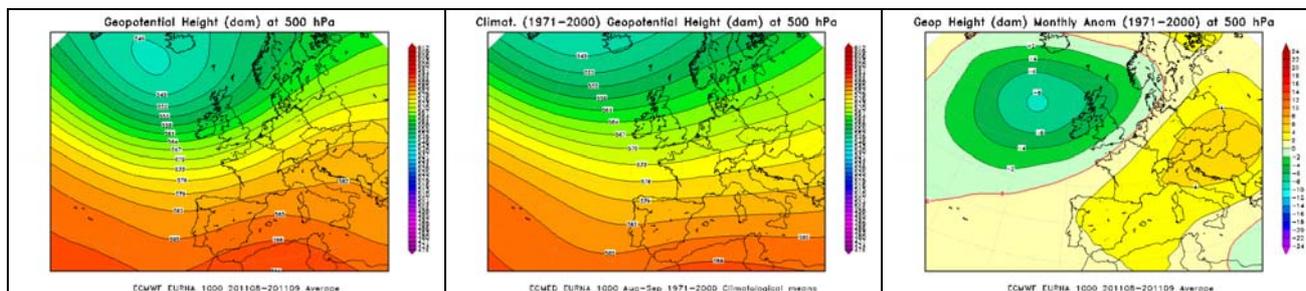
Fonte: Arpa Piemonte

Il maltempo è stato molto duraturo, con varie occasioni di precipitazioni lungo tutto il mese, con l'aria fredda nord-atlantica che la saccatura polare portava prepotentemente da nord verso il Mediterraneo e l'Italia e che ha anche determinato un'anomalia negativa di temperature diffusamente inferiori alla media. Con la fine di luglio il bilancio pluviometrico dell'anno è tornato in parità con la norma climatologica annua, compensando appieno tutto il deficit pregresso, che era cresciuto perlopiù nei mesi primaverili.

## Agosto e Settembre

In ritardo sulla stagione, il tempo estivo, bello e caldo, è arrivato solo col mese di agosto, e si è poi prolungato fino a tutto l'autunno, quindi con la percezione di uno slittamento in avanti di entrambe le stagioni.

**Figura 10 - Geopotenziale a 500 hPa del bimestre agosto-settembre 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)**



Fonte: Arpa Piemonte

Come mostrato dalle mappe di Figura 10, in entrambi i mesi, una pressione più alta della media dalle Azzorre a gran parte dell'Europa continentale (anomalia positiva nella mappa destra di Figura 10) ha mantenuto tempo stabile e caldo su buona parte del continente europeo. La bassa pressione nord-atlantica, forte e profonda sull'alto Atlantico è rimasta perlopiù là, bloccata dall'alta pressione continentale ed è riuscita ad estendere la sua influenza al Piemonte solo in alcune veloci occasioni sia ad agosto che a settembre. Il vero protagonista comunque è rimasto l'anticiclone nord-africano che ha provocato

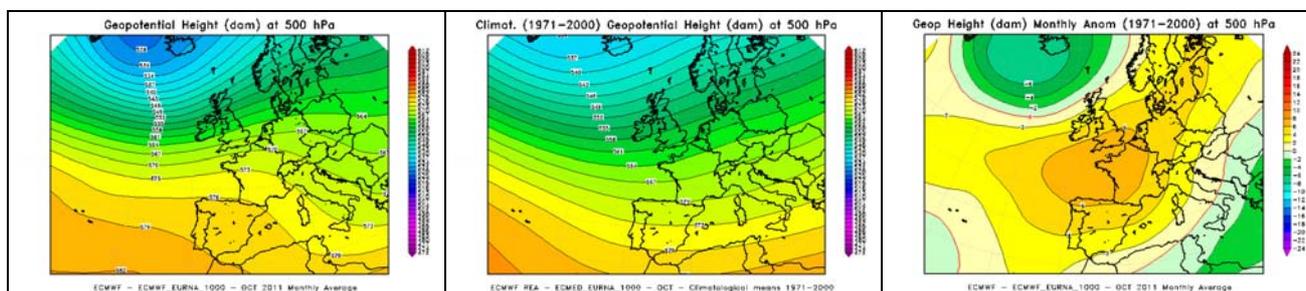
temperature significativamente al di sopra della media per tutto il lungo periodo, con il suo flusso dai quadranti meridionali (chiaramente sudoccidentale nella mappa sinistra di Figura 10) che contribuiva a portare aria molto calda, oltre che talvolta umida e piovosa. Le precipitazioni infatti non sono mancate, ma nel complesso sono state poche, perché ostacolate dalla pressione troppo alta: aiutate dall'effetto orografico sulle zone montane alpine (occidentali e settentrionali), sono rimaste inferiori alla media sulle pianure.

## Ottobre

Nel successivo mese di ottobre è continuata l'anomalia termica positiva, ma le precipitazioni sono state quasi del tutto assenti, con una carenza di precipitazioni particolarmente marcata per un mese normalmente caratterizzato dalla tipica piovosità autunnale.

L'alta pressione, ancora forte su gran parte dell'Europa, ha progressivamente assunto una matrice più atlantica (con un'anomalia positiva nella mappa destra di Figura 11 sull'Europa occidentale e negativa sulla parte più orientale): in questo modo il flusso prevalente sul Piemonte ha avuto una direzione molto settentrionale (da nord-nordovest nella mappa sinistra di Figura 11), portando quindi aria più continentale e asciutta sul Piemonte. Con una tale configurazione i fronti perturbati scorrevano dall'alto Atlantico o dal nord Europa verso l'Adriatico e l'Europa sudorientale, senza riuscire a portare sul Piemonte le piogge tipiche della stagione autunnale, ma anzi instaurando più facilmente venti di *foehn* sull'area subalpina italiana.

**Figura 11 - Geopotenziale a 500 hPa del mese di Ottobre 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)**



Fonte: Arpa Piemonte

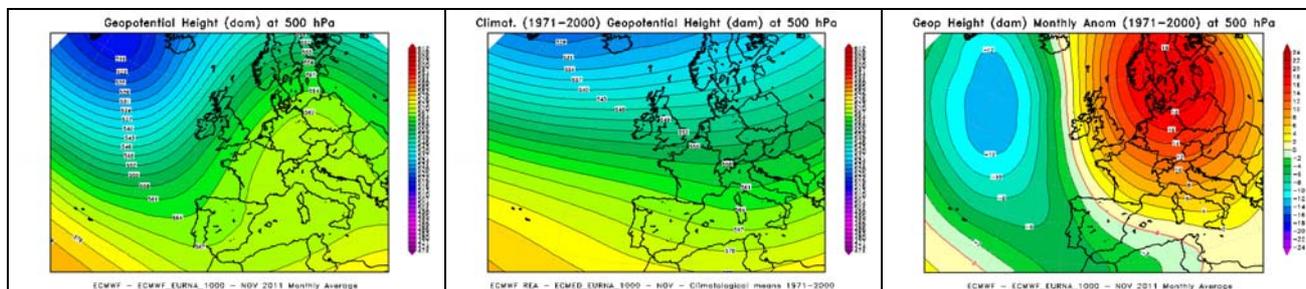
Le temperature sono state sensibilmente superiori alla media nella prima metà del mese (quando l'alta pressione inizialmente aveva ancora caratteristiche più africane), a proseguimento del forte caldo anomalo dei due mesi precedenti. Nella seconda metà è arrivata aria più fresca da nordest, legata alla depressione in discesa verso l'Adriatico. Così nel complesso, alla fine del mese, la media mensile delle temperature di ottobre non si è discostata molto dalla norma climatologica (con lieve anomalia, positiva specialmente sulla fascia alpina e prealpina, e negativa perlopiù sulle pianure, al solito meglio influenzate dal freddo flusso orientale rispetto alle Alpi).

## Novembre

La Figura 12 è di nuovo lampante nell'evidenziare la differenza della configurazione meteorologica di novembre 2011 rispetto alla media climatologica. Una forte alta pressione nord-africana si è protesa eccezionalmente fino alle alte latitudini polari della Scandinavia, con un poderoso promontorio in corrispondenza delle longitudini centrali dell'Europa. Invece sulla parte più occidentale, lungo le coste oceaniche, una profonda saccatura atlantica è scesa energicamente fino alla Penisola Iberica e anche al Maghreb

(nordovest Africa) ed, entrando nel bacino occidentale del Mediterraneo, nella prima decade del mese è stata responsabile della disastrosa alluvione che ha colpito l'Italia nordoccidentale e il Piemonte.

**Figura 12 - Geopotenziale a 500 hPa del mese di novembre 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)**



Fonte: Arpa Piemonte

Per le abbondanti precipitazioni cadute in quell'evento alluvionale, la media pluviometrica ha colmato il deficit che era cresciuto ampiamente nel precedente mese di ottobre ed è addirittura salita sopra la norma della pioggia cumulata dall'inizio dell'anno. La pioggia cumulata totale alla fine del 2011 è poi risultata in linea con la cumulata media annua della climatologia, per effetto del successivo deficit pluviometrico di dicembre.

Con la forte alta pressione, africana per quasi tutto il mese e tendente a divenire più atlantico-mediterranea alla fine di novembre, le temperature sono state prevalentemente superiori alla media, con un clima autunnale decisamente mite e ancora per nulla invernale.

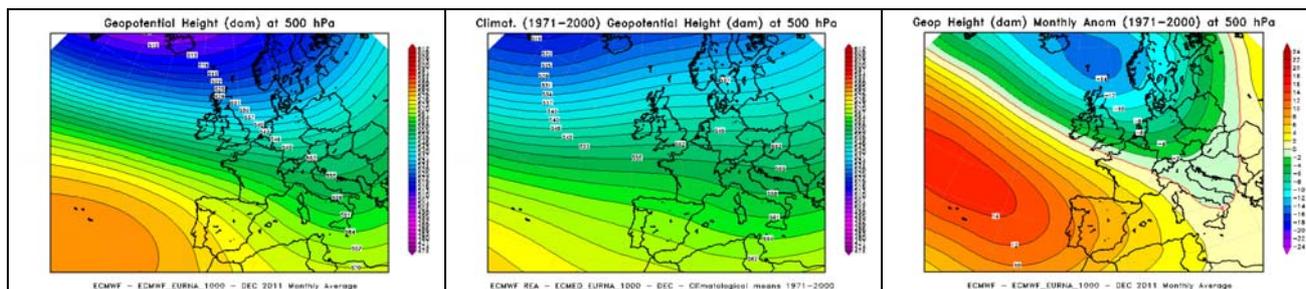
## Dicembre

Anche a dicembre le temperature sono rimaste ancora miti, con la totale mancanza del freddo tipico della stagione invernale e di nuovo con la sensazione di un netto ritardo dell'arrivo dell'inverno.

A dicembre però, rispetto a novembre, l'alta pressione portatrice di aria mite e temperature prevalentemente sopra la media è stata quella atlantica, con l'anticiclone delle Azzorre che è stato marcatamente forte ed esteso sul medio Atlantico (mappa sinistra di Figura 13), con un'ampia e pronunciata anomalia positiva dall'oceano all'Europa sud-occidentale (mappa destra di Figura 13).

La saccatura polare a sua volta è stata significativamente profonda dall'Islanda fino al versante adriatico italiano, lungo tutta l'Europa centrale (come emerge bene dalla mappa destra della Figura 13). Con la compresenza ravvicinata delle due opposte marcate strutture, che si andavano a scontrare proprio a cavallo dell'arco alpino occidentale, il flusso dominante in quota, nettamente nordoccidentale sul Piemonte, è stato molto spinto (come si deduce dalle linee molto fitte e ravvicinate nella mappa sinistra rispetto alla climatologia della mappa al centro) e ha così provocato frequenti ed estesi venti di *foehn* sulla regione, con i fronti perturbati che provenendo dal nord Atlantico venivano sbarrati dalle Alpi, con un effetto stabilizzante sottovento alla catena alpina italiana.

**Figura 13 - Geopotenziale a 500 hPa del mese di dicembre 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)**

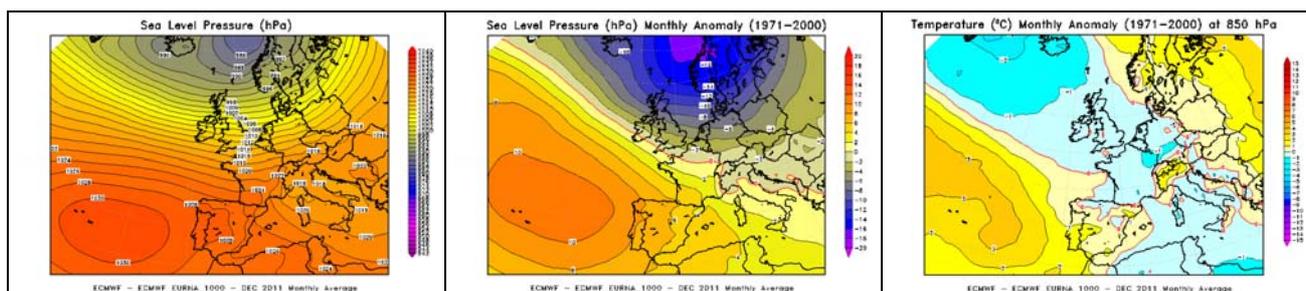


Fonte: Arpa Piemonte

Infatti, come si osserva anche dalle mappe della pressione al livello del mare (prime due mappe della Figura 14), la pressione al suolo è rimasta alta sul versante straniero nordoccidentale delle Alpi e bassa sul versante padano. Con tale configurazione, il mese di dicembre è rimasto decisamente secco per il Piemonte: le uniche zone della regione che hanno registrato precipitazioni sono state le zone alpine nordoccidentali di confine, dove si sono avute nevicate portate da fronti nuvolosi provenienti da ovest e nordovest, che quindi venivano fermati dalla catena alpina piemontese (e valdostana) senza riuscire ad estendere la loro influenza in maniera più diffusa sulla regione.

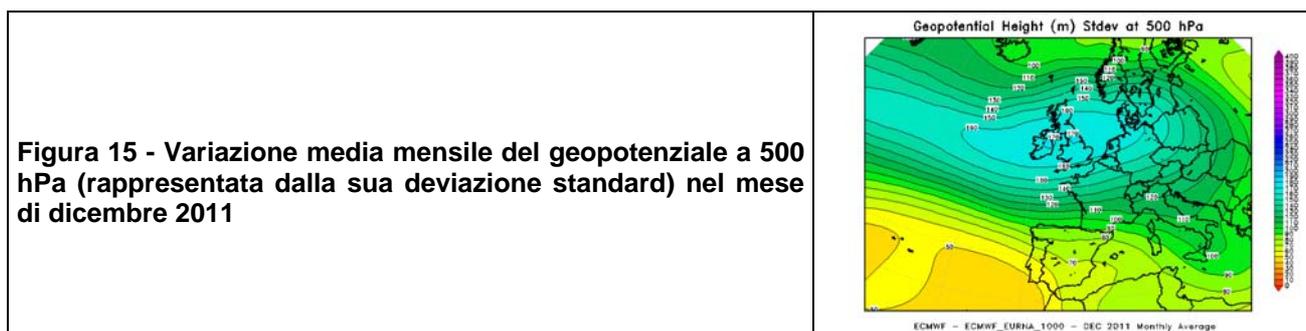
Come si evince dai colori più 'freddi', dal verde scuro al blu, nella Figura 15 i fronti atlantici riuscivano a transitare solo alle longitudini più alte dell'Europa centrale e poi, svalicato l'arco alpino, a ridiscendere sulla parte più centrale e meridionale dell'Italia perlopiù lungo il versante adriatico. In questo modo sul Piemonte potevano portare precipitazioni solo sulle zone alpine nordoccidentali di confine, mentre tutto il versante pedemontano padano si trovava in posizione sottovento e quindi protetto.

**Figura 14 - Pressione media a livello del mare del mese di dicembre 2011 (a sinistra), sua anomalia rispetto al periodo climatico 1971-2000 (al centro) e anomalia della temperatura a 850 hPa (circa 1500 m di quota) tra dicembre 2011 e il periodo climatico 1971-2000 (a destra)**



Fonte: Arpa Piemonte

**Figura 15 - Variazione media mensile del geopotenziale a 500 hPa (rappresentata dalla sua deviazione standard) nel mese di dicembre 2011**



Fonte: Arpa Piemonte

Inoltre, una depressione d'Islanda molto profonda e, contemporaneamente, un anticiclone delle Azzorre molto robusto, aumentando il gradiente tra le due opposte strutture, hanno fatto salire in misura significativa il cosiddetto indice della NAO (*North Atlantic Oscillation*), che rappresenta l'intensità del flusso occidentale atlantico: il flusso oceanico in inverno è mite per il Piemonte, rispetto al più freddo flusso continentale che proverrebbe con l'opposta direzione orientale/nordorientale dai Balcani, dalla Russia e dalla Siberia.

In altri termini, il vortice polare nella prima parte dell'inverno 2011 (a dicembre 2011, ma anche a gennaio 2012) è stato particolarmente freddo, profondo e attivo sulle alte latitudini del circolo polare artico (Figura 15), ma questo lo rendeva allo stesso tempo anche perlopiù stazionario su quelle latitudini elevate, fermo lassù a vorticare energicamente su sé stesso, senza un'influenza efficace sull'Europa più meridionale e mediterranea. Solo un suo successivo riscaldamento e indebolimento, avrebbe permesso una maggiore intrusione verso sud dell'aria fredda settentrionale e nordorientale che ha poi segnato l'inizio del vero inverno in gran ritardo, solo con il mese di febbraio 2012.