

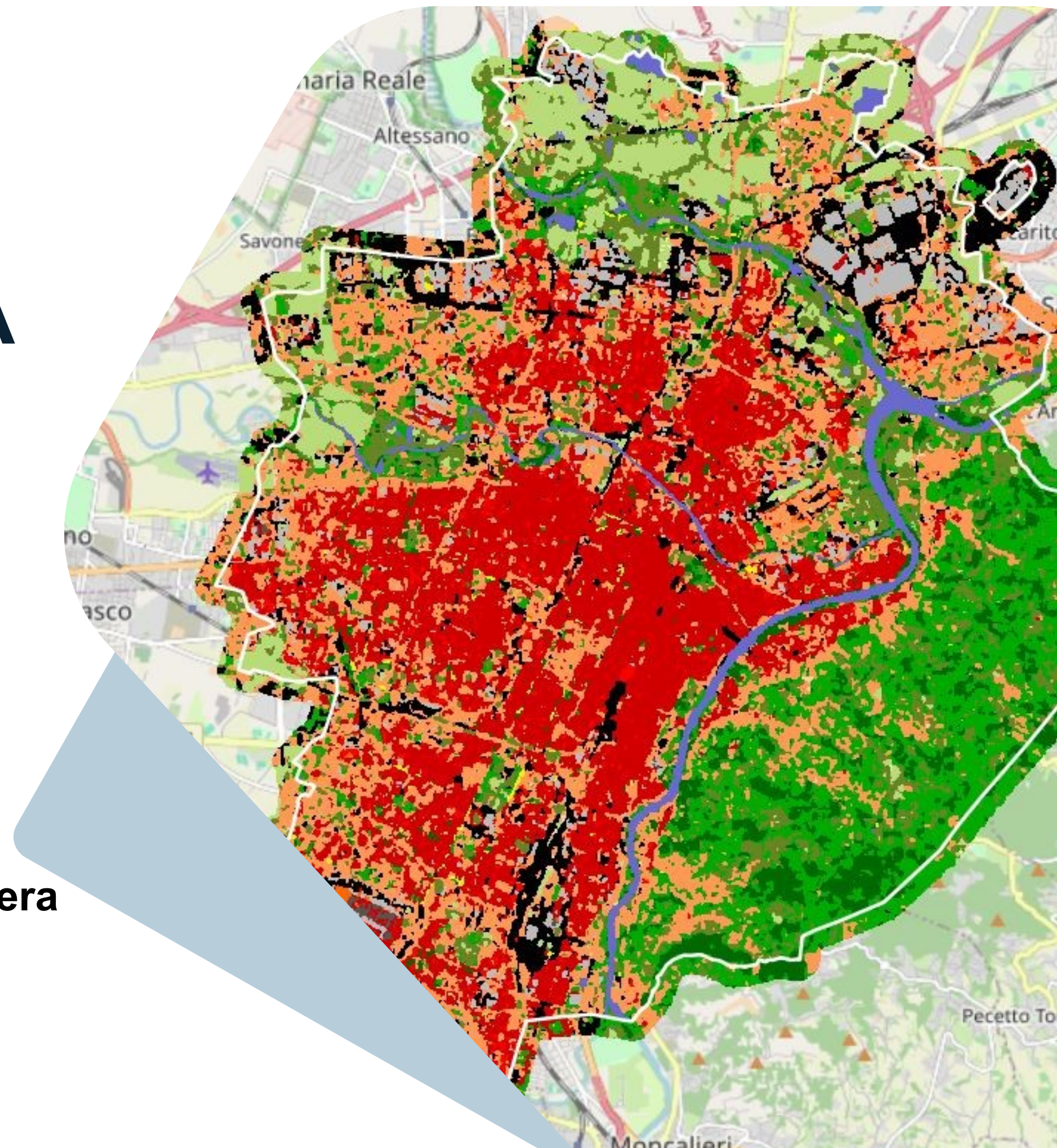
ONDATE DI CALORE NELLO SCENARIO DELLA CRISI CLIMATICA

STRUMENTI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI

Arpa Piemonte - Sala Polifunzionale
Torino 14 maggio 2025

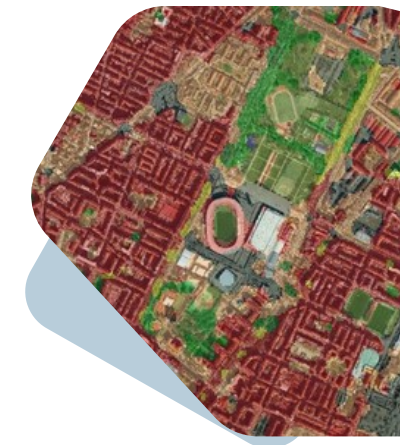
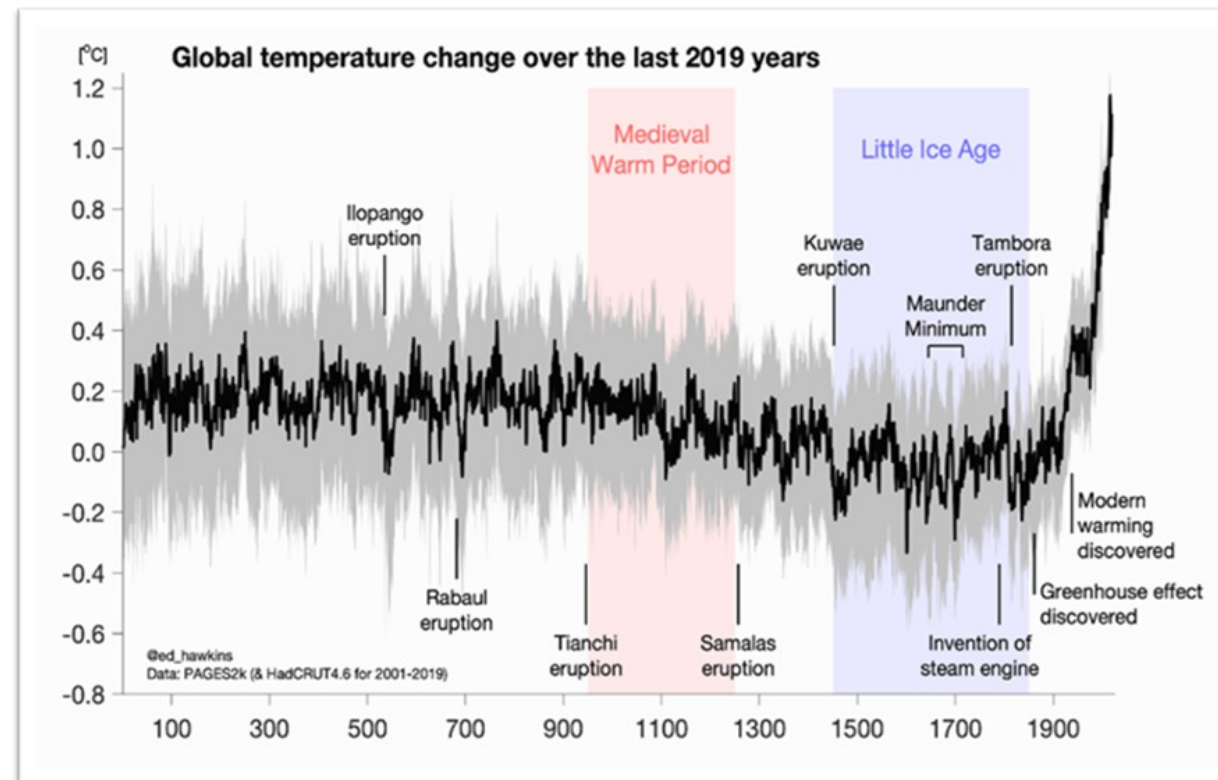
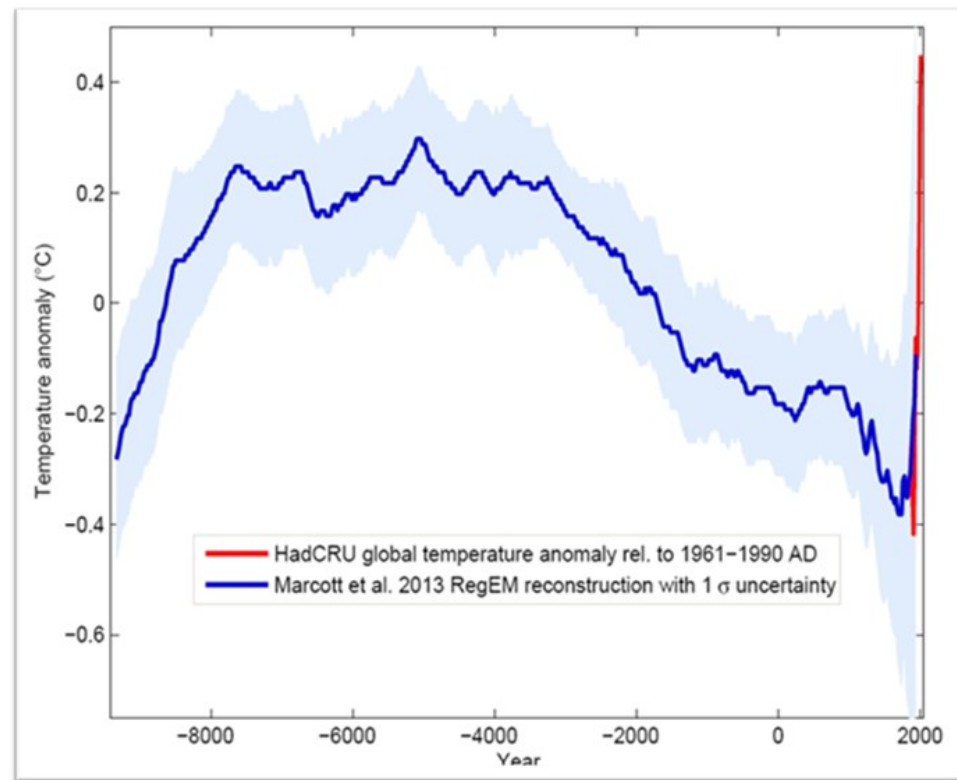
Barbara Cagnazzi, Cecilia Scarinzi e Stefano Masera

Arpa Piemonte

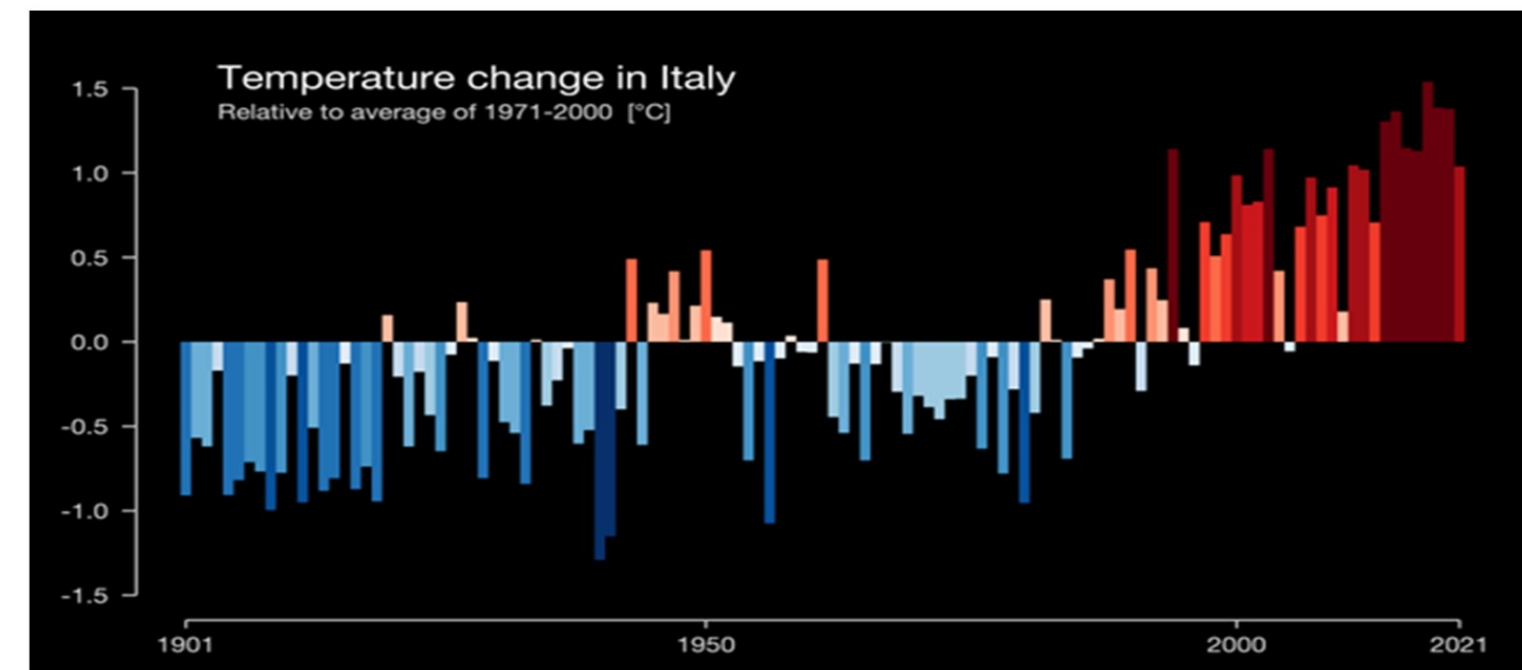




PRODOTTI PREVISIONALI PER LA GESTIONE DELLE ONDATE DI CALORE



LE TEMPERATURE STANNO AUMENTANDO



Distretti del cibo – Strambino, 25 ottobre 2023



Ondate di calore nello scenario della crisi climatica

DEFINIZIONE DI ONDATA DI CALORE



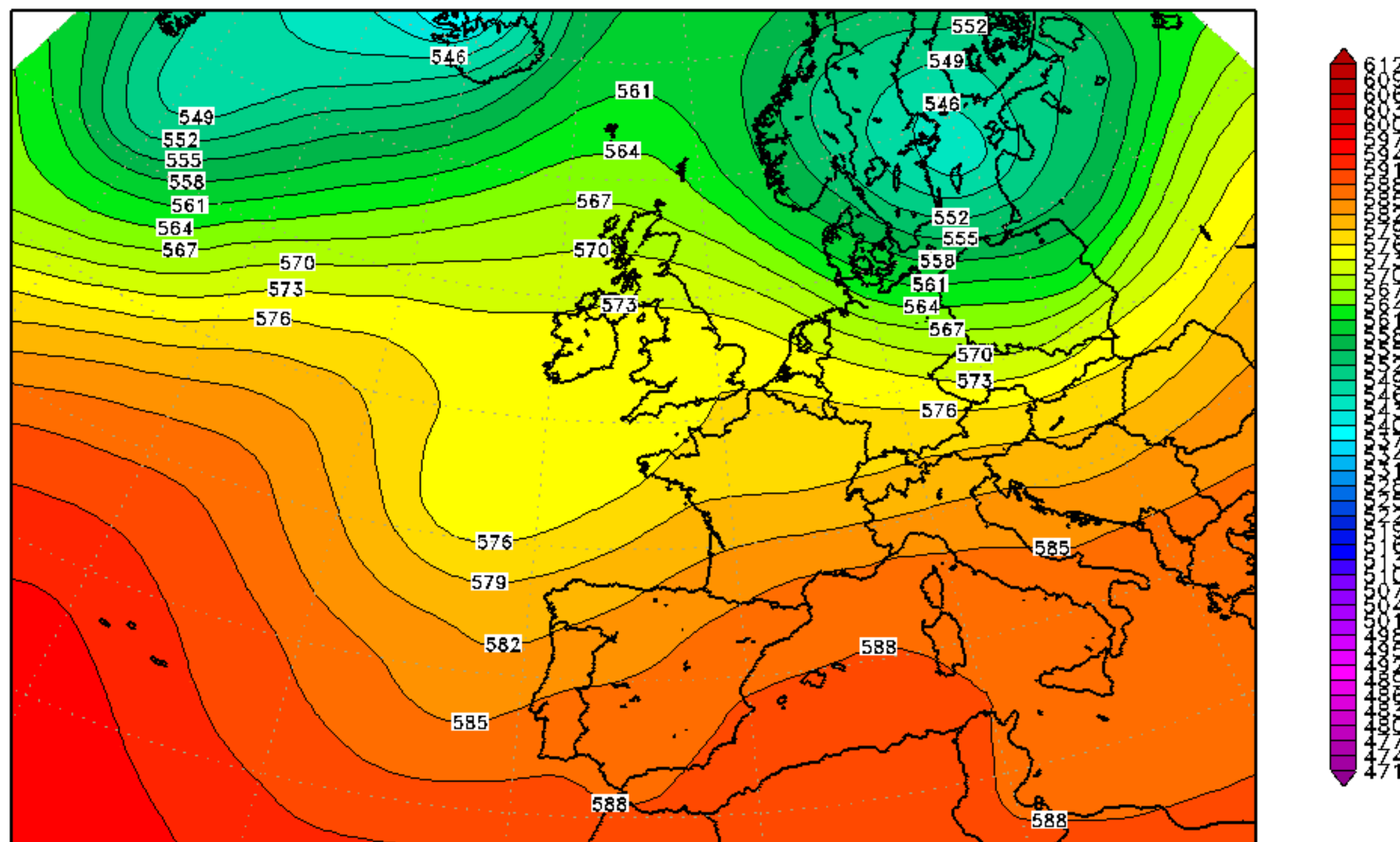
- ❑ “a period of abnormally hot weather” (IPCC,2023)
- ❑ “a period of unusually hot and dry, or hot and humid weather[...], a duration of at least two–three days, usually with a discernible impact on human and natural systems”(WMO,2003)
- ❑ Le ondate di calore sono condizioni meteorologiche estreme che si verificano quando si registrano temperature molto elevate per più giorni consecutivi, spesso associati a tassi elevati di umidità, forte irraggiamento solare e assenza di ventilazione; tali condizioni rappresentano un rischio per la salute della popolazione. (Sito web Ministero della Salute)



L' estate 2003

4-14 agosto 2003

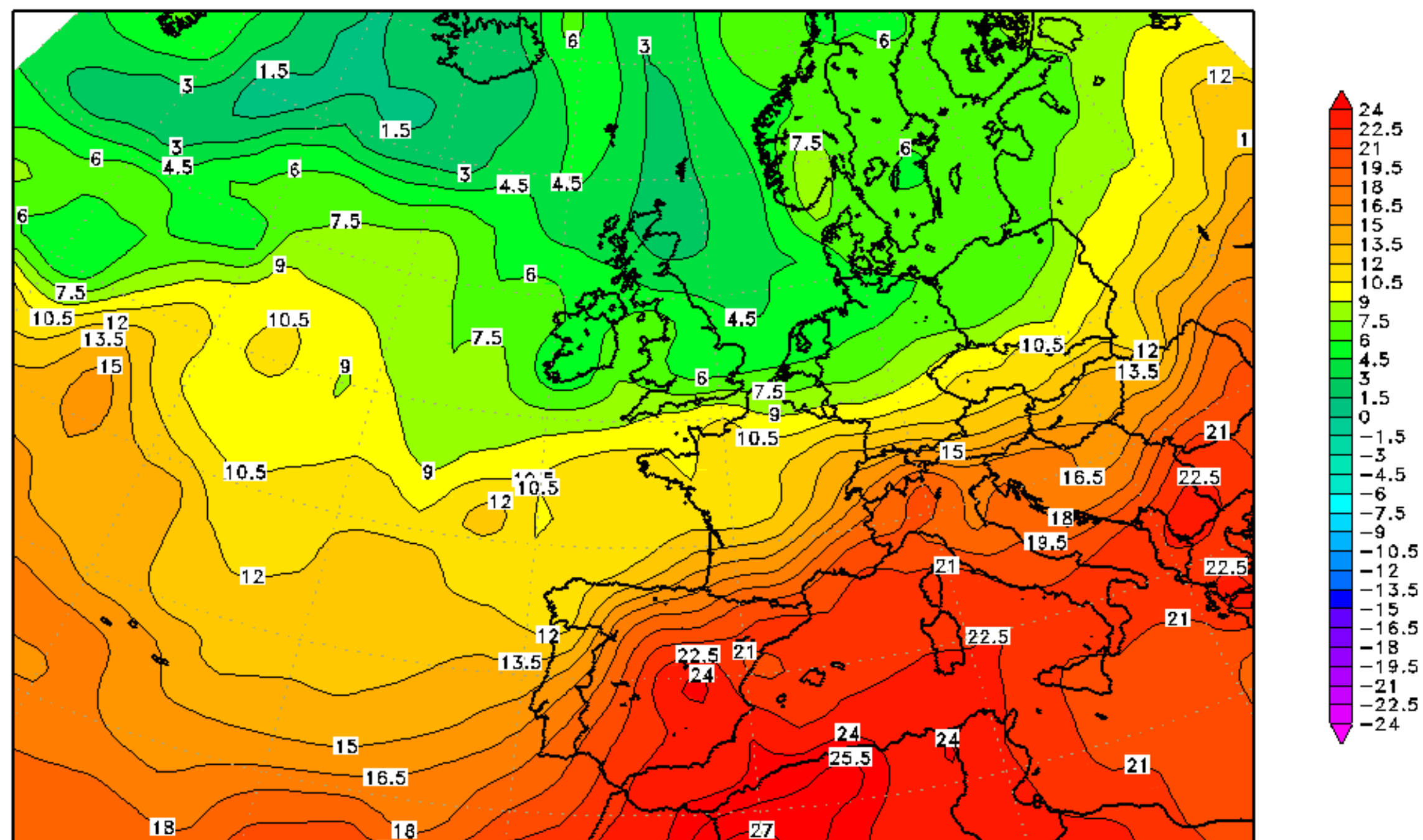
Geopotential Height (dam) at hPa 500



ECMWF — Fri 15 AUG 2003 12:00 UTC — Analysis

4-14 agosto 2003

Temperature (°C) at hPa 850



ECMWF – Fri 15 AUG 2003 12:00 UTC – Analysis

EFFETTI

- Salute umana
- Economia
- Ecosistemi
- Infrastrutture
- Agricoltura
- Ghiacciai

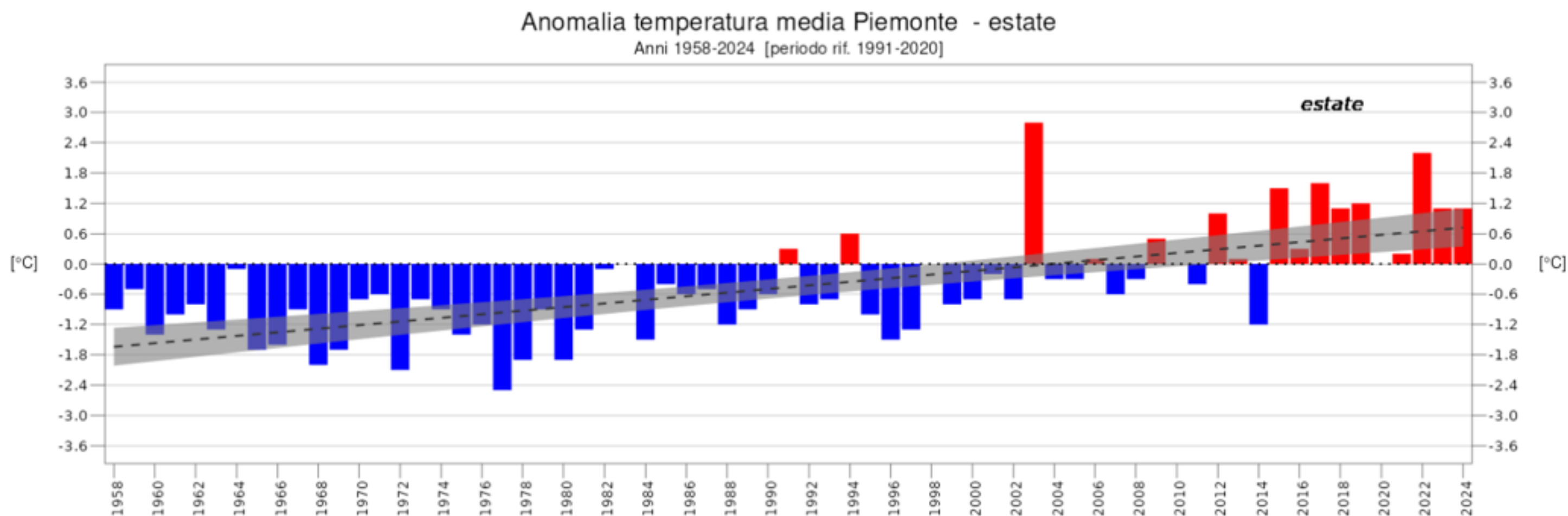


2003 in Italia e a Torino

l'ondata del 2003 ha causato **20.000 decessi** solo in Italia, dal punto di vista del numero di vittime, è sicuramente l'evento naturale più rilevante dell'ultimo secolo. Nella sola città di **Torino** sono stati registrati circa **600 decessi** in più rispetto all'atteso pari 45% in più



(a)	Disaster type	Year	Country	Deaths
1	Extreme temperature	2010	Russian Federation	55 736
2	Extreme temperature	2003	Italy	20 089
3	Extreme temperature	2003	France	19 490
4	Extreme temperature	2003	Spain	15 090
5	Extreme temperature	2003	Germany	9 355
6	Extreme temperature	2015	France	3 275
7	Extreme temperature	2003	Portugal	2 696
8	Extreme temperature	2006	France	1 388
9	Extreme temperature	2003	Belgium	1 175
10	Extreme temperature	2003	Switzerland	1 039

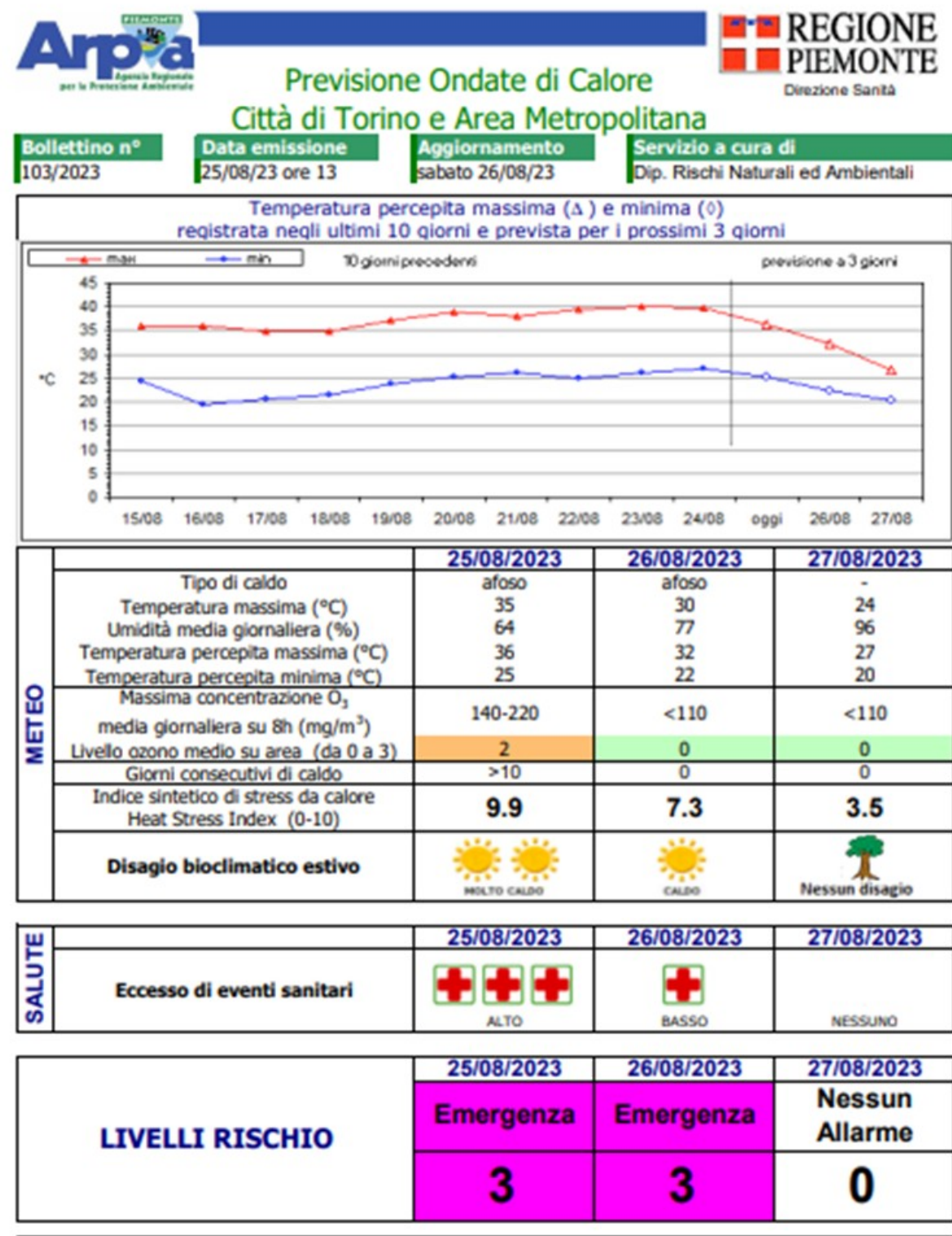


	T massime		T medie		T minime	
	anno	°C	anno	°C	anno	°C
1	2003	26.12	2003	21.15	2003	19.18
2	2022	25.47	2022	20.7	2022	15.92
3	2017	25.11	2017	20.03	2024	15.5
4	2015	24.81	2015	19.96	2019	15.25
5	2018	24.41	2019	19.72	2023	15.14
6	2012	24.29	2024	19.66	2015	15.11
7	2019	24.19	2018	19.62	2017	14.95
8	2023	23.99	2023	19.56	2018	14.83
9	2009	23.90	2012	19.46	2012	14.63
10	2024	23.83	1994	19.08	1994	14.4

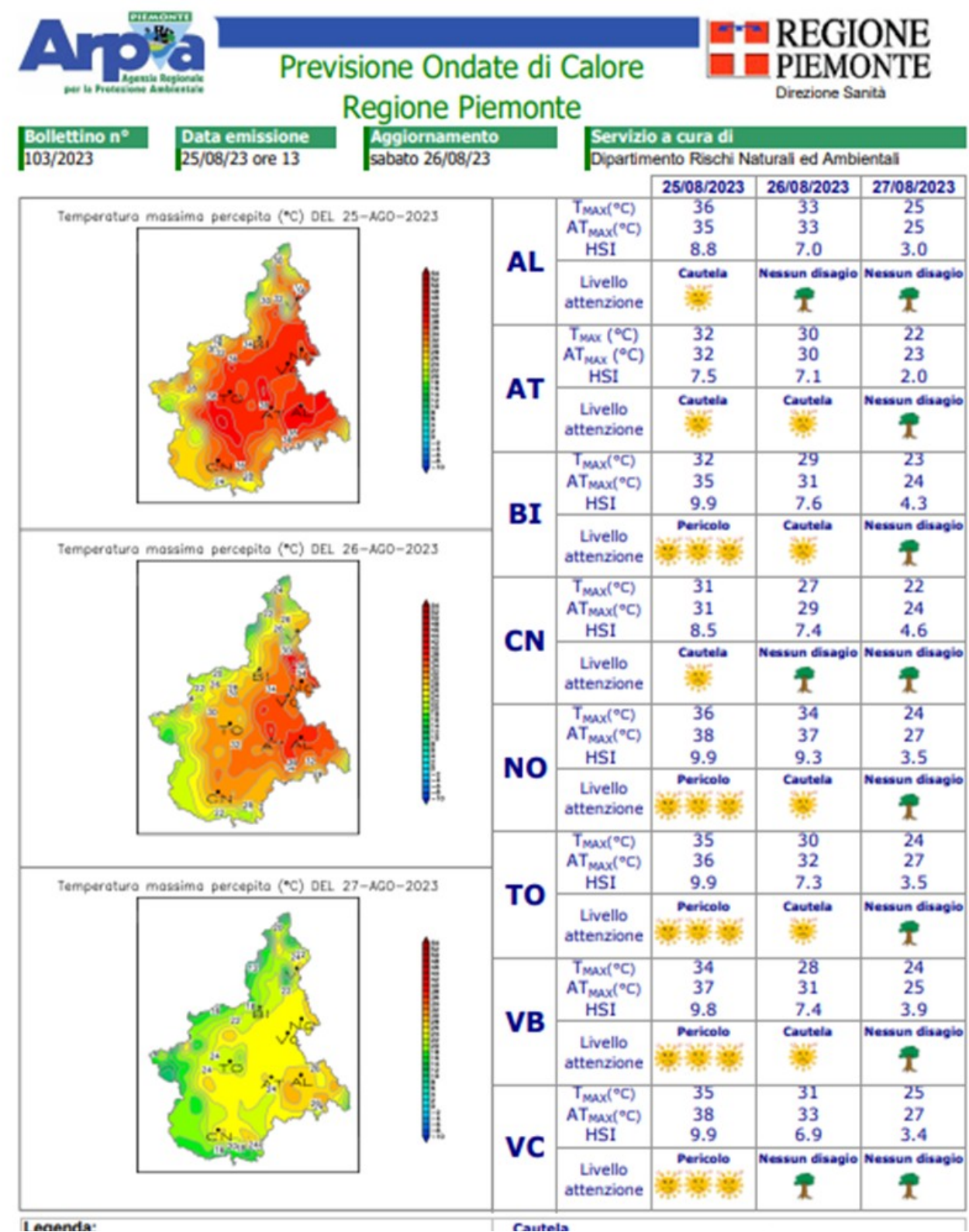
ADATTAMENTO



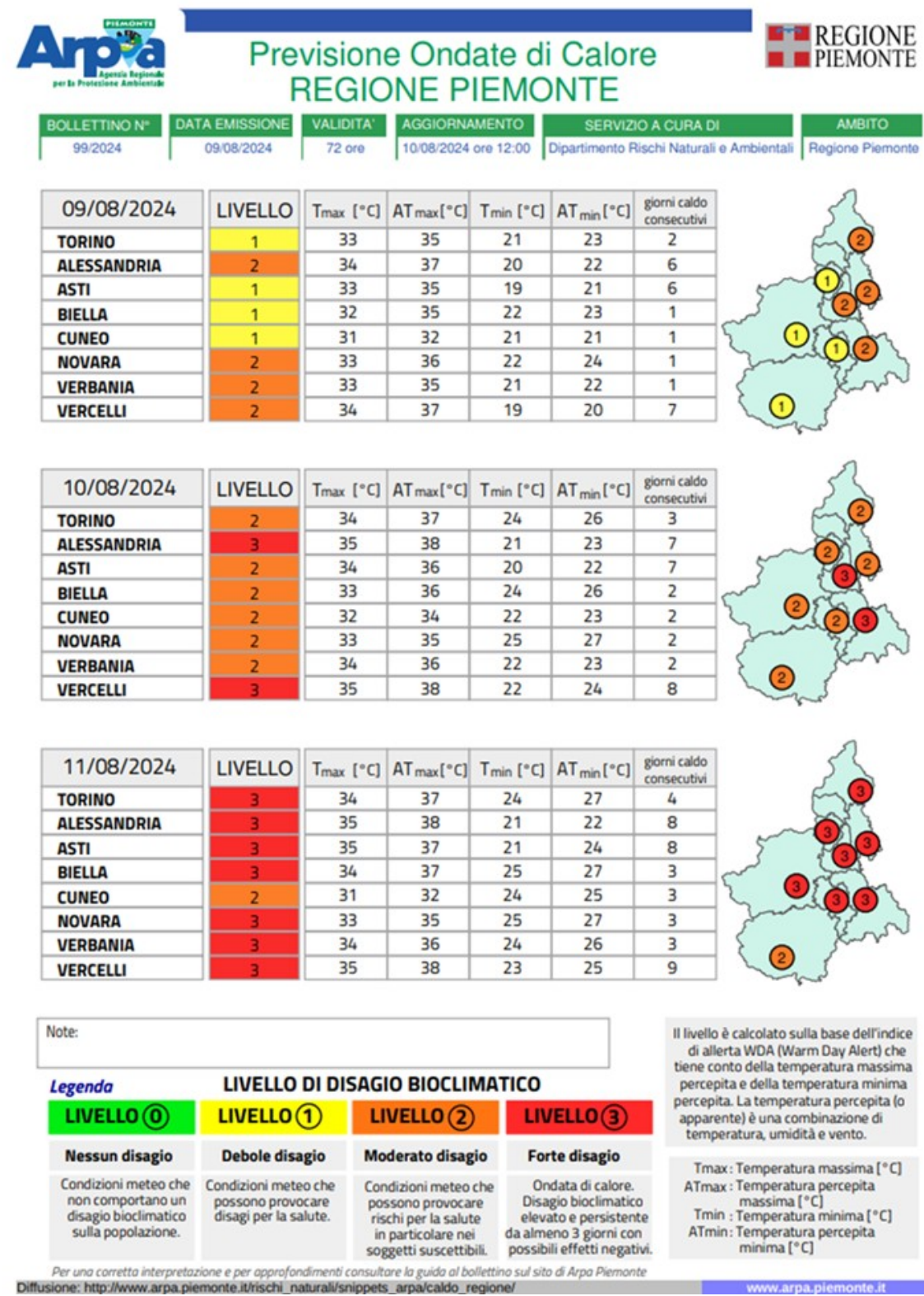
- Questo evento ha sottolineato **l'importanza di affrontare il cambiamento climatico e di adottare misure per proteggere la popolazione** dai futuri eventi estremi. La canicola del 2003 ha portato a una maggiore consapevolezza dei rischi delle ondate di calore e ha spinto i governi a implementare piani di gestione delle emergenze e strategie di adattamento.
- Dal 2004 in Regione Piemonte è attivo un sistema di Sorveglianza per la prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute.
- Arpa Piemonte ha realizzato un modello epidemiologico previsionale in grado di quantificare gli effetti delle condizioni meteorologiche sulla mortalità, finalizzato a istituire un sistema di sorveglianza e allarme che consenta l'attivazione tempestiva di misure di prevenzione idonee.



Old



Nel 2024 il sistema di bollettini si rinnova



11/08/2024

LIVELLO

T_{max} [°C]

AT_{max} [°C]

T_{min} [°C]

AT_{min} [°C]

giorni caldo consecutivi

TORINO

3

34

37

24

27

4

ALESSANDRIA

3

35

38

21

22

8

ASTI

3

35

37

21

24

8

BIELLA

3

34

37

25

27

3

CUNEO

2

31

32

24

25

3

NOVARA

3

33

35

25

27

3

VERBANIA

3

34

36

24

26

3

VERCELLI

3

35

38

23

25

9

Note:

Legenda

LIVELLO DI DISAGIO BIOCLIMATICO

LIVELLO 0

LIVELLO 1

LIVELLO 2

LIVELLO 3

Nessun disagio

Debole disagio

Moderato disagio

Forte disagio

Condizioni meteo che non comportano un disagio bioclimatico sulla popolazione.

Condizioni meteo che possono provocare disagi per la salute.

Condizioni meteo che possono provocare rischi per la salute in particolare nei soggetti suscettibili.

Ondata di calore. Disagio bioclimatico elevato e persistente da almeno 3 giorni con possibili effetti negativi.

Il livello è calcolato sulla base dell'indice di allerta WDA (Warm Day Alert) che tiene conto della temperatura massima percepita e della temperatura minima percepita. La temperatura percepita (o apparente) è una combinazione di temperatura, umidità e vento.

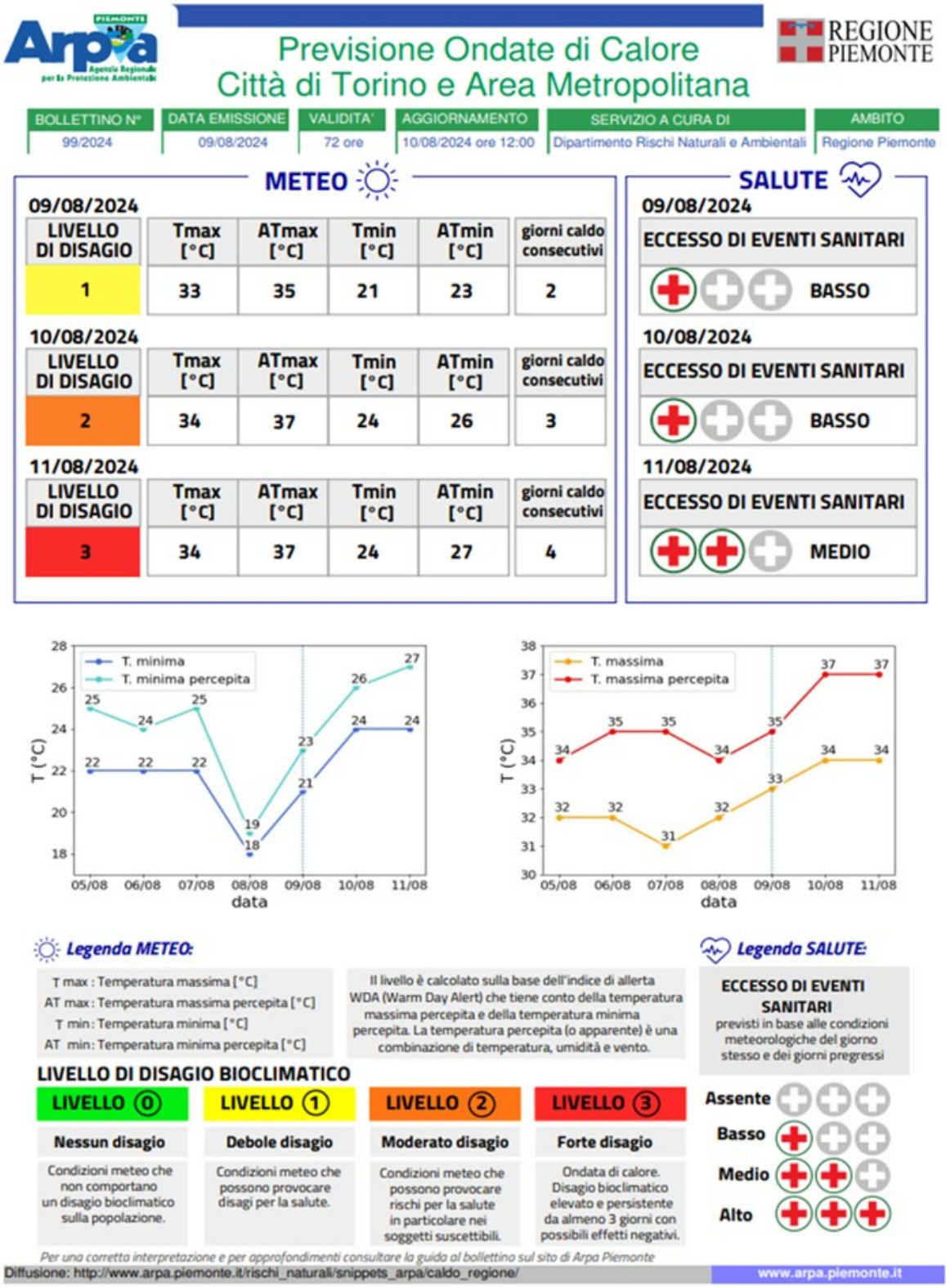
T_{max}: Temperatura massima [°C]

AT_{max}: Temperatura massima percepita [°C]

T_{min}: Temperatura minima [°C]

AT_{min}: Temperatura minima percepita [°C]

New



T_{min}

T_{min} percepita

T_{max}

T_{max} percepita

data

05/08

06/08

07/08

08/08

09/08

10/08

11/08

25

24

25

19

23

26

27

22

22

22

18

21

24

24

T_{min}

T_{min} percepita

T_{max}

T_{max} percepita

data

05/08

06/08

07/08

08/08

09/08

10/08

11/08

32

32

31

32

33

34

34

34

35

35

34

35

37

37

Legenda METEO:

T_{max}: Temperatura massima [°C]

AT_{max}: Temperatura massima percepita [°C]

T_{min}: Temperatura minima [°C]

AT_{min}: Temperatura minima percepita [°C]

Il livello è calcolato sulla base dell'indice di allerta WDA (Warm Day Alert) che tiene conto della temperatura massima percepita e della temperatura minima percepita. La temperatura percepita (o apparente) è una combinazione di temperatura, umidità e vento.

LIVELLO DI DISAGIO BIOCLIMATICO

LIVELLO 0

LIVELLO 1

LIVELLO 2

LIVELLO 3

Nessun disagio

Debole disagio

Moderato disagio

Forte disagio

Condizioni meteo che non comportano un disagio bioclimatico sulla popolazione.

Condizioni meteo che possono provocare disagi per la salute.

Condizioni meteo che possono provocare rischi per la salute in particolare nei soggetti suscettibili.

Ondata di calore. Disagio bioclimatico elevato e persistente da almeno 3 giorni con possibili effetti negativi.

Il livello è calcolato sulla base dell'indice di allerta WDA (Warm Day Alert) che tiene conto della temperatura massima percepita e della temperatura minima percepita. La temperatura percepita (o apparente) è una combinazione di temperatura, umidità e vento.

T_{max}: Temperatura massima [°C]

AT_{max}: Temperatura massima percepita [°C]

T_{min}: Temperatura minima [°C]

AT_{min}: Temperatura minima percepita [°C]

Per una corretta interpretazione e per approfondimenti consultare la guida al bollettino sul sito di Arpa Piemonte
Diffusione: http://www.arpa.piemonte.it/rischi_naturali/snippets_arpa/caldo_region/

www.arpa.piemonte.it

<https://www.arpa.piemonte.it/bollettino/bollettino-ondate-calore>



INDICE CLIMATICO

L'indice climatico utilizzato da Arpa Piemonte per valutare il livello di disagio dovuto al caldo è il **WDA** (*Warm Day Alert*).

Warm Day Alert

Tale indice valuta se i valori di **temperatura massima apparente** e di **temperatura minima apparente** superino opportuni percentili di riferimento calcolati rispetto alla climatologia.

La **temperatura apparente** è una misura di disagio dovuto alla combinazione di alte temperature con elevata umidità, sulla base di studi fisiologici sul raffreddamento cutaneo evaporativo e pertanto risulta essere il miglior parametro per prevedere la percezione di calore.

Per differenziare i livelli di disagio previsti sono state utilizzate soglie pari al **75°, 90° e 95° percentile**. Inoltre, è stato identificato un **codice colore** per rendere semplice e immediata la comunicazione del livello della gravità dell'evento di caldo.

I LIVELLI DI DISAGIO BIOCLIMATICO derivanti dalle condizioni meteorologiche sono quattro a cui è associato un **codice colore**:

LIVELLO DI DISAGIO BIOCLIMATICO

LIVELLO ①	LIVELLO ②	LIVELLO ③
Nessun disagio	Debole disagio	Moderato disagio
Condizioni meteorologiche che non comportano un disagio bioclimatico sulla popolazione.	Possibile affaticamento dovuto a prolungata esposizione al sole o attività fisica.	Possibile rischio per la salute, in particolare per i soggetti suscettibili.
		Forte disagio
		Ondata di calore. Disagio bioclimatico elevato e persistente da almeno 3 giorni con possibili effetti negativi.



Guida alla lettura del Bollettino Ondate di Calore



Bollettino per la regione Piemonte

parte TABELLARE

con i livelli di disagio, i valori di temperature e i giorni consecutivi di caldo previsti per ogni capoluogo piemontese per il pomeriggio odierno e per i 2 giorni successivi

campo NOTE

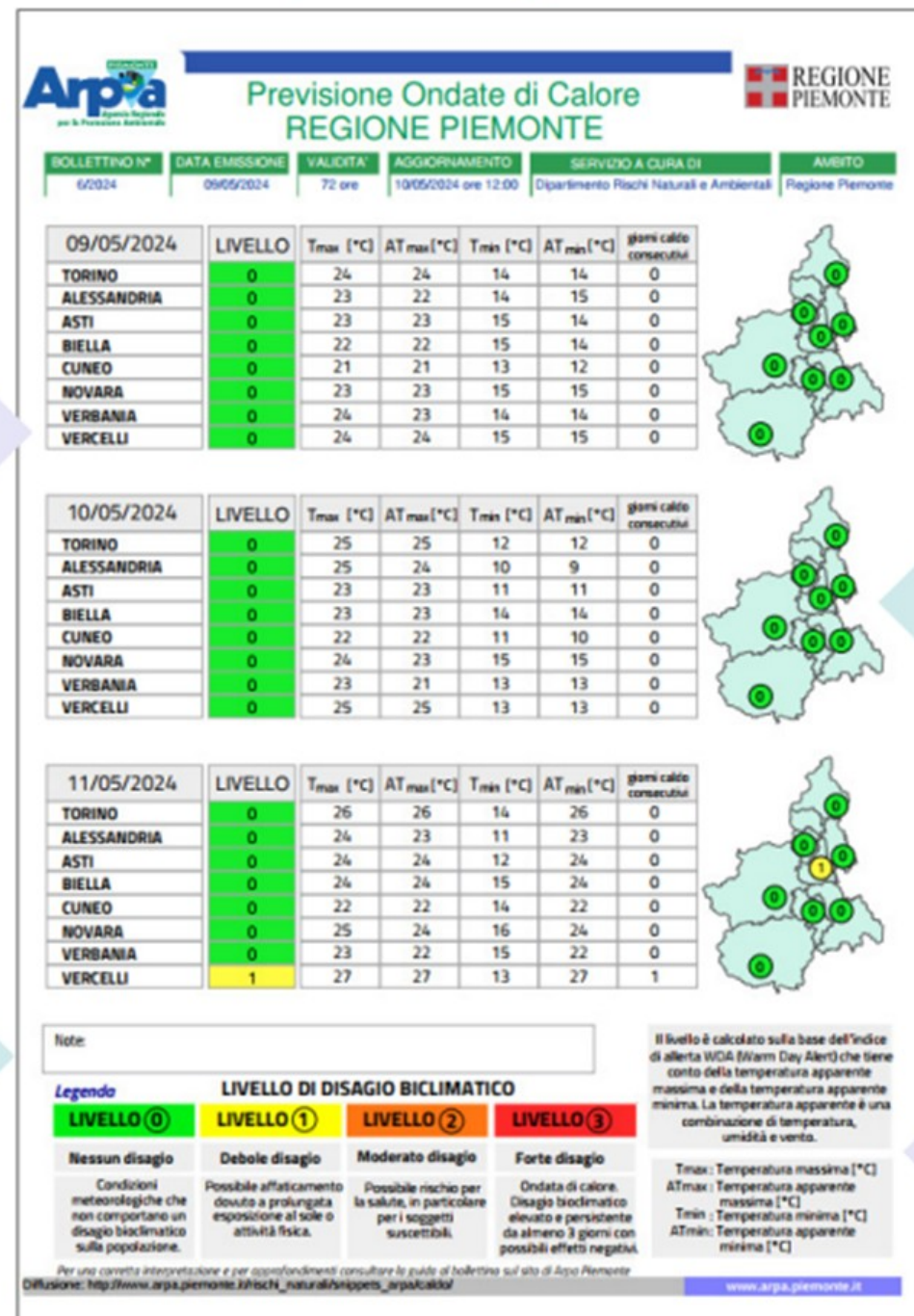
può contenere qualche utile informazione aggiuntiva se necessario

parte LIVELLO SU MAPPA

riporta solo il livello di disagio sopra ogni capoluogo piemontese per ogni giorno di previsione

parte LEGENDE

contenente nel dettaglio la spiegazione di tutti i livelli e le variabili presenti all'interno del bollettino



Guida alla lettura del Bollettino Ondate di Calore

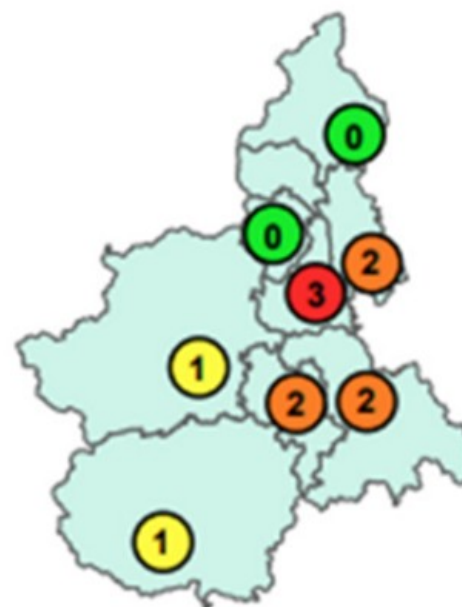


Piemonte

Bollettino per la regione Piemonte

15/08/2024	LIVELLO	T _{max} [°C]	ΔT _{max} [°C]	T _{min} [°C]	ΔT _{min} [°C]	giorni caldo consecutivi
TORINO	1	25	25	25	25	1
ALESSANDRIA	1	28	28	28	28	3
ASTI	0	24	24	24	24	1
BIELLA	0	24	24	24	24	2
CUNEO	1	21	21	21	21	2
NOVARA	2	27	27	27	27	1
VERBANIA	2	28	28	28	28	1
VERCELLI	2	29	29	29	29	0

Per rappresentare i risultati viene utilizzato un codice colore associato ad ogni livello di disagio, che viene inserito anche sopra una mappa del Piemonte, in corrispondenza di ciascun capoluogo



OGGI
pomeriggio



DOMANI



DOPodomani

Vengono date le indicazioni per il *pomeriggio di emissione* e i 2 giorni successivi su ogni capoluogo piemontese

- sul **livello di disagio bioclimatico**
- sulle **temperature massime T_{max}** e **minime T_{min}** giornaliere
- sulle **temperature apparenti massima AT_{max}** e **minima AT_{min}** giornaliere previste
- sul **numero di giorni di caldo consecutivi** al fine di fornire l'informazione sul perdurare del disagio bioclimatico dell'ondata di calore



Guida alla lettura del Bollettino Ondate di Calore



Bollettino per la città di Torino e Area Metropolitana

parte METEO

con i livelli di disagio, i valori di temperature e i giorni consecutivi di caldo previsti per il pomeriggio odierno e per i 2 giorni successivi

parte GRAFICI

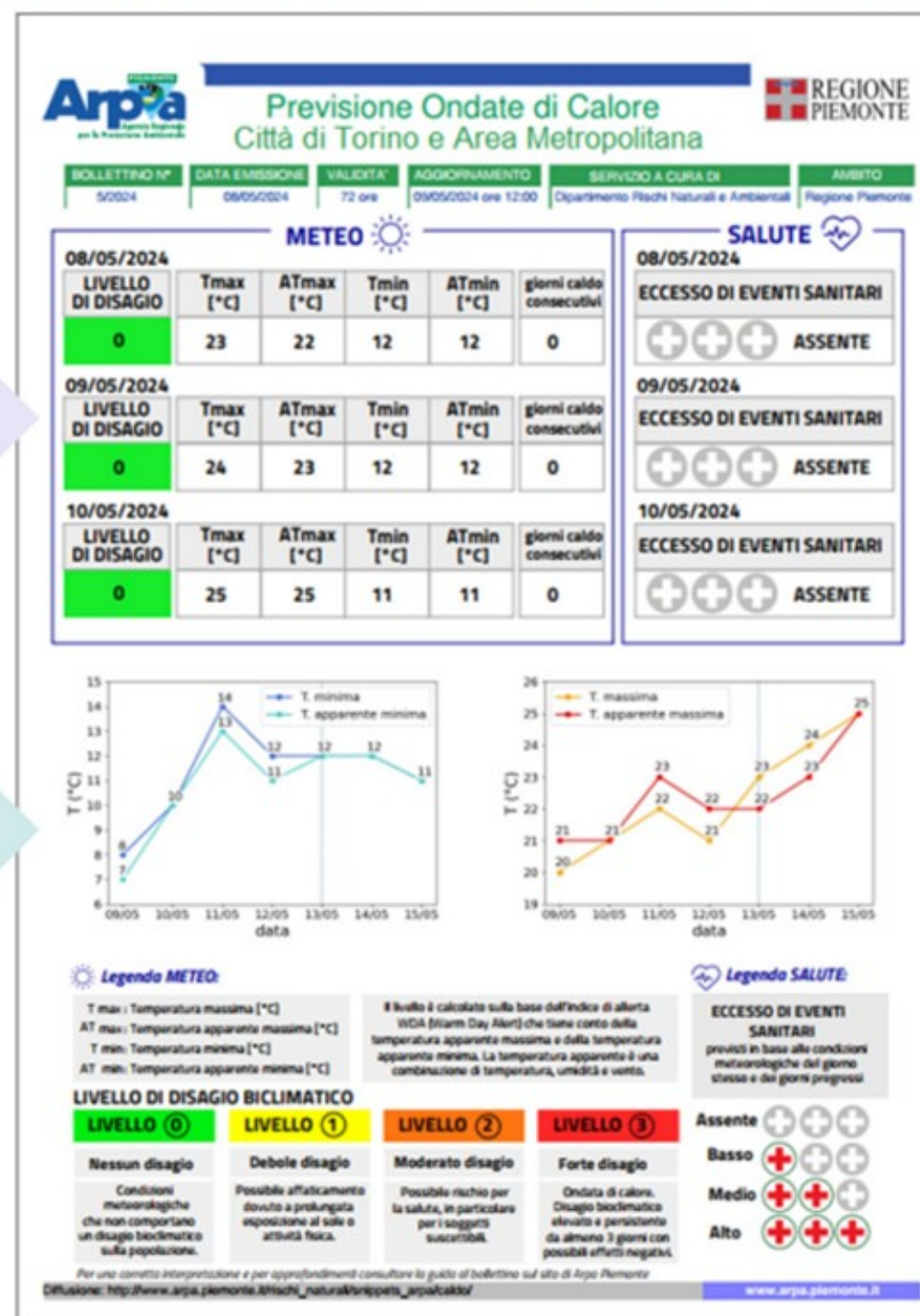
con 2 grafici, uno relativo alle temperature minime e minime apparenti e l'altro alle temperature massime e massime apparenti

parte SALUTE

con l'eccesso di eventi sanitari previsti per il pomeriggio odierno per i 2 giorni successivi, espresso con la categoria e l'icona associata

parte LEGENDE

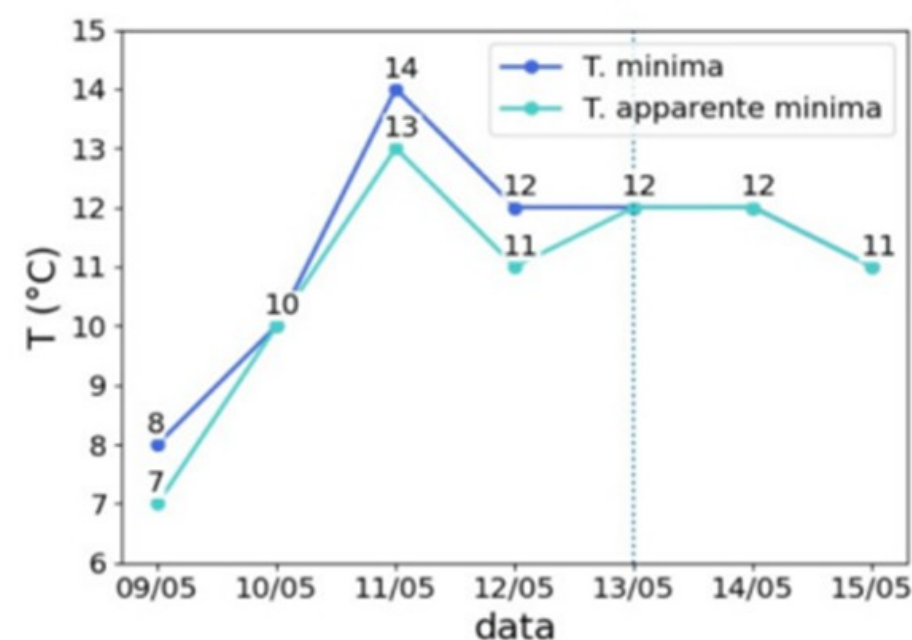
contenente nel dettaglio la spiegazione di tutti i livelli e le variabili presenti all'interno del bollettino



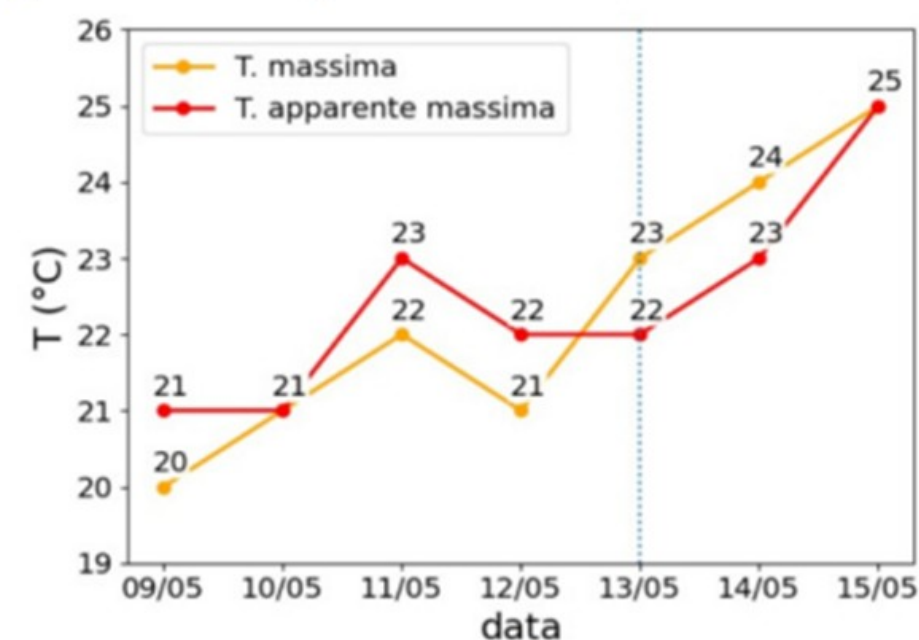


Bollettino per la città di Torino e Area Metropolitana parte GRAFICI

Nel bollettino sono rappresentati **2 grafici**:



temperatura minima (linea blu) e **minima apparente** (linea azzurra) osservati nel giorno di emissione e nei 4 giorni precedenti e previsti per i 2 giorni successivi



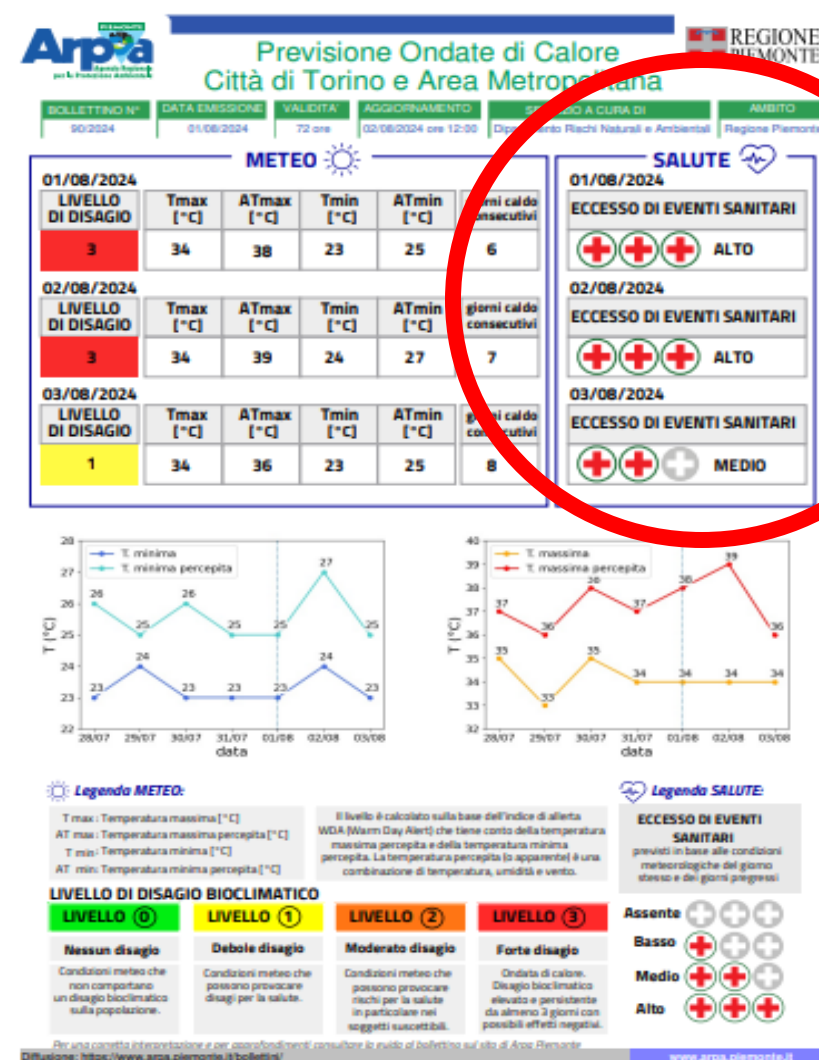
temperatura massima (linea rossa) e **massima apparente** (linea arancione) osservati nei 4 giorni precedenti all'emissione e previste per il pomeriggio di emissione e i 2 giorni successivi



Giuda alla lettura del Bollettino Ondate di Calore



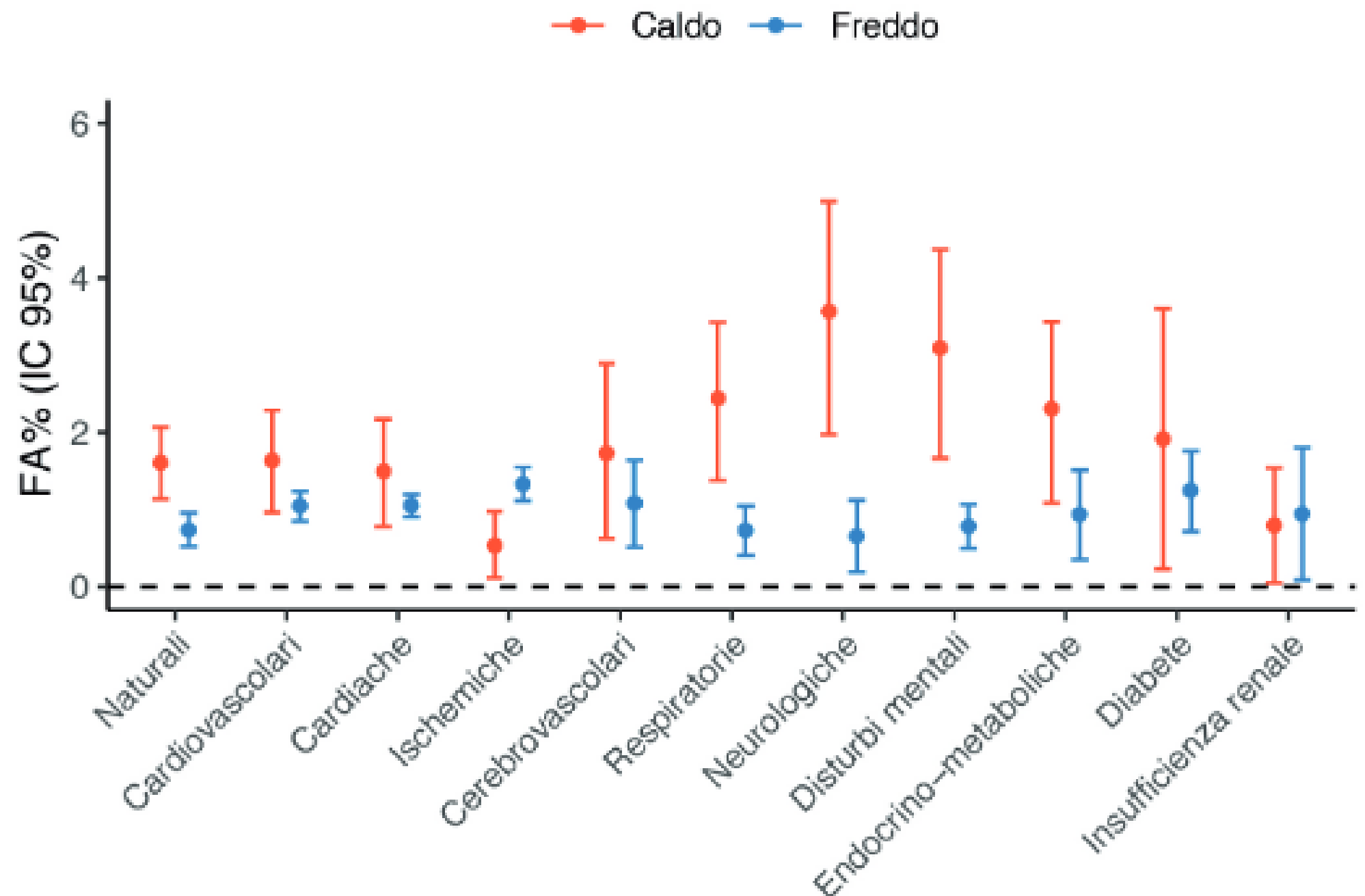
Prodotti previsionali per la gestione delle ondate di calore: bollettino di Torino





Alcuni aspetti da considerare

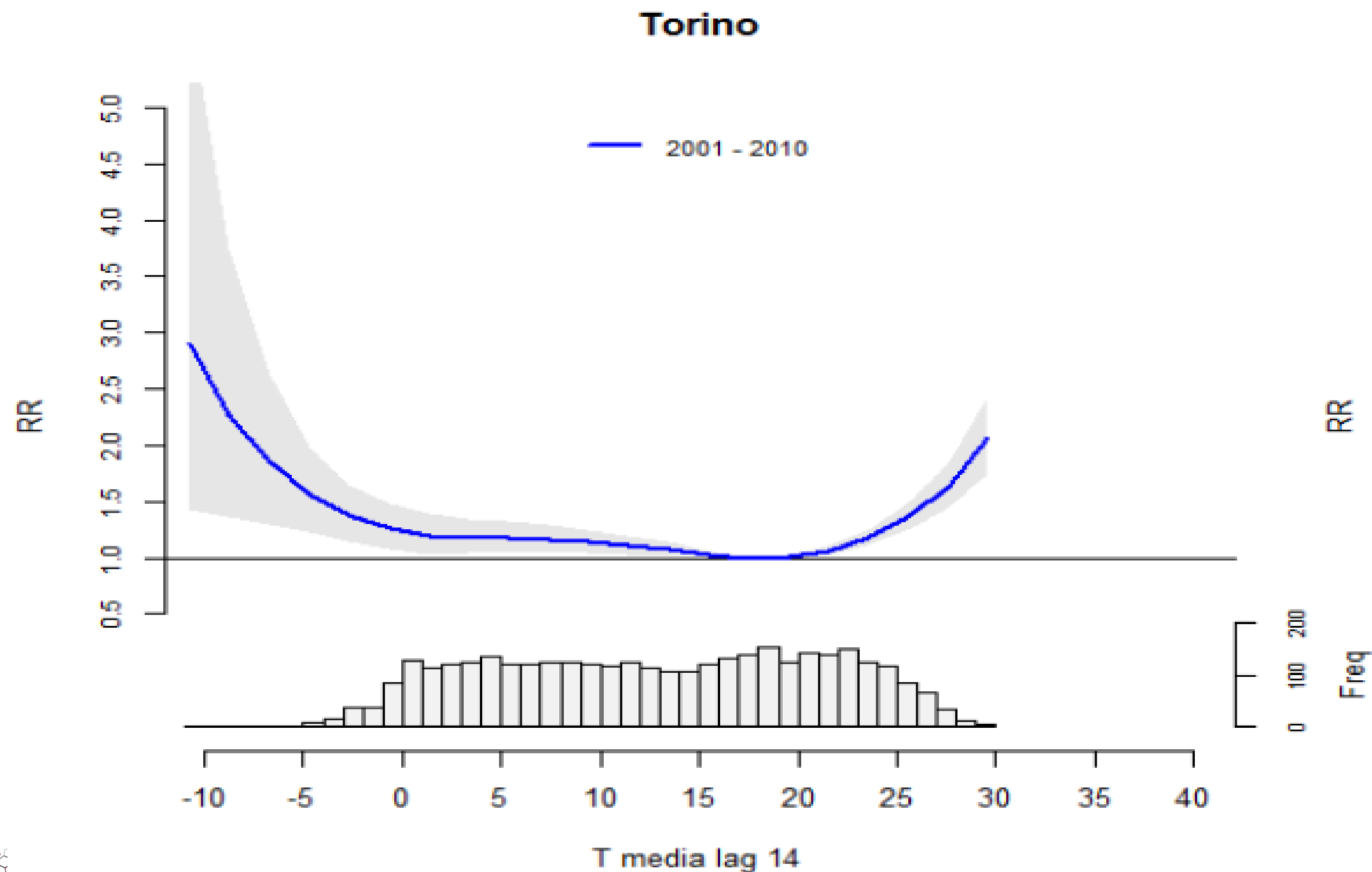
Le associazioni biologicamente coerenti: impatto del caldo e del freddo sulla mortalità in Italia



Metadato:
Frazione attribuibile percentuale (e relativo IC95%)
di mortalità specifica per causa per esposizioni
al caldo (variazione dal 75° al 99° della temperatura)
al freddo (variazione dal 25° al 1° della temperatura)
in Italia nel periodo 2006-2015.

Mortalità per categorie di cause

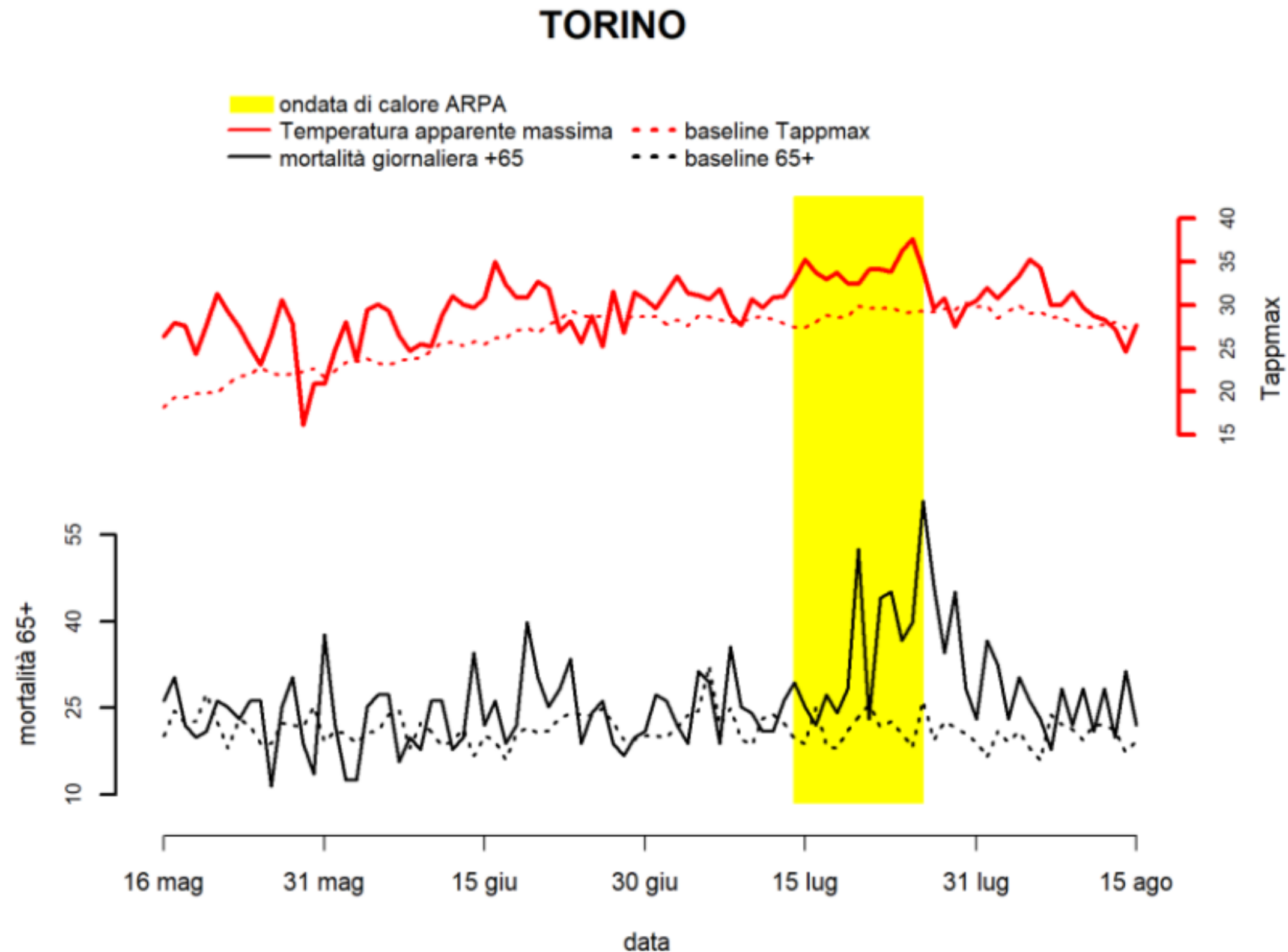
Relazione non lineare tra temperature ed eventi sanitari (mortalità e morbosità)



Metadato:

Progetto CCM Caldo e EPIAIR
Periodo in studio: 2001-2010
Città : Torino, Milano, Trieste, Venezia,
Padova, Genova, Bologna, Firenze, Pisa, Roma,
Napoli, Cagliari, Bari, Brindisi, Taranto, Palermo
Outcome: decessi per cause naturali
Esposizione: temperatura media, eventi estremi
Confondenti: inquinamento atmosferico (No2, PM10)

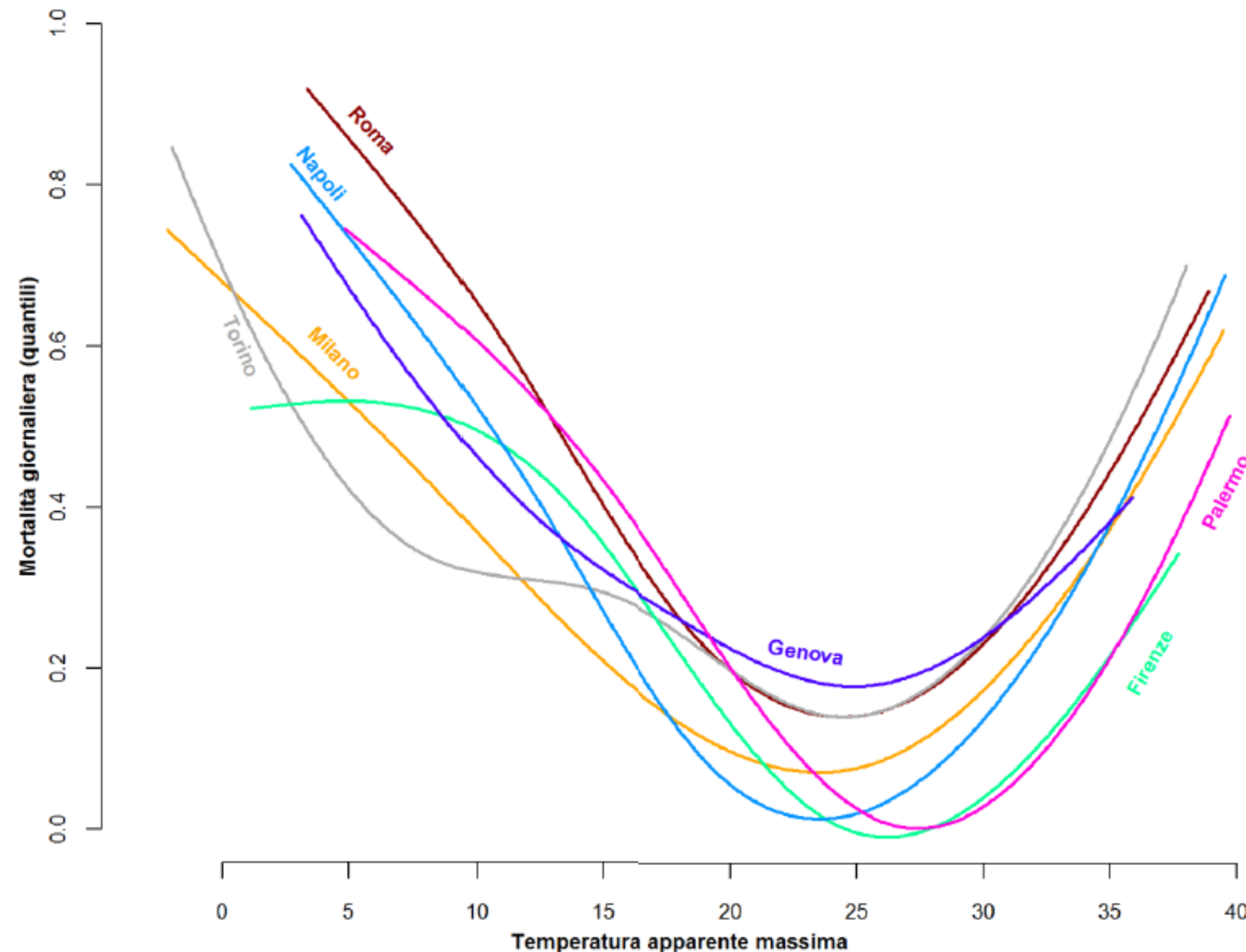
Effetti a breve termine delle temperature «molto» alte



Metadato:

HHWWS nazionale, 2022

Reazione del sistema di termoregolazione umano per compensare gli effetti negativi del calore



Metadato:

HHWWS nazionale.
Mortalità estiva per cause naturali
tra gli over65 italiani, dati fino al 2015

Le sotto-popolazioni di fragili

L'impatto delle ondate di calore non è omogeneo sulla popolazione. Studi epidemiologici hanno evidenziato la presenza di **fattori di rischio** che aumentano la suscettibilità individuale con possibile conseguente aumento dell'esito avverso dell'impatto sanitario (es. età avanzata, presenza di patologie croniche); inoltre **condizioni socio-economiche disagiate**, ridotte risorse sociali, **cattive condizioni abitative** possono aumentare il rischio di effetti negativi dell'esposizione alle ondate di calore.

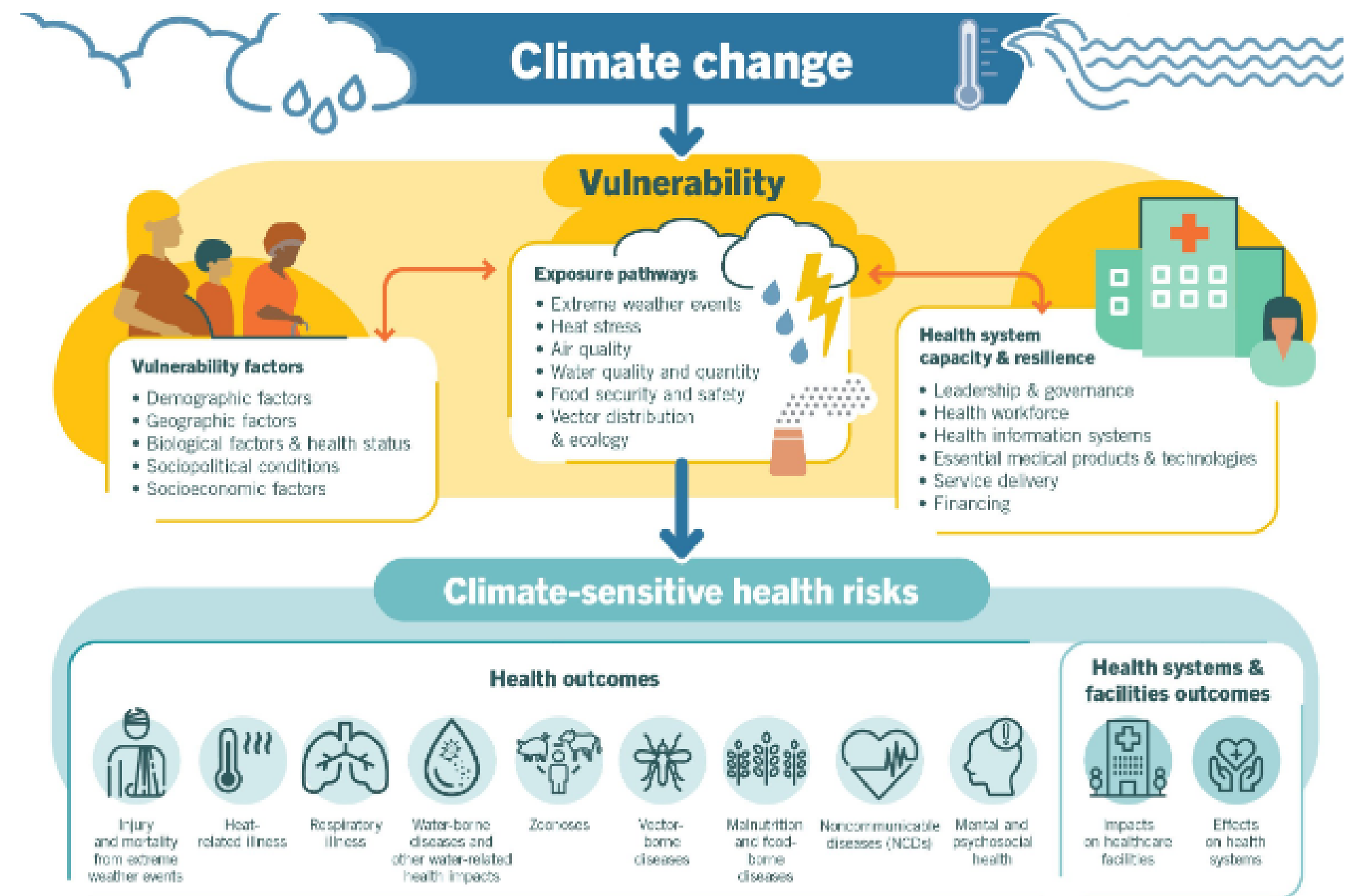


Figure: An overview of climate-sensitive health risks, their exposure pathways and vulnerability factors. Climate change impacts health both directly and indirectly, and is strongly mediated by environmental, social and public health determinants.



Valutazione degli impatti sanitari per ondate di calore

Mortalità *prevista*: modello epidemiologico di Torino



I decessi giornalieri previsti sono funzione di:

- *Indicatore di anomalia termica (WDA)*
- *Giorni consecutivi di caldo*
- *Temperatura minima apparente*
- *Decremento estivo di popolazione*
- *Giorno della settimana*

Le variabili indipendenti sono inserite nel modello come variabili categoriche.

Impatti sanitari: comunicazione degli eccessi di mortalità a Torino



L'impatto sanitario delle ondate di calore è misurato attraverso gli «eccessi di eventi sanitari», ossia la **differenza tra mortalità prevista** nella sotto-popolazione fragile date le condizioni meteo-climatiche del periodo **e mortalità attesa** nella stessa sotto-popolazione e per lo stesso periodo.

ECCESSO DI EVENTI SANITARI

previsti in base alle condizioni meteorologiche del giorno stesso e dei giorni pregressi

Assente			
Basso			
Medio			
Alto			



Dall'ondata di calore al periodo di sorveglianza della mortalità

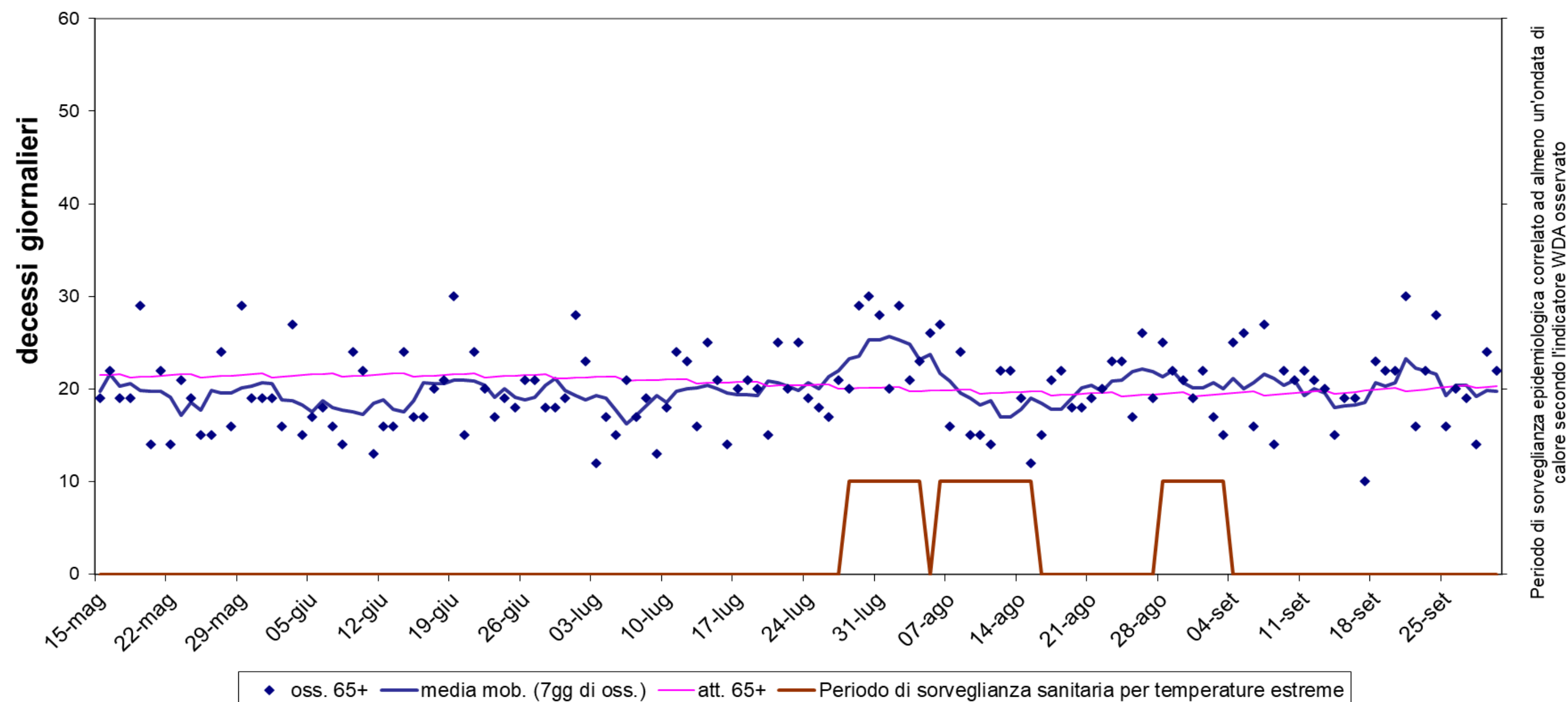
Per l'analisi dell'impatto sulla mortalità il periodo di osservazione di ogni ondata di calore è aumentato dei

2 giorni

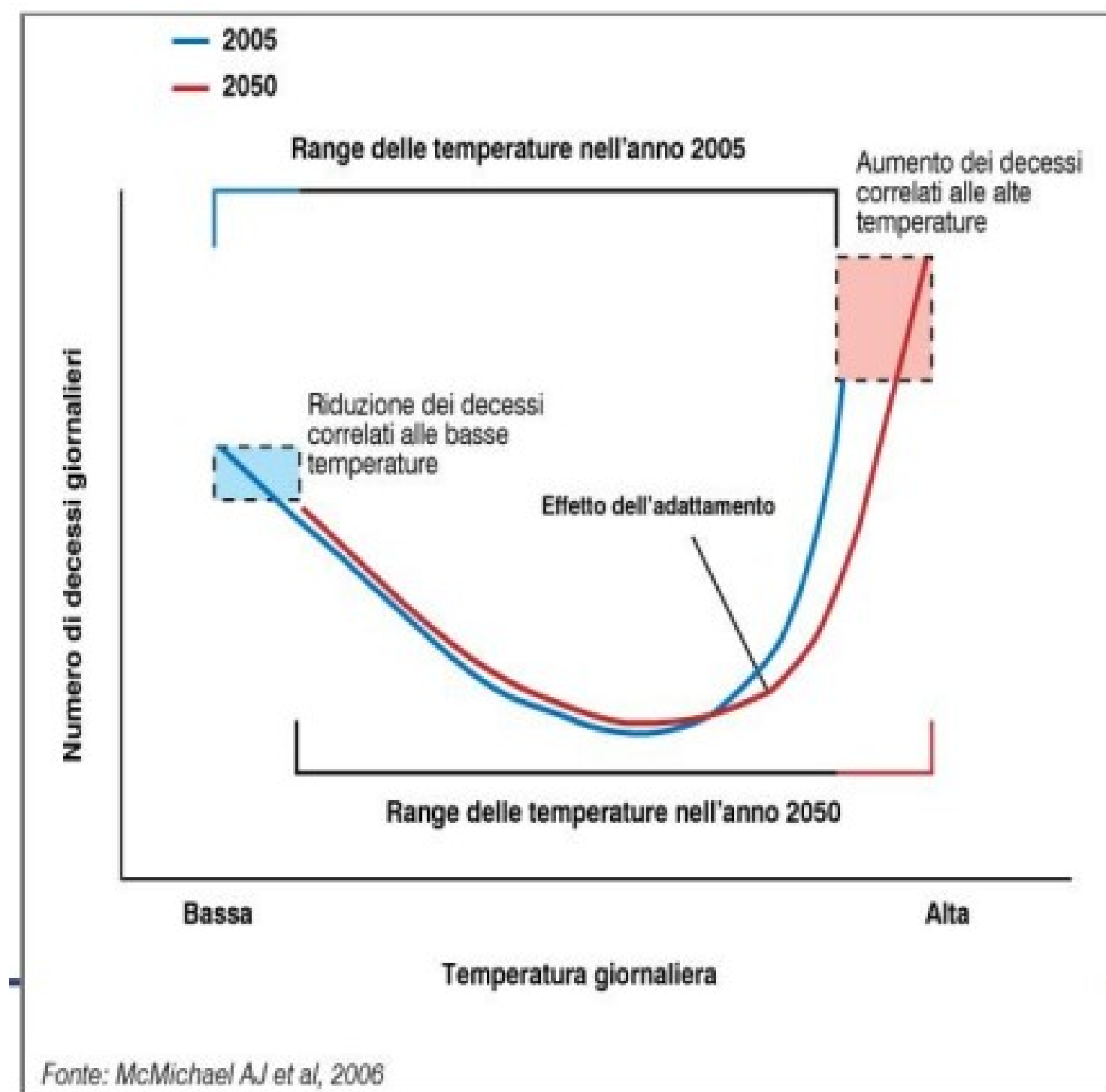
successivi al termine di ogni ondata, per tenere conto dell'effetto sanitario "prolungato" dello stress termico.

Giugno							2008
Domenica	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	
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						

Valutazione degli impatti sanitari per ondate di calore: Torino, estate 2024

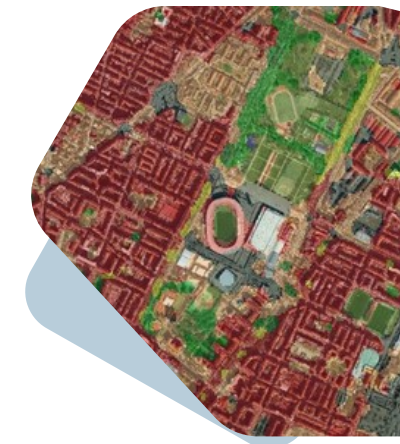


Effetti del cambiamento climatico: variazione della relazione tra temperatura e mortalità





Aria+ Piemonte

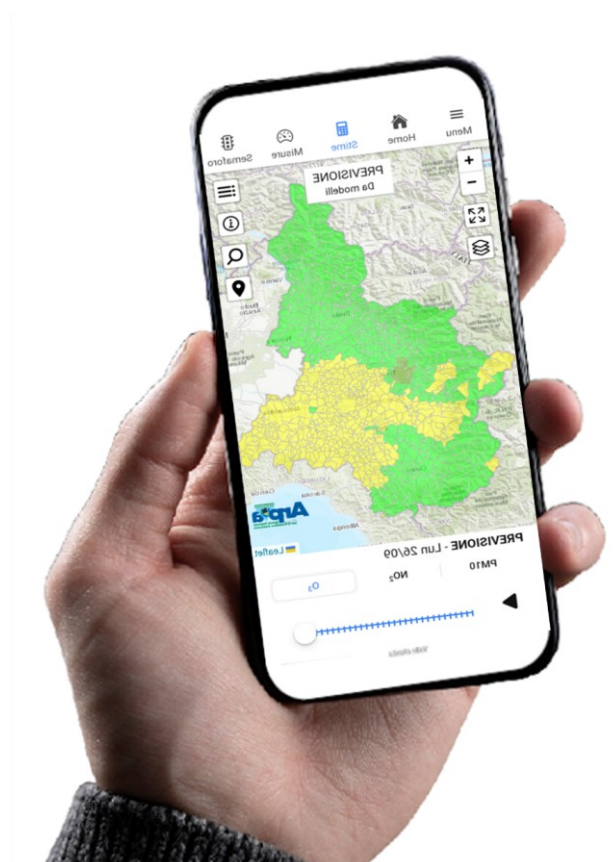




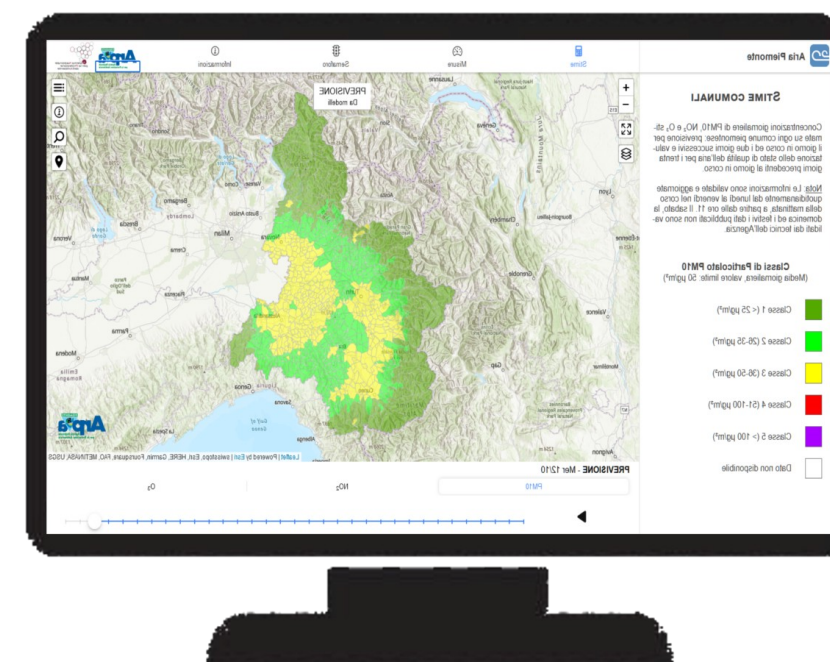
Aria+ Piemonte

Aria+ Piemonte

Aggiornamento di Aria Piemonte con nuovi contenuti e funzionalità



App per dispositivi
Android e iOS



WebAPP per browser



Aria+ Piemonte

Nuovi contenuti

1. STIME COMUNALI di PM10, PM2.5, NO₂ e O₃
2. MISURE di PM10, PM2.5, NO₂ e O₃
3. PROTOCOLLO OPERATIVO ANTISMOG – SEMAFORO

NOVITÀ



4. DISAGIO DA ONDATE DI CALORE

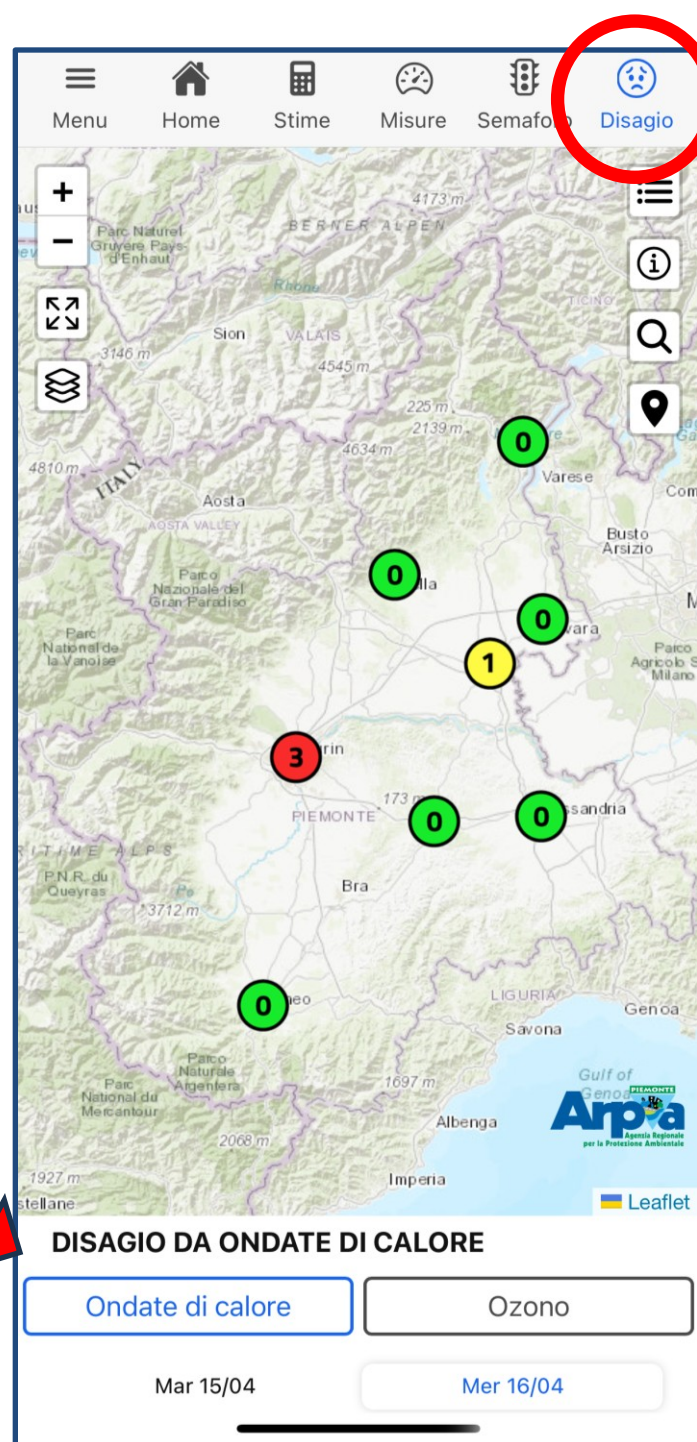


5. DISAGIO DA OZONO



Aria+ Piemonte

Disagio da Ondate di Calore



Livello di disagio bioclimatico per capoluoghi di provincia:

- previsione per il giorno in corso e i due giorni successivi
- grafici temperature

Per Torino: eccesso eventi sanitari

Dal 15 maggio al 30 settembre

Mappa

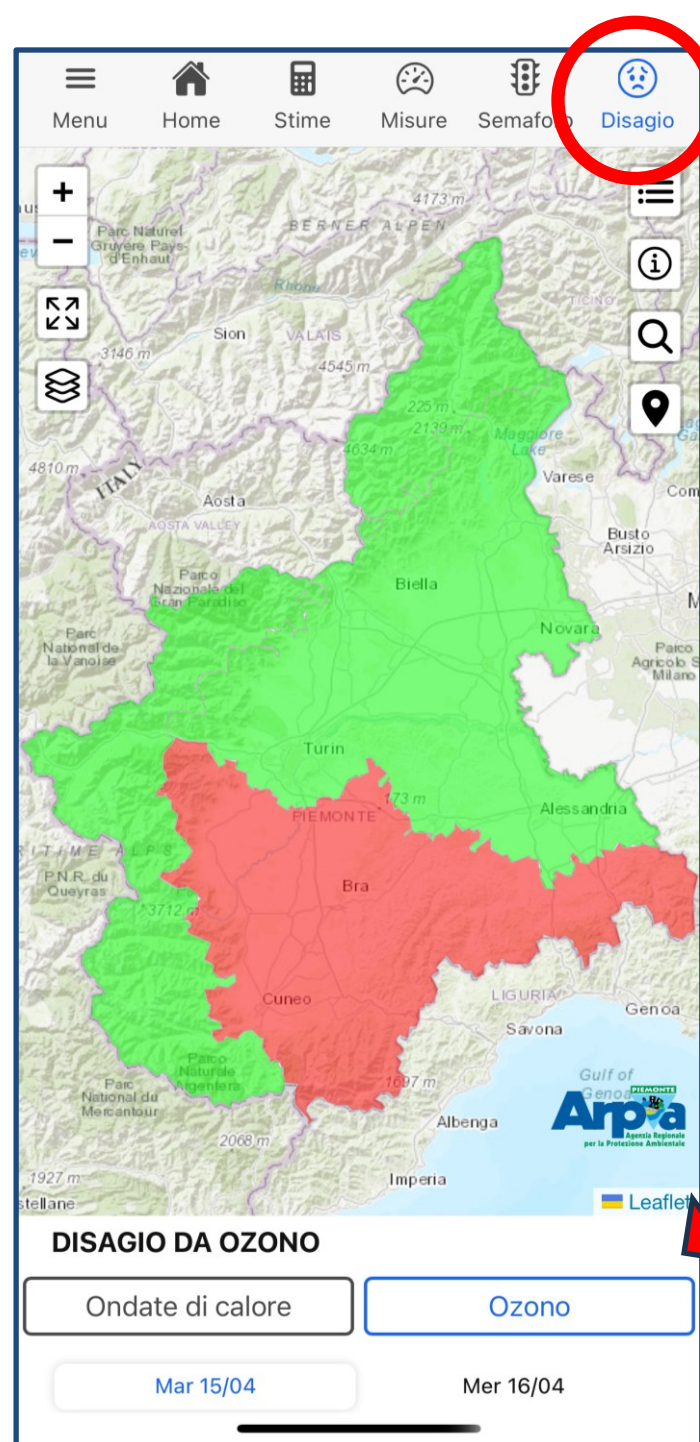
Dati (click su capoluogo)





Aria+ Piemonte

Disagio da Ozono



Livello di Ozono per quattro aree omogenee, due relative alla zona alpina e due alla zona di pianura-collina:

- previsione per il giorno in corso e i due giorni successivi

Dal 1 maggio al 30 settembre

Mappa

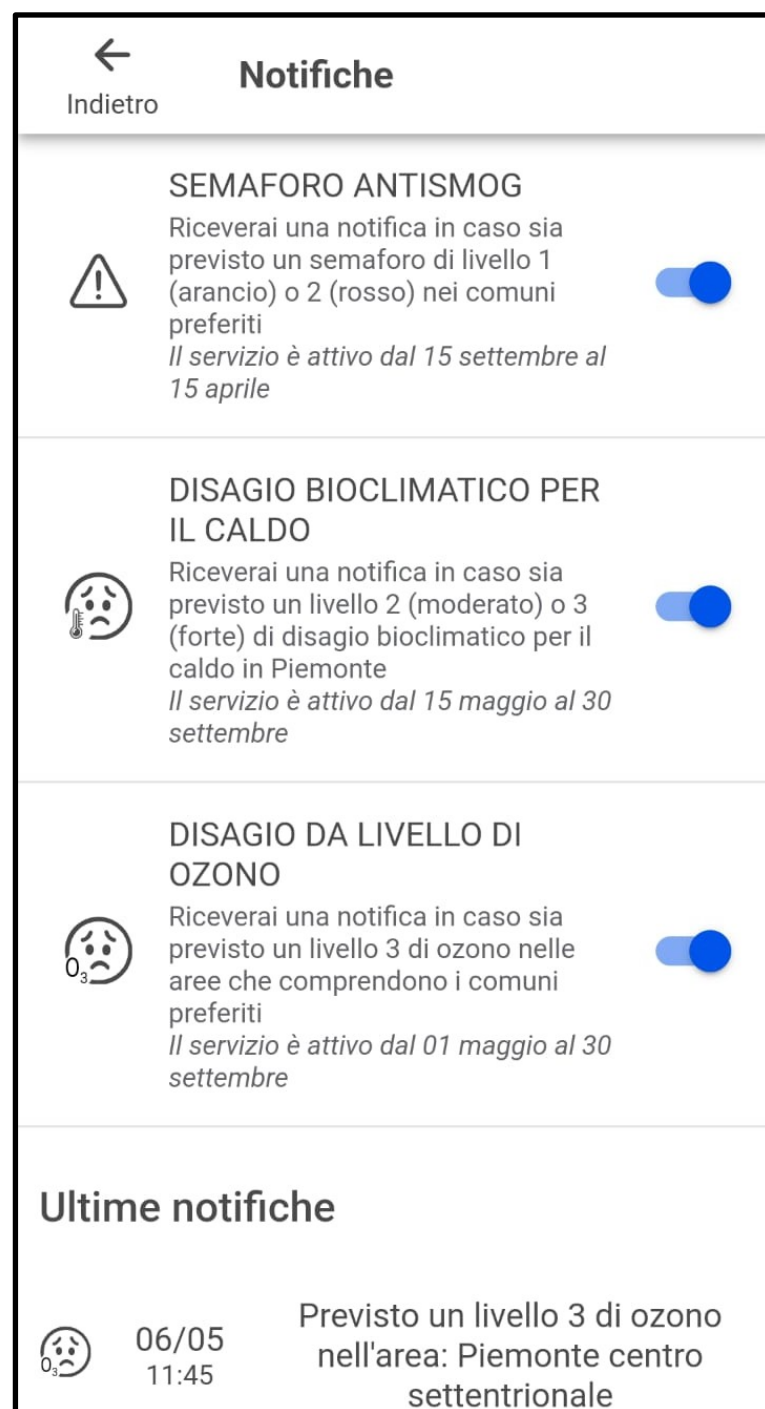
Dati (click su area)





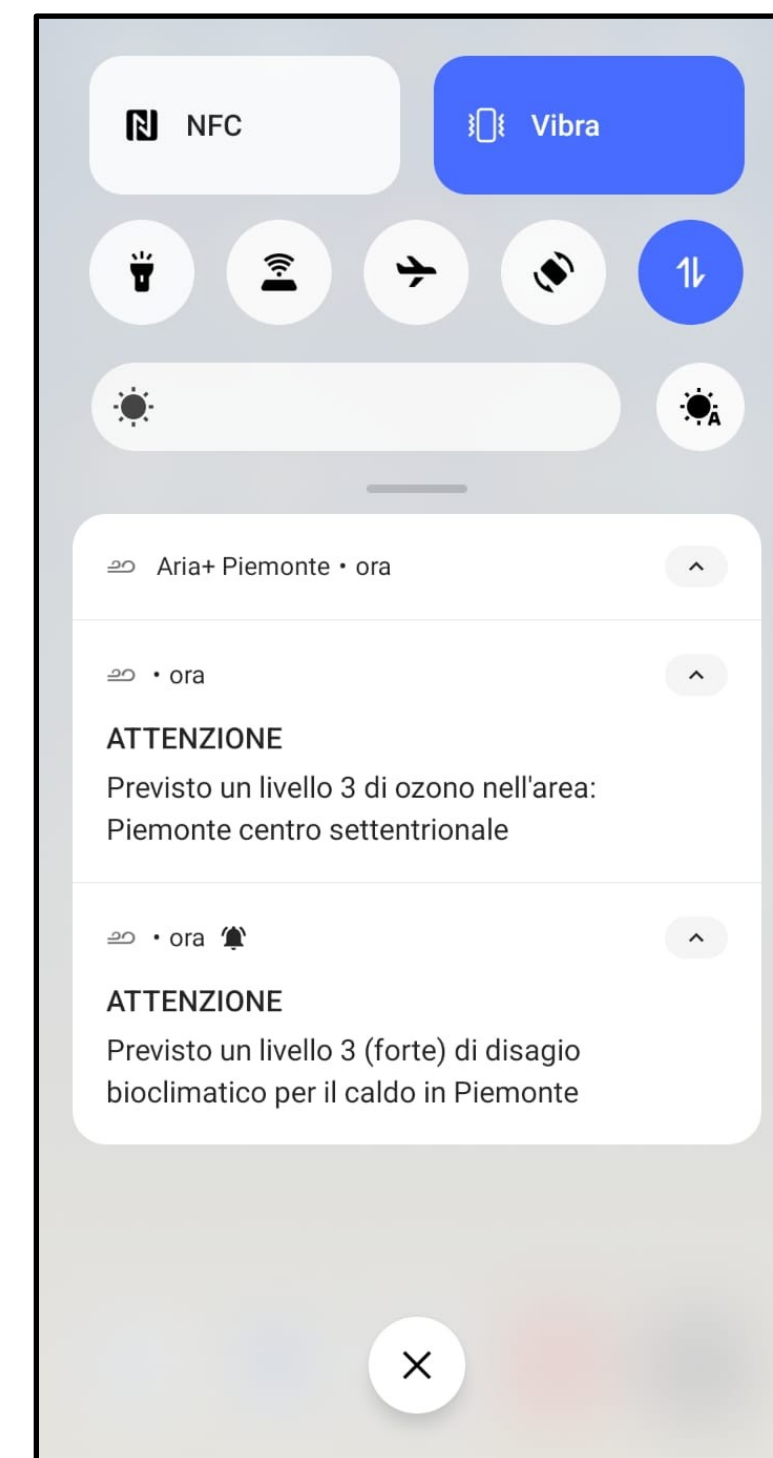
Aria+ Piemonte

Notifiche



Possibilità di ricevere notifiche per:

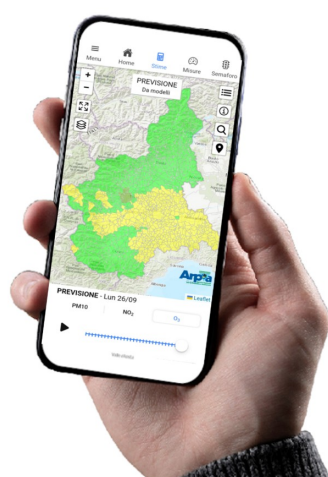
1. Semaforo Antismog
2. Disagio da Ondate di Calore
3. Disagio da Ozono





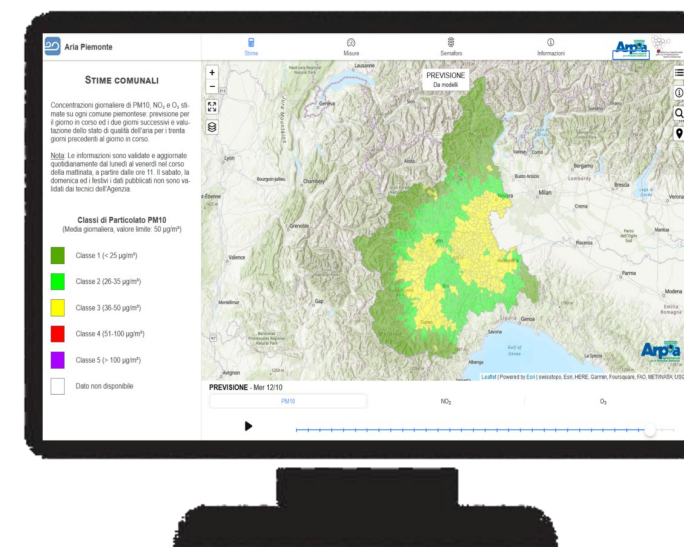
Aria+ Piemonte

Dove si trova



App per dispositivi Android e iOS

webgis.arpa.piemonte.it/aria_piemonte



WebAPP per browser



Grazie dell'attenzione!