

## Indice

**Estate meteorologica: La stagione in breve, Andamento sinottico, anomalie di temperatura e precipitazione sul continente e l'Italia**

**Zoom meteo sulla Liguria**

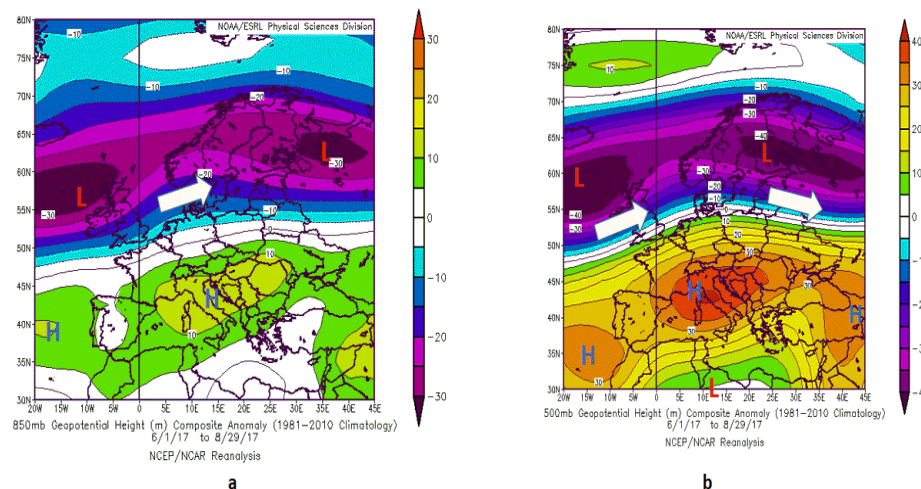
**Climatologia delle Precipitazioni - Temperature estive sulle province liguri e trend estivo dal 1961 al 2017**

**Sintesi di settembre, mese che rientra nell'estate astronomica**

## L'estate 2017 in breve

L'estate 2017 è stata caratterizzata in sia sul continente che in Italia da una significativa anomalia termica positiva e condizioni di siccità spinte, legate a una dominanza anticiclonica per il trimestre estivo, salvo qualche passaggio instabile che solo a tratti ha insistito sulle zone alpine e il Triveneto e più marginalmente anche in Liguria.

### Rianalisi dell'anomalia di geopotenziale (NOAA)



**Fig 1 - La rianalisi estiva (giugno, luglio e agosto) di anomalia per il geopotenziale ai bassi (a 850 hPa - circa 1500 m) e medi livelli atmosferici (500 hPa - circa 5000 m)**

### Configurazione sinottica

L'alta pressione (H) che nel periodo estivo ha dominato lo scenario europeo, è rimasta ben estesa alla zona mediterranea e continentale europeo per gran parte della stagione calda, proteggendoci dal flusso perturbato, che è rimasto confinato a latitudini decisamente più settentrionali, salvo alcune infiltrazioni di aria atlantica (dalla Francia verso le regioni alpine), alternate a qualche passaggio perturbato.

In **fig.1 a – b** la rianalisi NOAA di Giugno-Luglio-Agosto per il geopotenziale ai diversi livelli mostra anomalie positive evidenti sull'Europa e sul Mediterraneo, con massimi centrati tra la nostra penisola e le regioni balcaniche (ben evidenti a 500 hPa in **fig.1b**).

Il flusso perturbato atlantico (L) salvo qualche transito verso le Alpi e i Balcani che in particolare verso fine giugno e nella seconda metà di Luglio ha mitigato solo a tratti il caldo, ha interessato le latitudini superiori oltre il 50° parallelo Nord (frecche chiare in **fig. 1**) assicurando un'estate stabile e estremamente calda su molte zone del continente.

## Rianalisi dell'anomalia termica (NOAA)

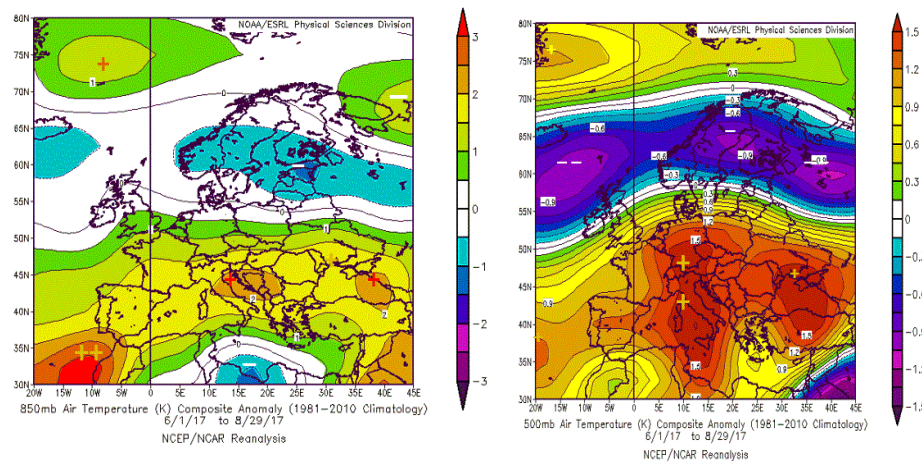


Fig. 2 - Rianalisi estiva (giugno, luglio e agosto) dell'anomalia di temperature ai bassi (a 850 hPa - circa 1500 m) e medi livelli atmosferici (500 hPa - circa 5000 m)

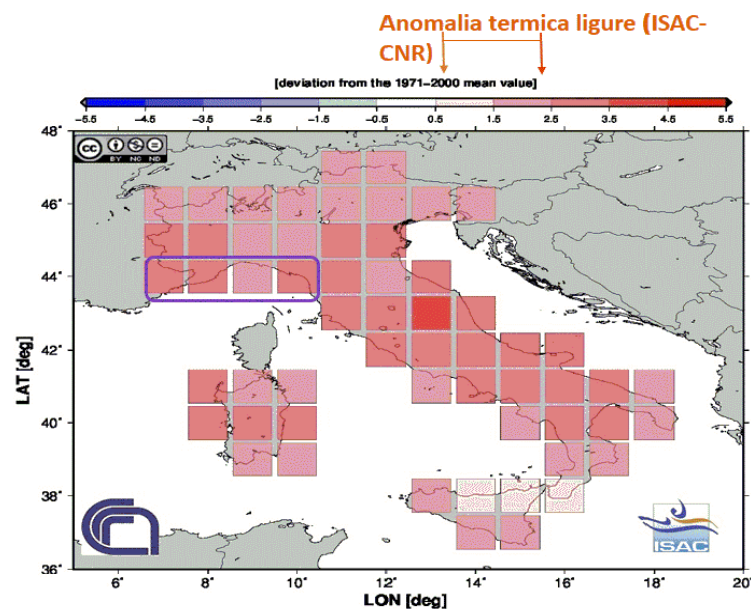


Fig 3 - La rianalisi ISAC CNR dell'anomalia di temperatura per l'intero periodo estivo (giugno, luglio e agosto) rispetto al periodo climatico 1971-2000

## Andamento termico

A tale configurazione anticiclonica dominante è legata l'estate calda che viene evidenziata in **fig.2** con la rianalisi NOAA per l'anomalia di temperatura a 850 hPa (a) e 500 hPa (b) rispettivamente ai bassi e medi livelli atmosferici; si evidenzia infatti un'anomalia positiva significativa per il periodo ( $> +1.5\text{ °C}$ ) su tutta l'Europa centro meridionale (+) e l'area mediterranea.

Il caldo di questa estate a partire da Giugno e fino a oltre metà agosto è stato anche collegato ai significativi incendi che oltre alle nostre regioni italiane, hanno interessato diverse nazioni europee tra cui anche il Portogallo e la Spagna del Nord, quando a fine agosto venivano registrate lungo costa atlantica spagnola e le sue zone interne venivano raggiunte temperature massime anomale comprese tra i 29 e 40 °C.

La rianalisi ISAC CNR estiva (Giu-Lug-Ago) per l'anomalia di temperatura media estiva sulla penisola (**fig . 3**) evidenzia in linea con quanto osservato dal NOAA un'anomalia positiva significativa per periodo su tutto il territorio (**+2.48°C**) rispetto al periodo climatico 1971-2000, che la pone al secondo posto come anno più caldo dopo l'estate 2003 (**Warmest: 2003 +3.86°C**). Sulla Liguria si registrano anomalie comprese tra circa +2 °C e 3 °C che sono in linea con quanto osservato nel corso dei mesi estivi.

## Rianalisi dell'anomalia precipitativa

### Anomalia di precipitazione in Liguria (ISAC-CNR)

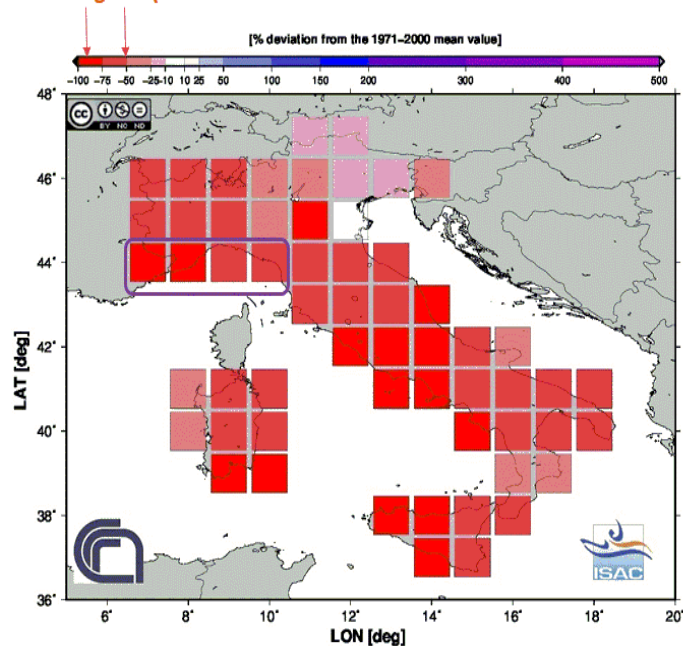


Fig. 4 - la rianalisi dell'anomalia di precipitazione ISAC CNR dell'intero periodo estivo (giugno, luglio e agosto) rispetto al periodo climatico 1971-2000

## Andamento delle precipitazioni

Sempre per quanto riguarda l'aridità si evidenzia una sostanziale continuità con le precedenti stagioni 2017 (inverno e primavera), legata all'accentuarsi nel periodo caldo di una riduzione o mancanza di precipitazioni su molte zone del mediterraneo (e sulla nostra penisola); tale tendenza viene evidenziata anche dalla rianalisi estiva NOAA (non mostrata in alcuna figura) dell'anomalia di precipitazioni giornaliere che evidenzia come l'Europa meridionale e orientale e l'area mediterranea siano state interessate da significativi deficit precipitativi caratterizzati da anomalie negative giornaliere. Tali deficit hanno interessato gran parte dell'Italia (in particolare il centro sud della penisola), mentre solo oltre i versanti settentrionali alpini si sono registrati lievi anomalie di precipitazione positiva, a causa dell'instabilità legata a fenomeni temporaleschi estivi.

La rianalisi estiva ISAC CNR (fig. 4) ci mostra come le evidenti anomalie negative di precipitazione interessino tutta la penisola (-41%) risultino più accentuate in particolare sul Nord-Ovest italiano, le zone tirreniche e la Liguria, che sono state interessate da deficit precipitativi evidenti associati a condizioni di aridità sulla Penisola. Si segnala come i deficit di precipitazione del solo mese di Agosto sul territorio Italiano (vedere il [riepilogo mensile di agosto](https://www.arpal.gov.it/contenuti_statici//pubblicazioni/rapporti_mensili/2017/201708_agosto_meteo.pdf): [https://www.arpal.gov.it/contenuti\\_statici//pubblicazioni/rapporti\\_mensili/2017/201708\\_agosto\\_meteo.pdf](https://www.arpal.gov.it/contenuti_statici//pubblicazioni/rapporti_mensili/2017/201708_agosto_meteo.pdf)) hanno superato il 80%, evidenziando la siccità che ha colpito in questo mese la penisola.

Sempre in fig. 4 osserva, invece, una parziale riduzione dell'anomalia sul Nord-Est Italiano e nelle regioni alpine: queste zone, infatti, sono state interessate a tratti da episodi convettivi e precipitazioni localmente intense (anche se sotto l'atteso) legate a infiltrazioni di aria atlantica (che è entrata in significativo contrasto con masse d'aria calda preesistenti) o dal transito di qualche sistema atlantico che ha interessato l'Europa settentrionale spingendosi fino alle zone alpine italiane.

## Zoom meteo climatico sulla Liguria

in cui anche a scala più locale sul territorio ligure si evidenzia la dominanza anticiclonica estiva

L'andamento meteorologico caratterizzato da una dominanza anticiclonica su gran parte del continente si riflette localmente nel trend estivo ligure sul capoluogo genovese : si evidenzia chiaramente in fig. 5. una prevalenza di valori della pressione al livello del mare per la stazione di Genova Sestri, legati a condizioni di alta pressione (> 1013 hPa); tale andamento mostra come a un **68 % di giornate anticicloniche** nel corso del trimestre estivo (estate meteorologica – nota 1) si contrappongano configurazioni di bassa pressione (in cui nel **32% dei casi** si è osservata un valore di pressione < 1013 hPa).

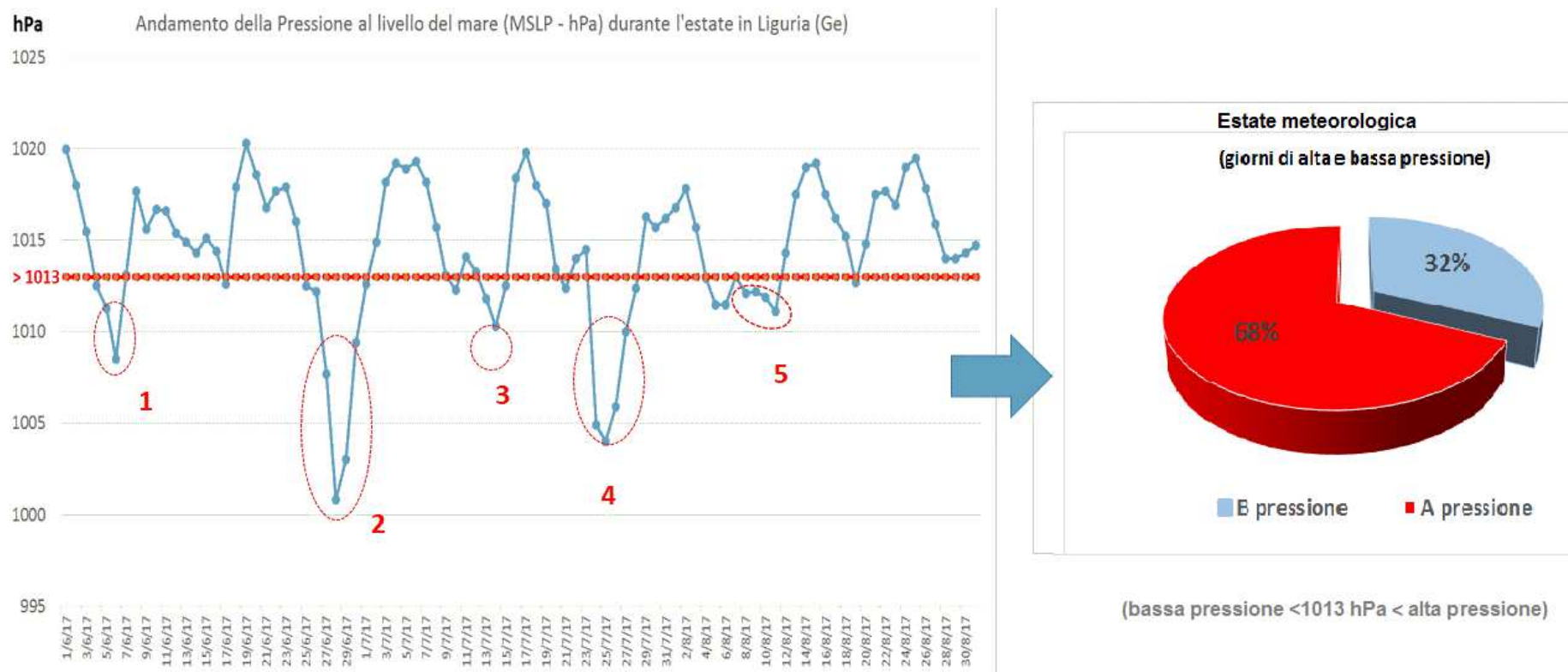


Figura - 5 rappresenta estate 2017 il trend giornaliero della pressione al livello del mare (MSLP) a Genova Sestri Ponente maggiori e minori di 1013 hPa, che convenzionalmente indicano le condizioni di alta e bassa pressione; Il grafico a lato evidenzia come i due terzi dell'estate (quasi il 70% dei giorni) si posizioni su valori anticiclonici.



Osservando nel dettaglio il grafico si può evidenziare come per l'andamento dei giorni di pressione inferiore a 1013 hPa (bassa pressione) abbia prevalso un andamento caratterizzato da valori non particolarmente bassi (mediamente attorno 1012-1010 hPa), salvo alcuni eventi (che abbiamo raggruppato in soli 5 casi estivi) in cui si è evidenziato un calo di pressione più accentuato legato a qualche passaggio frontale atlantico tra inizio e metà estate (evidenziati dai cerchi tratteggiati rossi dagli **eventi 1 a 5** nel grafico di **fig. 5**) che risultano più evidenti in particolare tra fine giugno e nella seconda metà di luglio (**eventi 2, 4**). Durante questi eventi, infatti, si è assistito a fine giugno (**evento 2**), a un'insolita quanto spettacolare mareggiata dalle caratteristiche quasi autunnali tra il 29 e 30 del mese ci ha riportati in un contesto quasi autunnale, caratterizzato da intense correnti di Libeccio e condizioni di mari agitati a causa del passaggio di un'area depressionaria sull'Europa centrale tra il 27 giugno e inizio Luglio. Tale configurazione ha comportato la formazione di un minimo ligure provenzale di 999 hPa, associato a un significativo gradiente Sud- occidentale.



*Figura - 6 le spettacolari immagini (fonte: Onorato L.) della mareggiata ripresa da Framura (Spezzino) evidenziano spettacolari frangimenti e verticalizzazioni e legate all'interazione tra l'onda e la zona costiera rocciosa (dai fondali pendenti) che hanno portato a quasi 3 metri di onda significativa e attorno a 4.5 metri di onda massima (boa di Capo Mele) con a un morto nel savonese.*

Dal calo di pressione registrato in **fig. 5 (evento 2)** si evince come il Nord e la Liguria, dopo una breve fase temporalesca breve ma intensa caratterizzata dal passaggio di strutture convettive più intense in Pianura Padana (**evento 3 – fig.7**), sia stata interessata verso l'ultima settimana di Luglio da una discesa di alcune saccature atlantiche che hanno interessato le regioni settentrionali: si osserva infatti una caduta della pressione che è più evidente sulla Liguria nell'ultima settimana di Luglio sul genovese (**evento 4**), legata alla formazione di alcuni minimi secondari sul golfo ligure.

Tali circolazioni hanno comportato l'ingresso di aria relativamente più fresca occidentale e nord-occidentale, che ha contrastato con le precedenti e prolungate condizioni siccitose e estremamente calde per la gran parte del mese, dando origine a temporanea instabilità anche in Liguria verso il 21 e il 24 luglio; segnaliamo come tali episodi temporaleschi siano stati più intensi sulla Pianura Padana e siano stati associati a grandinate più intense sul Piemonte (**fig.8**) a causa dei forti contrasti tra l'aria calda preesistente e le intrusioni più fredde nord-occidentali. dando un ulteriore duro colpo alle coltivazioni agricole (già decimate dalle precedenti condizioni di siccità giugno e metà luglio).



@ Valentina Abinati @ 10 Luglio '17 – una supercella a Crescentino (VC),

*Figura - 7 Si evidenzia nell'immagine diversi fulmini nube suolo si scaricano tra la wall cloud e le precipitazioni adiacenti. Con il passare dei minuti la supercella classica diventa sempre più imponente e all'orizzonte sono visibili grossi polveroni sollevati sia dall'outflow che dall'RFD. Si nota anche come vicino al terreno, sul bordo del rovescio, le precipitazioni possano formare una specie di "piede", segno di venti molto forti e solitamente di downburst in atto*



*Figura - 8 Effetti della forte grandinata nell'alessandrino del 25 luglio che ha dato un duro colpo alle coltivazioni agricole già in crisi e alla produzione del vino e dei pomodori (anche nel novarese) per il 60-70 % delle coltivazioni dopo le condizioni di siccità che le avevano già decimate*

Per agosto si evidenzia ancora un'ampia dominanza dell'anticiclone su gran parte del continente salvo alcune brevi fasi parzialmente instabili come a inizio mese, legate al passaggio di un sistema frontale associato a condizioni lievemente cicloniche ( caso 5) prima del riaffermarsi dell'anticiclone che ha dominato e chiuso l'estate meteorologica all'insegna del caldo e il protrarsi della siccità in Liguria, soprattutto nelle zone interne in un contesto con condizioni estremamente favorevoli agli incendi che hanno interessato diverse zone della Liguria(vedere mensile di agosto: [https://www.arpal.gov.it/contenuti\\_statici//pubblicazioni/rapporti\\_mensili/2017/201708\\_agosto\\_meteo.pdf](https://www.arpal.gov.it/contenuti_statici//pubblicazioni/rapporti_mensili/2017/201708_agosto_meteo.pdf)). Si può evidenziare come i deficit di precipitazione del solo mese di Agosto sul territorio Italiano abbiano superato l'80%.

*Nota 1 - Estate meteorologica: è il periodo più caldo dell'anno (in opposizione alla stagione fredda invernale) e va dal 1° giugno al 31 agosto*

---

## **Climatologia delle Precipitazioni e Temperature estive sulle province liguri**

Scendendo su una scala locale si evidenzia per i 4 capoluoghi come per l'estate meteorologica abbia visto una precipitazione decisamente negativa sui 3 mesi di quasi il 100% a Imperia e La Spezia, mentre nella zona centrale della regione (Savona e Genova) l'effetto di quei pochi temporali di luglio e agosto ha fatto sì che l'anomalia sia "solo" del 60-70% in meno.

In breve l'anomalia di temperatura locale in Liguria (fig.6) riflette sia la prevalente configurazione anticiclonica del periodo estivo (fig.1 e 5), sia i risultati già evidenziati rianalisi termiche viste in fig.2 e fig.3 con valori che nel trimestre estivo hanno visto un'anomalia termica positiva media per le temperature massime comprese tra + 0.5 °C nell'imperiese e di quasi + 1.5 °C nel Levante spezzino (con valori medi elevati attorno a 29°C per il trimestre), mentre le minime han toccato i + 2°C nello Spezzino.

Anche le anomalie per le temperature minime che sono meno influenzate dalla radiazione solare e quindi sono indicatori più significativi dell'andamento termico evidenziano per il trimestre estivo anomalie positive più nette nel Levante (attorno a +2°C).



## Climatologia delle Precipitazioni e Temperature: estate 2017

		<i>GIU-LUG-AGO</i>	<i>Prec</i>	<i>Anomalia</i> <i>(<math>\gamma_{2017} - \gamma</math>)</i>	<i>T max</i>	<i>Anomalia</i> <i>(<math>\gamma_{2017} - \gamma</math>)</i>	<i>T min</i>	<i>Anomalia</i> <i>(<math>\gamma_{2017} - \gamma</math>)</i>
<b>Ponente</b>	<b>Imperia</b>	clima $\gamma$ (1961-2010)	<b>72.5</b> mm	<b>-68.3</b> mm (-94.2%)	<b>26.0</b> °C	<b>+0.4</b> °C	<b>19.7</b> °C	<b>+1.5</b> °C
		2017	<b>4.2</b> mm		<b>26.4</b> °C		<b>21.2</b> °C	
<b>Centro</b>	<b>Savona</b>	clima $\gamma$ (1961-2010)	<b>112.8</b> mm	<b>-64.0</b> mm (-56.7%)	<b>27.0</b> °C	<b>+1.1</b> °C	<b>20.0</b> °C	<b>+1.0</b> °C
		2017	<b>48.8</b> mm		<b>28.1</b> °C		<b>21.0</b> °C	
	<b>Genova</b>	clima $\gamma$ (1961-2010)	<b>163.4</b> mm	<b>-117.4</b> mm (-71.8%)	<b>25.8</b> °C	<b>+0.9</b> °C	<b>20.2</b> °C	<b>+1.9</b> °C
		2017	<b>46.0</b> mm		<b>26.7</b> °C		<b>22.1</b> °C	
<b>Levante</b>	<b>La Spezia</b>	clima $\gamma$ (1961-2010)	<b>158.0</b> mm	<b>-140.8</b> mm (-89.1%)	<b>27.7</b> °C	<b>+1.4</b> °C	<b>18.6</b> °C	<b>+2.0</b> °C
		2017	<b>17.2</b> mm		<b>29.1</b> °C		<b>20.6</b> °C	



Per la precipitazione regionale si evidenzia in linea con la rianalisi ISAC CNR (Fig.5) una scarsità di precipitazione che ha determinato condizioni estive di siccità sulla Liguria: per le quattro province si sono evidenziate evidenti anomalie tra il -64% (savonese) e il -141% (spezzino) rispetto alla climatologia 1961-2010 con valori di precipitazione assoluti scarsissimi agli estremi della regione e un numero limitatissimo di giorni di pioggia (limitato ad esempio a solo 4 giorni di pioggia a La Spezia nel trimestre estivo): infatti, nell'imperiese in costa si sono registrati solo 4 mm rispetto ai 72 mm attesi, mentre a La Spezia si sono raggiunti solo 17 mm contro i 158 mm attesi.

Concludendo, l'anomalia di precipitazione negativa per il trimestre estivo è stata di quasi il 100% a Imperia e La Spezia, mentre nella zona centrale della regione (Savona e Genova) l'effetto di qualche episodio temporalesco di luglio e agosto che ha fatto sì che l'anomalia sia "solo" del 60-70% in meno (valore comunque significativo).

## **Trend delle T medie estive e anomalie termiche per Genova Sestri (1961-2017)**

È importante sapere che l'andamento delle temperature e delle relative anomalie del periodo estivo a volte può giocare un ruolo importante, su Liguria e Nord-Ovest italiano, nel determinare un aumento dell'instabilità atmosferica e l'insorgere di fenomeni precipitativi intensi, legati alla formazione di frequenti e profonde ciclogenesi (Trigo et al., 1999; Trigo et al., 2002).

In questa fase di riscaldamento globale, che ha visto un incremento di quasi 1°C nel secolo scorso (IPCC, 2007), si sono potuti osservare trend annuali di temperatura crescenti anche a livello locale, particolarmente evidenti nelle zone interne e caratterizzati da contributi più significativi nella stagione estiva. Si era quindi indagato sul trend cinquantennale di temperatura media a livello estivo per la stazione storica di Genova Sestri tra 1963 e 2014. I risultati hanno evidenziato trend positivi in linea con l'andamento globale, più accentuati nei mesi di giugno e agosto e soprattutto a partire dagli anni '90. I trend di temperatura media di tutti e tre i singoli mesi estivi e sull'intero trimestre erano risultati significativi statisticamente dal t-test di Student al livello del 90%: in tale contesto è stato comunque possibile notare un trend minore per il mese di luglio, quantificabile in circa 0.2°C/decennio. Per i mesi di giugno ed agosto invece si sono trovati in entrambi i casi trend positivi di addirittura circa 0.4°C/decennio.

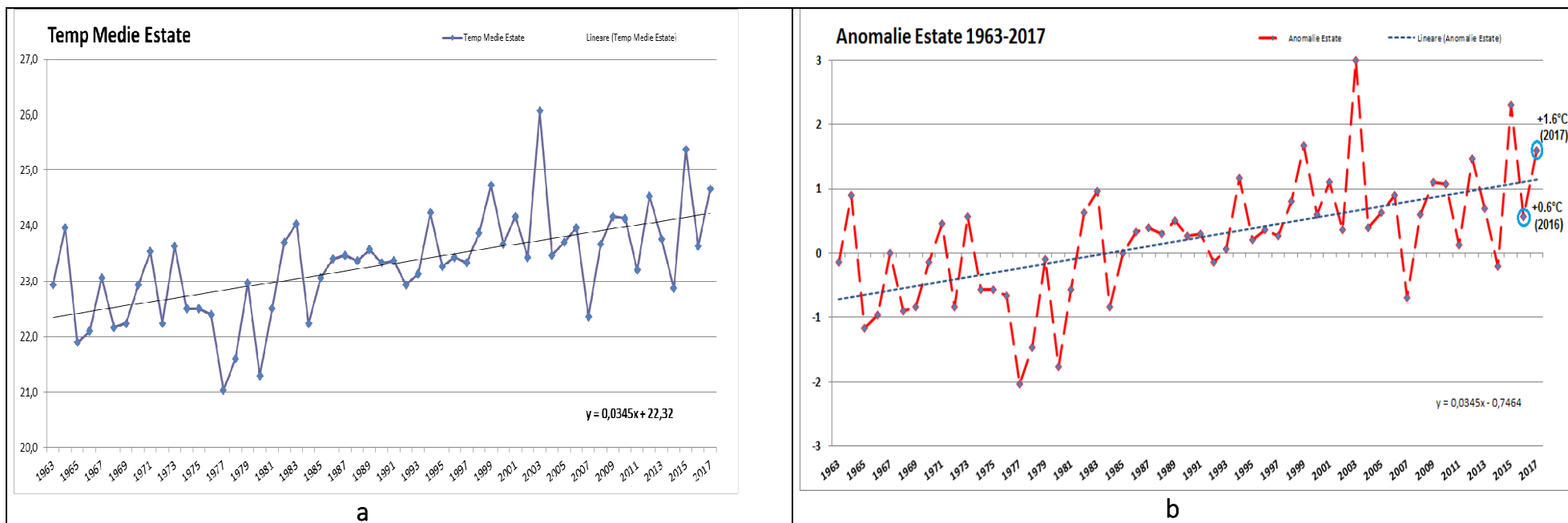


Figura - 9 a - b andamento temperatura media e trend su base annuale per Genova Sestri Ponente (a) e dell'anomalia di temperatura media (b) per il periodo 1963-2017

I trend positivi sono stati aggiornati per la media estiva trimestrale (giugno luglio e agosto) confermano nell'ambito della variabilità climatica su scala locale il trend di riscaldamento anche per gli anni 2016 e 2017, nell'ambito del riscaldamento in atto con temperature medie estive tra 24 °C; tali trend evidenziano un'anomalia termica estiva compresa tra 0.7 °C (2016) e 1.6°C (2017) che è stata più accentuata quest'anno, come osservato dalle rianalisi pur non raggiungendo i valori del 2003 e del 2016 (caratterizzati da anomalie di +2 e +3 °C).

## Conclusioni

Senza tenere conto dei valori del 2003 (caratterizzato da anomalie positive di temperatura media fino a più di 4°C nel mese di giugno e fino a più di 3°C in quello di agosto), si può evidenziare come, a partire dagli anni '90, ci sia una netta preponderanza di mesi caratterizzati da anomalie positive. Contemporaneamente, inoltre, le anomalie positive sono risultate mediamente paragonabili ai valori assoluti di quelli che erano state le anomalie negative dei mesi della prima metà della serie, ovvero compresi tra 1963 e 1988.

Più quantitativamente, fino al 1988, i mesi estivi più freddi della norma avevano avuto anomalie negative medie di circa -1.1°C, mentre i mesi più caldi della norma avevano avuto in media anomalie positive di circa 0.8°C. Dal 1989 al 2014, la situazione si è pressoché invertita con i mesi più caldi che hanno avuto in media un'anomalia positiva di circa 1.2°C e quelli più freddi con anomalia negativa media di circa -0.8°C. La Figura 3 riassume visivamente queste considerazioni.

## Sintesi di settembre, mese che rientra nell'estate astronomica *(nota 2)*:

Inizio settembre ha visto un calo termico rispetto alla stagione calda, caratterizzato già dal 02/09 i primi rovesci e temporali intensi legati a una significativa convergenza temporalesca che ha portato a spettacolari rovesci sul mare verso le Cinque Terre ( **fig 10 a**); la convergenza ha separato la risalita di correnti di Libeccio verso l'Estremo Levante e l'alta Toscana dall'ingresso di masse d'aria più fredda settentrionale che dalla Pianura Padana ha svalicato l'Appennino portandosi verso la zona costiera del centro-levante. Verso metà mese si può evidenziare un secondo passaggio perturbato, legato all'insorgenza di fenomeni convettivi che marginalmente hanno interessato il medio Levante, portandosi verso l'alto tirreno in costa, con una profonda quanto locale convezione legata all'alluvione che ha colpito tristemente Livorno il 12 settembre 2017 (7 morti). Il settembre non ha smesso di far parlare, quando il 19 del mese si è assistito allo sviluppo di una spettacolare nube temporalesca (**fig.10 b**) sempre sul mare nello spezzino (che avrebbe potuto evolvere in supercella ) come evidenziato da ARPAL (<https://www.arpal.gov.it/articoli/58-temi-news/3251-ancora-sulla-nuvola-del-19-settembre.html>).



**a**



**b**

*Figura - 10 a – b la convergenza temporalesca del 2 settembre davanti allo spezzino (foto: Cavallo A.) e la spettacolare cella del 19 settembre sempre al largo delle spezzino che era visibile dal Genovese e savonese a causa dell'ottima visibilità e una spettacolare incudine illuminata dall'ultima luce del tramonto (foto: Pedemonte L.).*

**Nota 2:** estate astronomica: nell'emisfero boreale la stagione copre l'arco di tempo che va dal solstizio di giugno (20-21 giugno) all'equinozio di settembre (22-23 settembre); in Italia, tradizionalmente, l'estate inizia il 21 giugno quando il Sole, raggiunge il punto più alto rispetto all'orizzonte e comincia una discesa che termina con l'equinozio di autunno.