

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
MISSIONE 4 - COMPONENTE 1 - INVESTIMENTO 1.3
POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURE PER LO SPORT NELLE SCUOLE

COMUNE DI CORREZZOLA

**RIQUALIFICAZIONE ARCHITETTONICA, FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA
DELLA PALESTRA DELLA SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA "A. MANZONI"
ATTRAVERSO L'ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO E TECNOLOGICO DEGLI SPAZI**



PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

ELAB.	RELAZIONE SPECIALISTICA REPORT DI ANALISI DELL'ADATTABILITÀ	Rev. 00
3		Agosto 2023

PROGETTISTA:
Dott. Arch. Stefano Meneghini



"The way for global sustainability"

CONSYLIO s.r.l. - Società di Ingegneria
Piazzetta Cesira Gasparotto, 6 - 35131 Padova (PD) - Tel/ Fax 049 8072072
www.consylio.eu - info@consylio.eu
Società Certificata UNI EN ISO 9001:2015 n. IQ-0117-05



Dasa-Rägiſter
EN ISO 9001:2015
IQ-0117-05

Sommario

1	Premessa	2
2	Identificazione rischi climatici	4
3	Valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità	5
3.1	Dati a livello italiano – Fonte Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)	5
3.2	Dati a livello regionale – Fonte dall’Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV).....	12
4	Soluzioni di adattamento	47

1 Premessa

Il Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021) stabilisce che tutte le misure dei Piani nazionali per la ripresa e resilienza (PNRR) debbano soddisfare il principio di *“non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali”*. Tale vincolo si traduce in una valutazione di conformità degli interventi al principio del “Do No Significant Harm” (DNSH), con riferimento al sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili indicato all'articolo 17 del Regolamento (UE) 2020/852.

Il Regolamento (UE) 2020/852 e il Regolamento Delegato 2021/2139, descrivono i criteri generali affinché ogni singola attività economica non determini un “danno significativo”, contribuendo quindi agli obiettivi di mitigazione, adattamento e riduzione degli impatti e dei rischi ambientali; ovvero per ogni attività economica sono state raccolti i criteri cosiddetti DNSH.

La presente relazione intende ottemperare a quanto previsto dalla normativa vigente redigendo una **valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità con la quale identificare i rischi tra quelli elencati nella tabella nella Sezione II dell'Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 che integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento e del Consiglio fissando i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale.**

I rischi climatici fisici che pesano sull'attività sono stati identificati tra quelli elencati nella tabella di cui alla sezione II dell'appendice A, effettuando una solida valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità conformemente alla procedura che segue:

- esame dell'attività per identificare quali rischi climatici fisici elencati nella sezione II della presente appendice possono influenzare l'andamento dell'attività economica durante il ciclo di vita previsto;
- se l'attività è considerata a rischio per uno o più rischi climatici fisici elencati nella sezione II della presente appendice, una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità per esaminare la rilevanza dei rischi climatici fisici per l'attività economica;
- una valutazione delle soluzioni di adattamento che possono ridurre il rischio fisico climatico individuato.

La valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità è proporzionata alla portata dell'attività e alla durata prevista, così che:

- per le attività con una durata prevista inferiore a 10 anni, la valutazione è effettuata almeno ricorrendo a proiezioni climatiche sulla scala appropriata più ridotta possibile;
- per tutte le altre attività, la valutazione è effettuata utilizzando proiezioni climatiche avanzate alla massima risoluzione disponibile nella serie esistente di scenari futuri coerenti con la durata prevista dell'attività, inclusi, almeno, scenari di proiezioni climatiche da 10 a 30 anni per i grandi investimenti.

Le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sulle migliori pratiche e sugli orientamenti disponibili e tengono conto delle più attuali conoscenze scientifiche per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico, le pubblicazioni scientifiche sottoposte ad esame inter pares e i modelli open source o a pagamento più recenti.

Per le nuove attività e le attività esistenti che utilizzano beni fisici di nuova costruzione, l'operatore economico integra le soluzioni di adattamento che riducono i più importanti rischi climatici individuati che pesano su tale attività al momento della progettazione e della costruzione e provvede ad attuarle prima dell'inizio delle operazioni.

Le soluzioni di adattamento attuate non influiscono negativamente sugli sforzi di adattamento o sul livello di resilienza ai rischi climatici fisici di altre persone, della natura, del patrimonio culturale, dei beni e di altre attività economiche; sono coerenti con i piani e le strategie di adattamento a livello locale, settoriale, regionale o nazionale; e prendono in considerazione il ricorso a soluzioni basate sulla natura o si basano, per quanto possibile, su infrastrutture blu o verdi.

Per redigere la presente relazione sono stati utilizzati i dati e i contenuti del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC) e i dati e i contenuti realizzati dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) che in molti casi si riportano integralmente.

2 Identificazione rischi climatici

L'analisi effettuata ha permesso di identificare i quali sono i rischi climatici fisici elencati nella sezione II della appendice Criteri DNSH generici per l'adattamento ai cambiamenti climatici che sono pertinenti al presente progetto e sono evidenziati in azzurro

Classificazione dei pericoli legati al clima

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongellamento permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
				Innalzamento del livello del mare
				Stress idrico
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

3 Valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità

Nel presente paragrafo per poter prevenire e limitare mediante misure di adattamento l'impatto derivato si evidenziano i rischi climatici a cui il progetto dovrà rispondere nella sua vita utile.

Si riportano quindi i dati a livello italiano e regionale.

3.1 Dati a livello italiano – Fonte Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)

L'analisi del clima sul periodo di riferimento 1981-2010 è stata effettuata utilizzando il dataset osservativo grigliato E-OBS.

Nella figura 1 riporta i valori medi stagionali, nel trentennio 1981-2010, della precipitazione totale e della temperatura media. In termini di precipitazione totale nella penisola italiana si registrano i valori più alti durante la stagione autunnale soprattutto in Liguria e Friuli-Venezia Giulia; le aree geografiche del Sud - Italia e le isole, invece risultano, in particolare nella stagione estiva, le meno piovose. In termini di temperatura media i valori più bassi si registrano in tutte le stagioni lungo le catene montuose delle Alpi e degli Appennini. La forte differenza orografica è messa in perfetta luce nella stagione estiva dalla distribuzione dei valori della temperatura media.

Oltre ai valori medi della precipitazione cumulata e della temperatura media, sono stati calcolati sul periodo di riferimento 1981-2010, i valori medi annuali/stagionali di diversi indicatori climatici utili a comprendere l'evoluzione di specifici pericoli climatici.

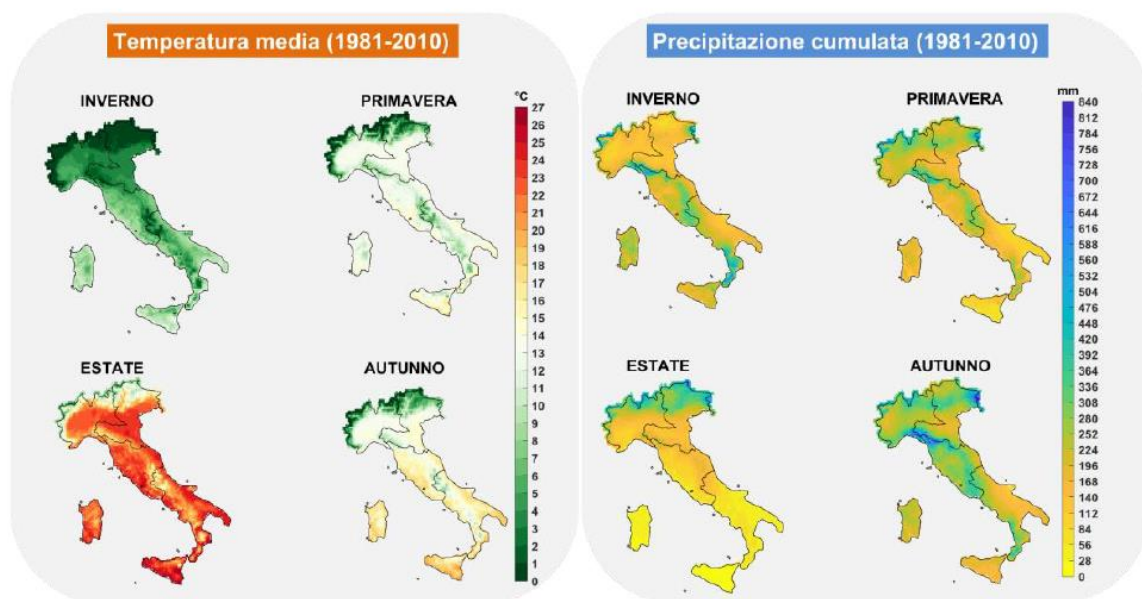
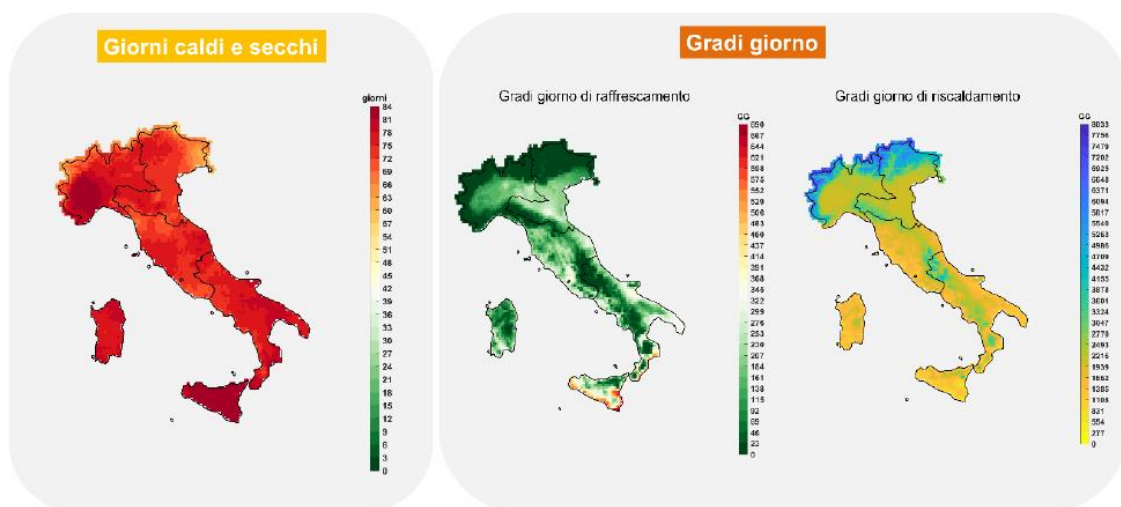


Figura 1: Valori medi stagionali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate su periodo di riferimento 1981-2010 a partire dal dataset grigliato E-OBS v25.

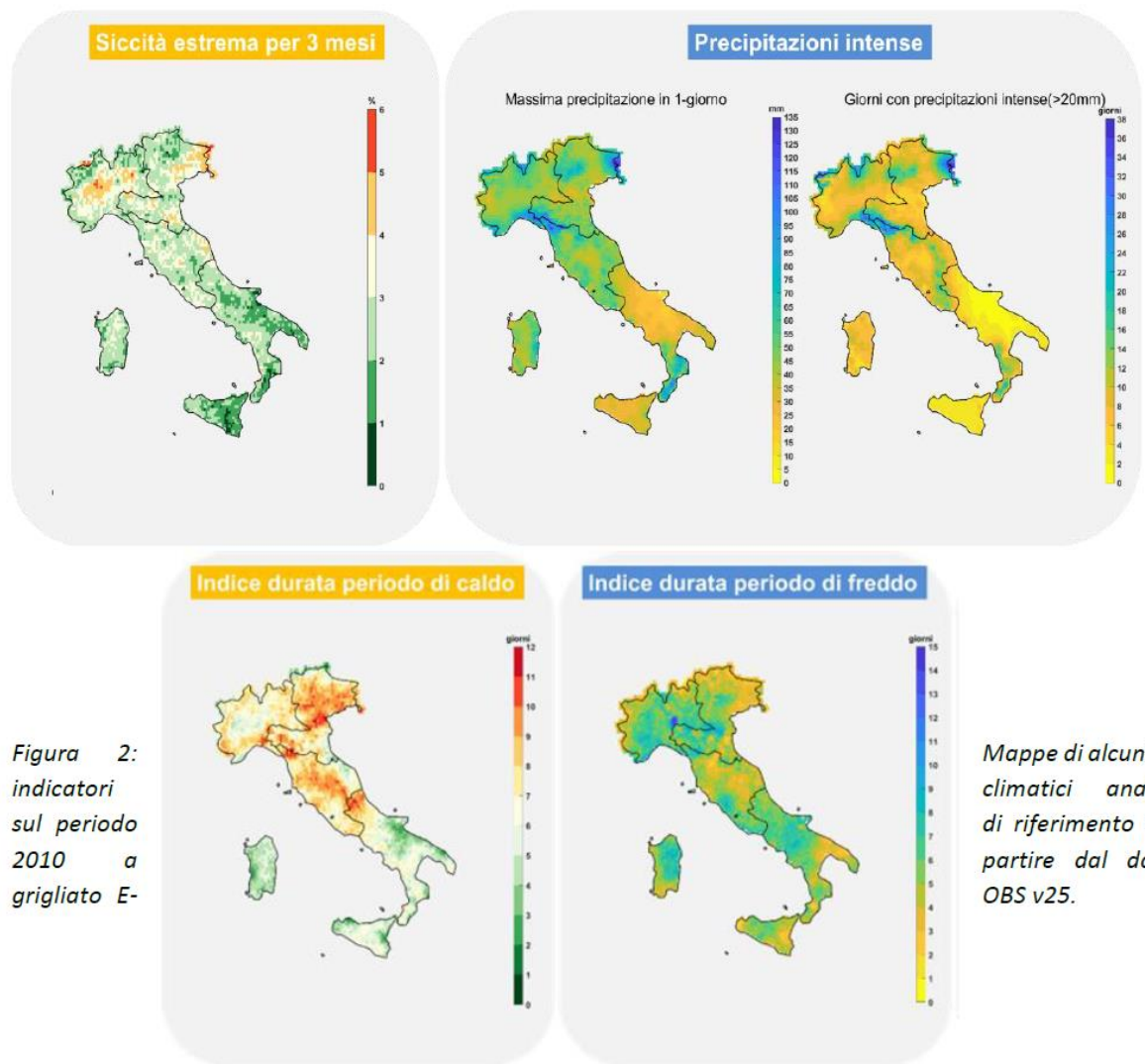


A tale scopo, la Figura 2 riporta la distribuzione spaziale, relativamente al periodo di riferimento 1981-2010, degli indicatori ritenuti più rilevanti¹⁸ anche in relazione alla loro rappresentatività dei pericoli climatici attesi. Nella penisola i valori massimi degli indici di siccità (in termini di occorrenza percentuale della classe di siccità estrema) vengono registrati nelle aree a nord-ovest della nazione e i valori tendono a diminuire muovendosi verso sud. I massimi valori della precipitazione giornaliera sono stati registrati in Liguria, al confine tra Emilia-Romagna e Toscana, e in Friuli-Venezia Giulia al confine con la Slovenia; queste aree, insieme all'arco alpino

piemontese risultano essere anche quelle che mediamente nel periodo di riferimento hanno registrato il maggior numero di giorni con precipitazioni superiore a 20 mm.

Il nord-est italiano presenta, nel periodo di riferimento, i valori maggiori dell'indice di durata dei periodi di caldo.

Tutte le figure e le tabelle sono state realizzate da Fondazione CMCC.



Nella Figura 3, è stato utilizzato il test di Mann-Kendall (Kendall,1975), con un livello di confidenza del 95% per valutare la significatività statistica del trend di crescita dell'anomalia di temperatura calcolata a partire dai modelli EURO-CORDEX. I trend risultano statisticamente significativi per tutti e tre gli scenari IPCC considerati (nella Figura 3 i trend statisticamente significativi sono individuati da un asterisco).

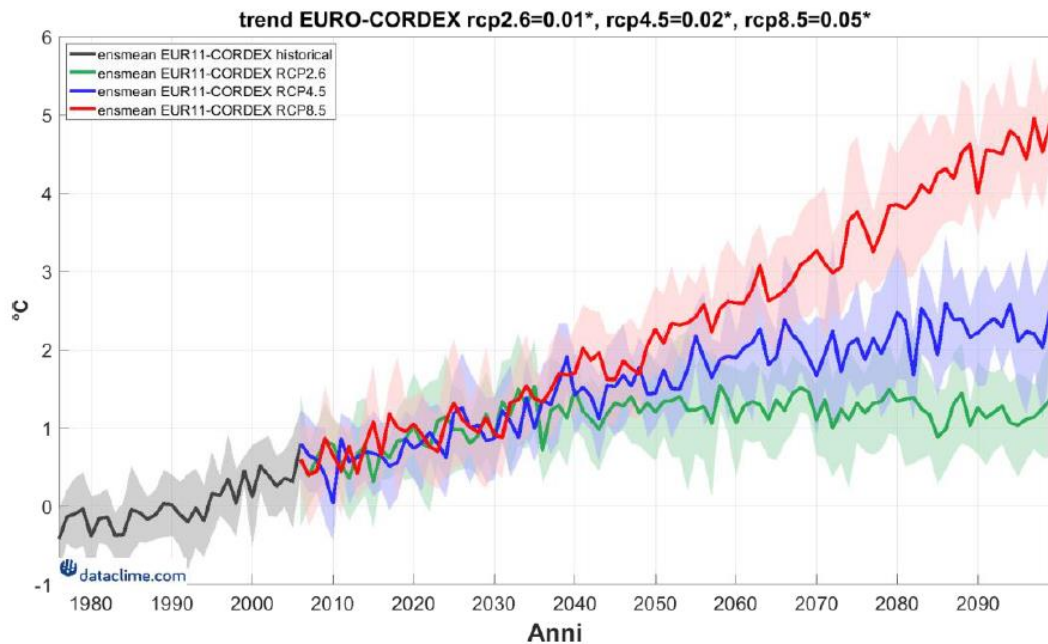


Figura 3: Anomalie annuali di temperatura media (°C) su scala nazionale ottenute a partire dai modelli EURO-CORDEX, considerando il periodo storico (in grigio) e gli scenari RCP8.5 (in rosso), RCP4.5 (in blu) e RCP2.6 (in verde). Le anomalie annuali sono calcolate rispetto al valore medio del periodo di riferimento 1976-2005. La linea spessa scura indica la proiezione climatica media (ensemble mean), calcolata mediando i valori annuali di tutte le simulazioni considerate per ogni scenario di concentrazione; le aree ombreggiate rappresentano il range ottenuto sommando e sottraendo all'ensemble mean la deviazione standard dei valori simulati dai modelli e forniscono una misurazione dell'incertezza delle proiezioni.

La Figura 4 riporta le variazioni annuali per la precipitazione totale e la temperatura media su scala annuale, insieme alla stima dell'incertezza, mentre la Tabella 3 mostra l'analisi stagionale. Tale analisi evidenzia un generale aumento delle temperature per tutti gli scenari considerati (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP8.5), più pronunciato considerando lo scenario RCP 8.5, con incrementi superiori ai 2°C.

Per quanto riguarda le precipitazioni, invece, le proiezioni indicano per il Sud Italia, in particolare per lo scenario RCP8.5, una diminuzione delle precipitazioni complessive annue. Nello specifico, lo scenario RCP 8.5 proietta una generale riduzione nel Sud Italia e in Sardegna (fino al 20% nel 2050s) e un aumento nelle aree geografiche Nord-Ovest e Nord-Est (Figura 4). Lo scenario RCP 2.6, invece, proietta un aumento rilevante delle precipitazioni sul Nord Italia e una lieve riduzione al Sud. In generale, la stima delle variazioni di precipitazione, sia in senso spaziale che temporale, è più incerta di quella delle variazioni della temperatura essendo le precipitazioni già soggette a forti variazioni naturali (MATTM, SNACC, Rapporto sullo stato delle conoscenze, 2014). Come mostrato in Figura 4, si osserva infatti una maggiore dispersione (espressa in termini di deviazione standard) intorno ai valori medi per le variazioni di precipitazione rispetto a quelle di temperatura. Tali incertezze appaiono particolarmente pronunciate nel Nord Italia, secondo lo scenario RCP 2.6.

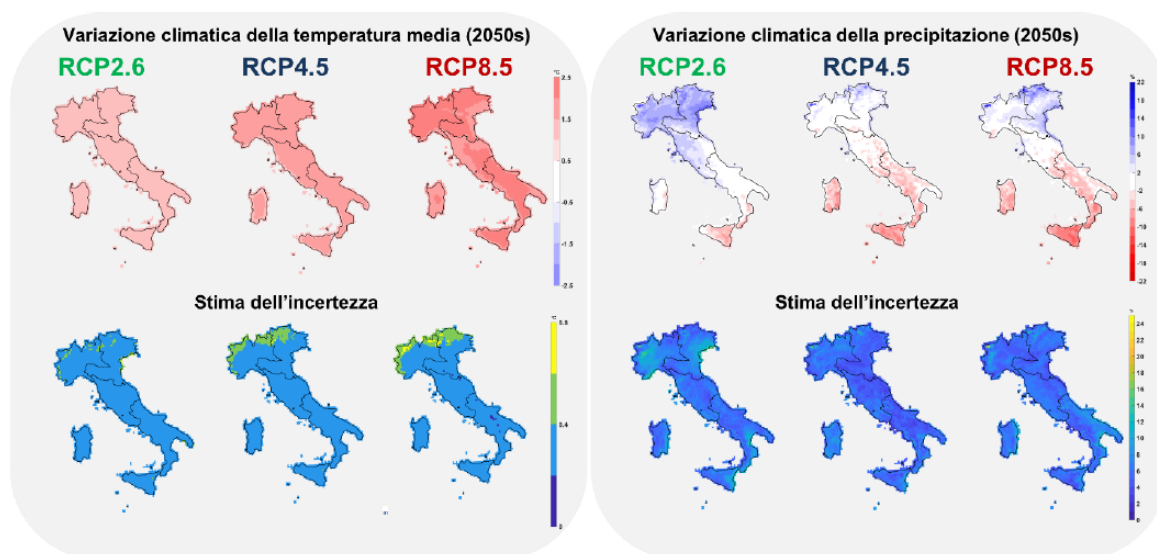


Figura 4: Variazioni climatiche annuali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate medie per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP8.5. I valori sono espressi in termini di media (ensemble mean) e deviazione standard (dispersione attorno al valore medio) calcolati sull'insieme delle proiezioni dei modelli climatici regionali disponibili nell'ambito del programma euro-cordex.

Variazione della temperatura media (°C)													
RCP2.6				RCP4.5				RCP8.5					
	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	
Nord-Ovest	1,2	0,9	1,1	1,5	1,8	1,2	1,9	1,8	2,3	1,7	2,3	2,5	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,4	0,3	0,8	0,5	0,4	0,3	0,8	0,4	0,5	0,4	0,9	Stima dell'incertezza (2050s)
Nord-Est	1,2	0,9	1,1	1,4	1,7	1,2	1,9	1,7	2,2	1,7	2,2	2,4	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,4	0,3	0,7	0,4	0,4	0,3	0,7	0,3	0,5	0,4	0,8	Stima dell'incertezza (2050s)
Centro	1,0	0,9	1,2	1,3	1,5	1,1	2,0	1,7	1,9	1,5	2,3	2,3	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,4	0,4	0,7	0,3	0,4	0,3	0,7	0,3	0,4	0,3	0,8	Stima dell'incertezza (2050s)
Sud	1,0	0,9	1,3	1,3	1,5	1,1	2,0	1,6	1,8	1,6	2,3	2,2	Variazione climatica (2050s)
	0,4	0,4	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,7	Stima dell'incertezza (2050s)
Isole	1,0	0,9	1,2	1,3	1,3	1,1	1,9	1,6	1,7	1,6	2,2	2,2	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,3	0,4	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,7	Stima dell'incertezza (2050s)

Variazione della precipitazione cumulata (%)													
RCP2.6				RCP4.5				RCP8.5					
	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	
Nord-Ovest	12,3	3,2	5,9	5,1	14,3	-0,3	-4,8	-2,3	2,5	3,3	-0,9	2,4	Variazione climatica (2050s)
	15	5	7	13	10	4	8	11	12	10	11	9	Stima dell'incertezza (2050s)
Nord-Est	12	4	6	5	10	1	-6	2	5	3	0	6	Variazione climatica (2050s)
	16	5	9	11	8	4	11	10	9	7	12	12	Stima dell'incertezza (2050s)
Centro	9	-1	3	3	5	-2	-14	1	0	-3	-6	4	Variazione climatica (2050s)
	13	4	12	11	7	4	13	10	7	6	12	15	Stima dell'incertezza (2050s)
Sud	3	-2	0	1	0	-3	-15	2	-2	-5	-12	1	Variazione climatica (2050s)
	9	7	16	12	6	5	14	10	9	7	13	9	Stima dell'incertezza (2050s)
Isole	3	-6	7	-1	-2	-7	-14	-3	-7	-8	-13	-2	Variazione climatica (2050s)
	8	7	25	11	5	8	14	9	7	7	16	10	Stima dell'incertezza (2050s)

Tabella 3: Variazioni di temperatura media e precipitazione cumulata (ensemble mean) per il periodo centrato su 2050 (2036-2065) rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, su scala stagionale (DJF: inverno; MAM: primavera; JJA: estate; SON: autunno) per le diverse macroaree; nella seconda riga è invece riportata una stima dell'incertezza (tramite il calcolo della deviazione standard) per la temperatura media e precipitazione cumulata riportata nella prima riga. I colori della tabella sono da intendersi in modo qualitativo: per variazione di precipitazione il colore dal blu chiaro indica variazioni basse di segno positivo fino ad arrivare al blu intenso che indica le variazioni maggiori con segno positivo. Per la variazione di temperatura media il rosa indica le variazioni minori mentre il colore rosso quelle di intensità maggiore. Per l'incertezza il giallo indica quantitativamente il grado di incertezza.

In Figura 5 sono riportati a titolo esemplificativo alcune delle mappe più rilevanti (in termini di variazione attesa) per gli indicatori considerati in questa sezione, mentre la Figura 6 contiene in maniera sintetica le variazioni attese (valori medi e stima delle incertezze) per le diverse aree geografiche in cui è stata suddivisa l'Italia e per tutti gli indicatori selezionati, utilizzati per dare informazione sui pericoli climatici di interesse (maggiori dettagli sono riportati nella **Tabella 5**).

Per quanto riguarda gli impatti sulla domanda energetica, si evince una generale riduzione, in particolare nelle aree montane, dei gradi giorno di riscaldamento (HDDs) e un generale aumento dei gradi giorno di raffrescamento (CDDs) per le aree pianeggianti e costiere. Tali variazioni, più marcate considerando lo scenario RCP8.5, potrebbero comportare una ridotta esigenza di energia necessaria per il riscaldamento degli ambienti e un incremento della richiesta di energia per il loro raffrescamento, in particolare nella stagione estiva. Tale trend è influenzato anche dall'aumento della frequenza e dell'intensità delle ondate di caldo. Infatti, è da attendersi un aumento generalizzato del pericolo legato alle ondate di caldo mentre, contrariamente ad una generale riduzione dei fenomeni di ondata di freddo sull'intero territorio nazionale soprattutto nello scenario RCP 8.5. Per lo stesso scenario è inoltre atteso un significativo aumento del pericolo incendi, fino al 20% in particolare sugli Appennini e sulle Alpi.

Per quanto riguarda il dissesto geo-idrologico, sono state valutate diverse caratteristiche delle precipitazioni intense e dalle analisi si evince un generale incremento sia dei cumuli giornalieri sia dell'intensità e della frequenza degli eventi estremi di precipitazione, specie per lo scenario RCP 8.5, ed in particolar modo per le aree del centro-nord. Questo aspetto denota un potenziale aumento del pericolo per fenomeni di frane meteo-indotte e fenomeni di alluvioni che tuttavia necessita di essere studiato con maggior dettaglio locale grazie a modelli di impatto accoppiati con modelli di pericolo.

Per quanto riguarda il fenomeno della siccità, esso è stato valutato mediante l'indice SPI (McKee et al. 1993²⁸) considerando diverse finestre temporali per i cumuli di precipitazione (3 mesi, 6 mesi, 9 mesi, 12 mesi e 24 mesi). Tale indice, a seconda dell'arco temporale considerato, può fornire indicazioni su impatti immediati, a medio e lungo termine. Nelle tabelle, mostrate in figura 6, sono state considerate le sole due classi di siccità severa ed estrema (in termini di variazione dell'occorrenza rispetto al periodo climatologico), che, sulla durata di 3-6 mesi hanno impatti prevalentemente agronomici, mentre sulla durata 12-24 mesi hanno impatti di tipo prevalentemente idrologico e socioeconomico. Per tutte le scale temporali considerate, è da attendersi un incremento del numero di episodi di siccità, in particolare per lo scenario RCP8.5 nel Sud Italia (incluso le isole).

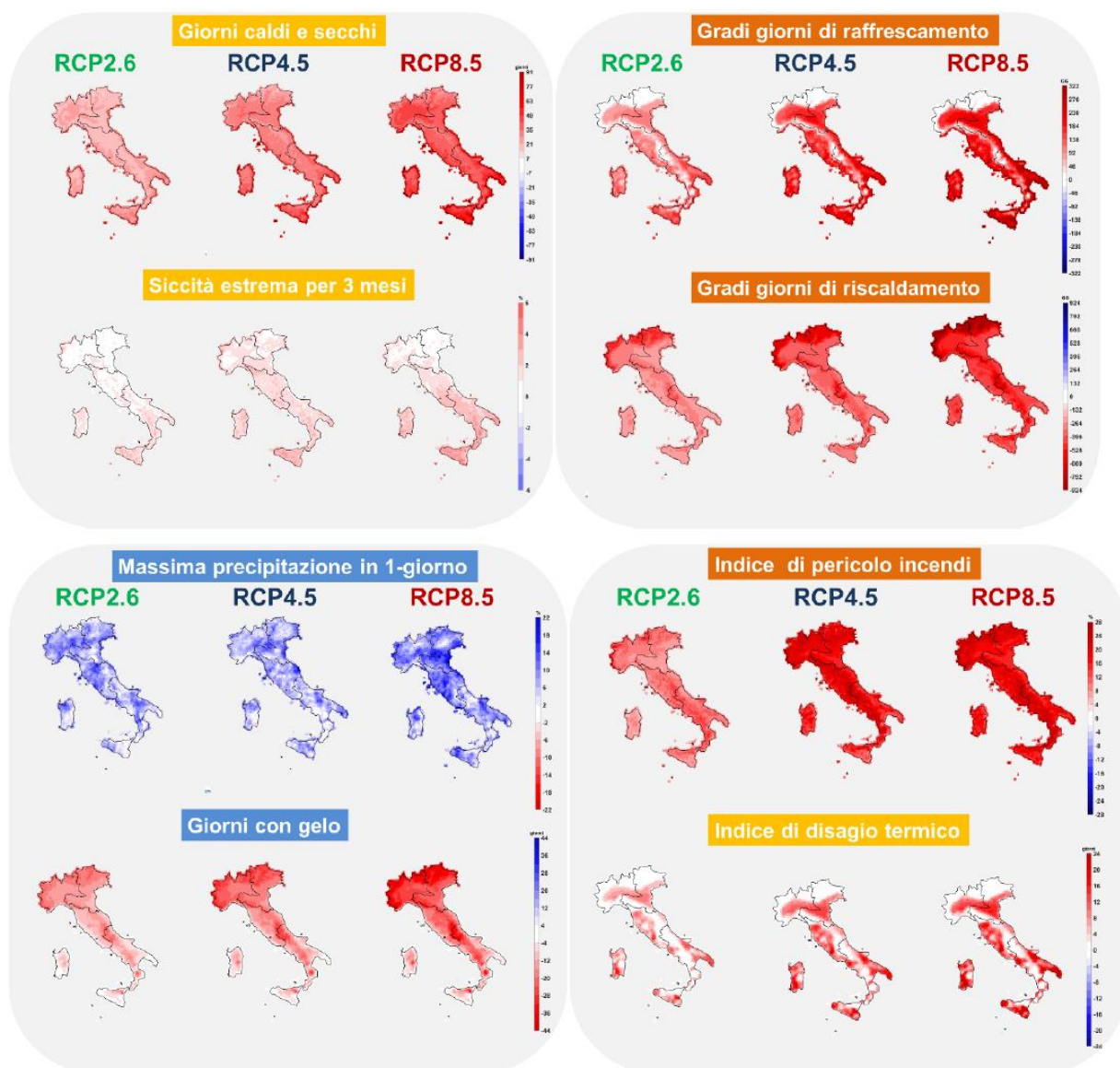


Figura 5: Variazioni climatiche annuali (ensemble mean) per alcuni degli indicatori climatici analizzati per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP8.5

A seguito si riportano il numero di eventi alluvionali e di allegamento in area urbana.



Fig. 19 – Numero di eventi alluvionali e di allagamento in area urbana (2000-2018).
(Fonte: SNPA, 2022)

3.2 Dati a livello regionale – Fonte dall’Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV)

TEMPERATURA

Descrizione

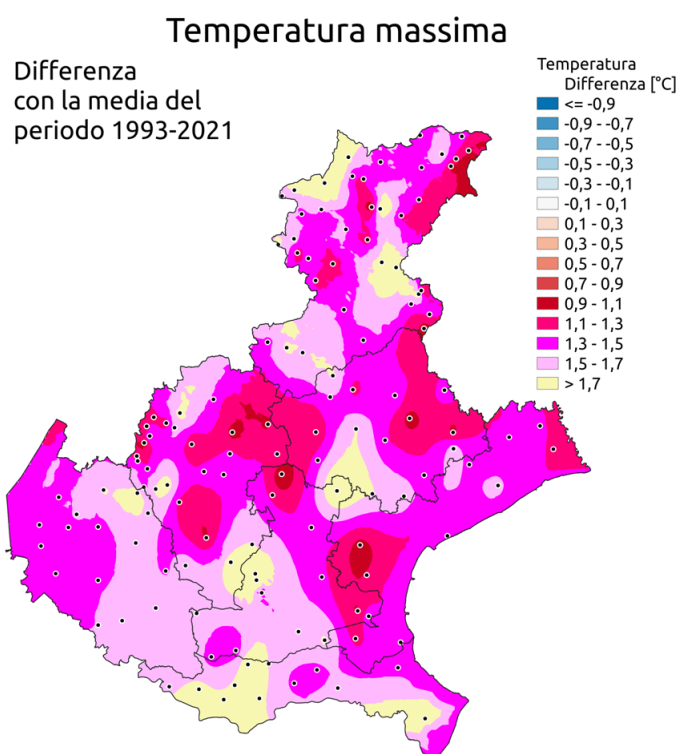
Tale indice, dimensionale ($^{\circ}\text{C}$), fornisce il valore medio annuo e stagionale assunto da ogni singola variabile (temperatura minima, temperatura media, temperatura massima) in un dato anno, in una data area. La media di riferimento è determinata dalla disponibilità dei dati delle stazioni ARPAV su tutto il territorio regionale, a partire dal 1993, al fine di poterne ottenere una rappresentazione spaziale omogenea. Per ciascuna stazione disponibile i dati di temperatura sono: temperature minime, temperature medie e temperature massime giornaliere, espresse in gradi centigradi ($^{\circ}\text{C}$) calcolate a partire da dati rilevati automaticamente ogni 15’.

Obbiettivo

L'andamento medio annuale e stagionale della temperatura media, della temperatura massima e della temperatura minima per il 2022 è confrontato con i rispettivi valori medi di riferimento del periodo 1993-2021.

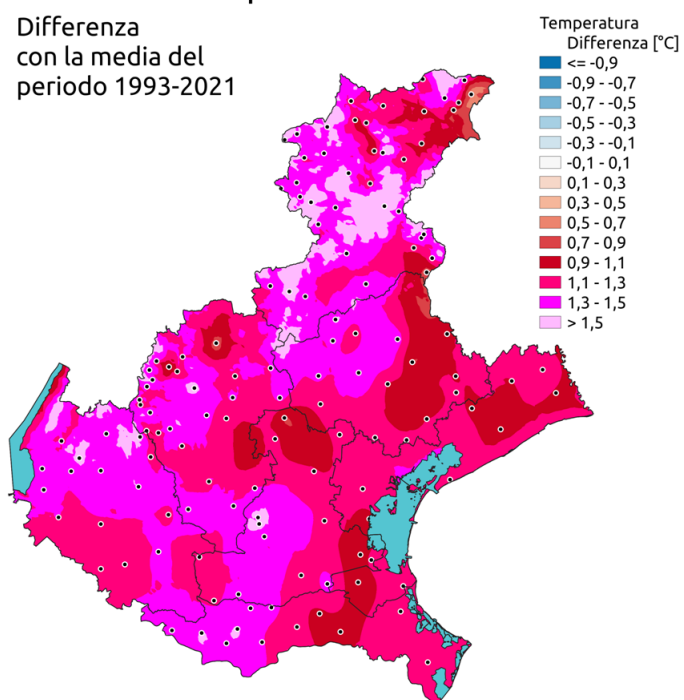
Valutazione

Per il confronto con i valori medi si è valutata la differenza di ciascuna delle tre variabili rispetto al comportamento medio nel periodo di riferimento 1993-2021 mediante cartografie. Per analizzare lo stato e il trend dell'indicatore, si considerano negativi gli aumenti e positive le diminuzioni.



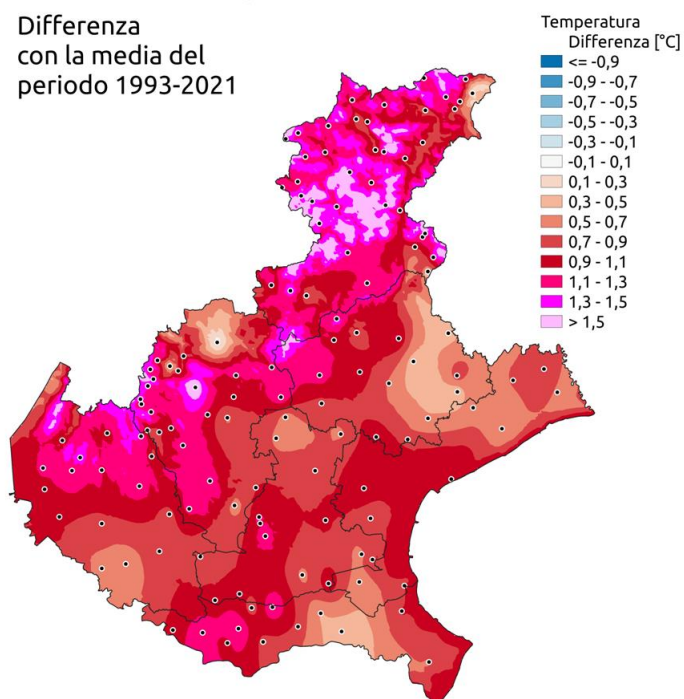
Temperatura media

Differenza
con la media del
periodo 1993-2021

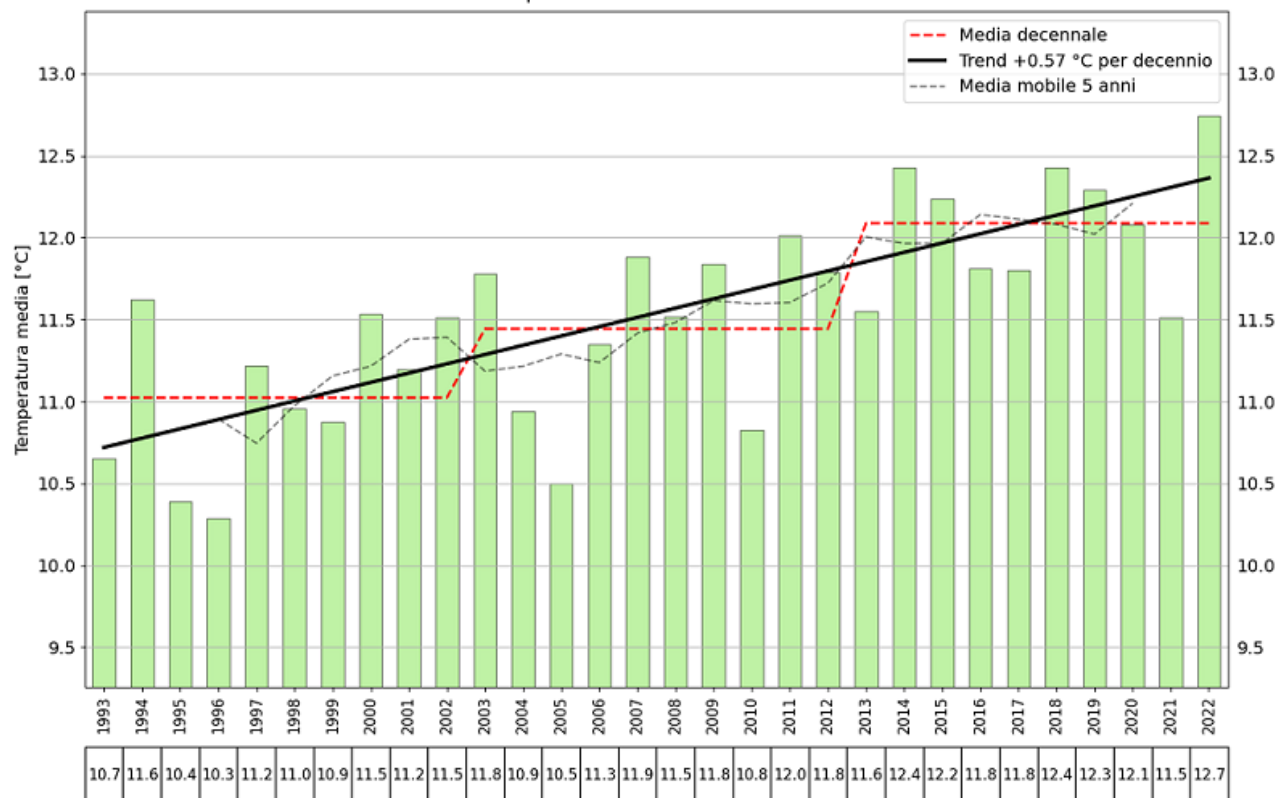


Temperatura minima

Differenza
con la media del
periodo 1993-2021

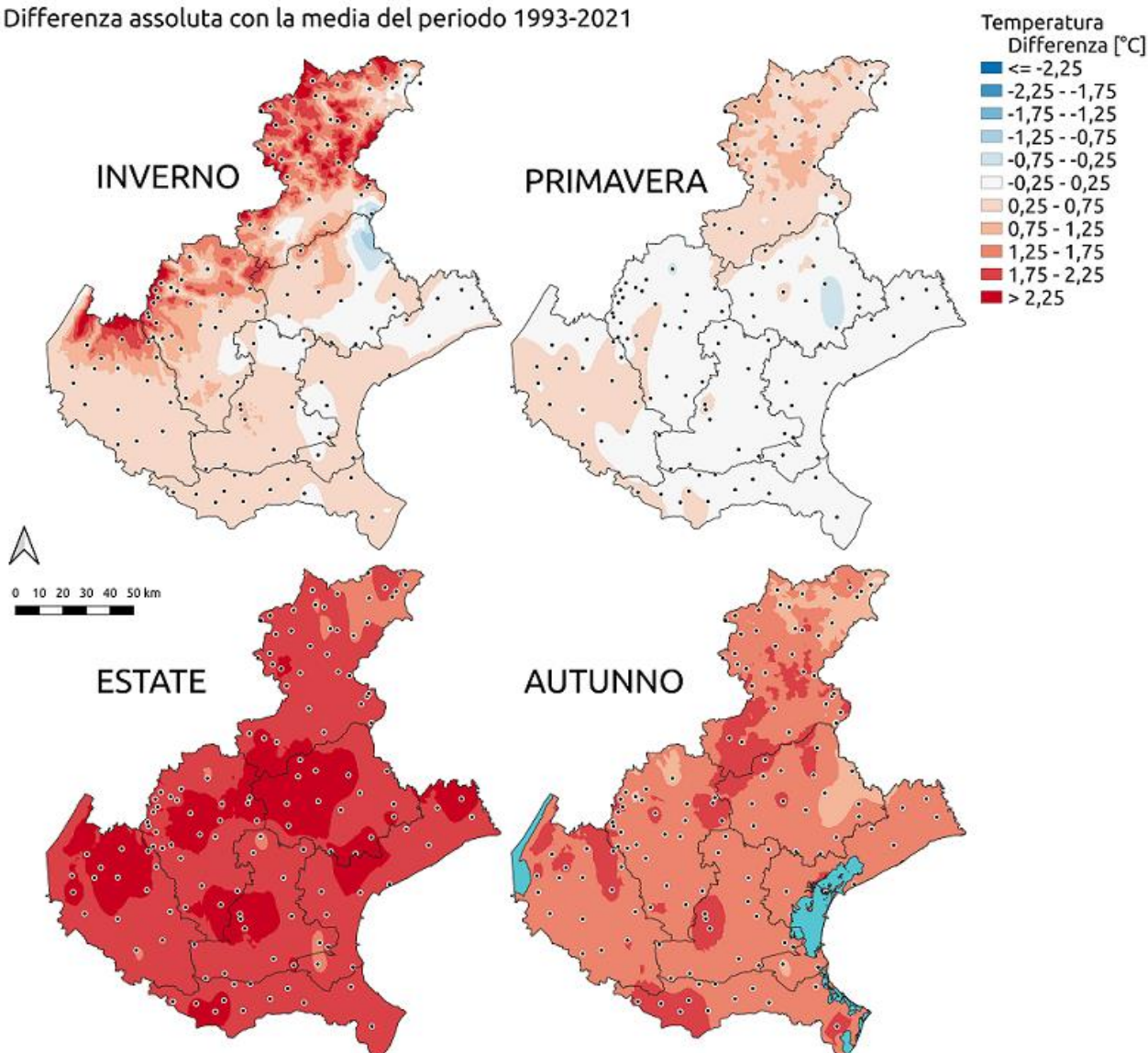


Temperatura media in Veneto



Temperatura MEDIA stagionale nel 2022

Differenza assoluta con la media del periodo 1993-2021



La media delle temperature massime giornaliere nel 2022 evidenzia su tutto il territorio regionale valori da 1 a 2°C superiori a quelli medi del periodo 1993-2021.

Le medie delle temperature minime giornaliere sulla regione sono anch'esse superiori ai valori medi di riferimento 1993-2021 su tutto il Veneto ma con scarti inferiori rispetto alle temperature massime, e compresi tra 0.5 e 1.5 °C.

In conseguenza di quanto fino ad ora descritto, la media delle temperature medie giornaliere nel 2022 evidenzia ovunque, sulla regione, valori superiori alla media 1993-2021. Tali differenze risultano generalmente comprese tra 0.7 °C e 1.9 °C.

Le temperature nel 2022 sono state le più elevate del trentennio 1993-2022.

Le temperature medie giornaliere nel 2022, decisamente superiori alla media di riferimento del periodo 1993-2021, confermano e rafforzano il trend statisticamente significativo in aumento a partire dal 1993, con un incremento medio di circa $+0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ogni 10 anni.

Considerando le singole stagioni del 2022, l'unica stagione con valori termici in media o solo leggermente superiori a quelli medi stagionali in particolar modo nel settore di pianura, è stata la primavera. In inverno le temperature sono state quasi ovunque superiori alla media di riferimento, soprattutto e in misura maggiore sui settori alpini e prealpini. L'autunno, ma molto di più l'estate sono state le due stagioni più calde: durante quest'ultima lo scarto rispetto alla media del trentennio è stato quasi ovunque superiore ai $2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dall'analisi delle spazializzazioni degli scarti delle temperature minime, medie e massime annuali si deduce un 2022 nel complesso molto più caldo della media. Gli scostamenti dalle temperature medie, infatti, sono stati, in genere, compresi tra $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $1.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ decretando il 2022 come l'anno più caldo del periodo 1993-2022 e confermando il **trend in aumento a partire dal 1993 ad oggi**.

Precipitazione annua

Descrizione

La precipitazione cumulata nell'anno, e nei mesi dell'anno, costituisce una variabile meteorologica e climatologica basilare, necessaria per l'analisi dei processi idrologici e idraulici e per le valutazioni relative alla disponibilità delle risorse idriche.

I dati di precipitazione annuale sono la somma, espressa in millimetri, delle rilevazioni della pioggia caduta, o dell'equivalente in acqua della neve caduta, effettuate dai pluviometri nel corso dell'anno. Sul Veneto sono operativi circa 160 pluviometri automatici in telemisura che acquisiscono un dato di precipitazione ogni 5 minuti.

Per ottenere informazioni di sintesi, i dati pluviometrici mensili puntuali sono stati interpolati utilizzando la tecnica del "ordinary kriging".

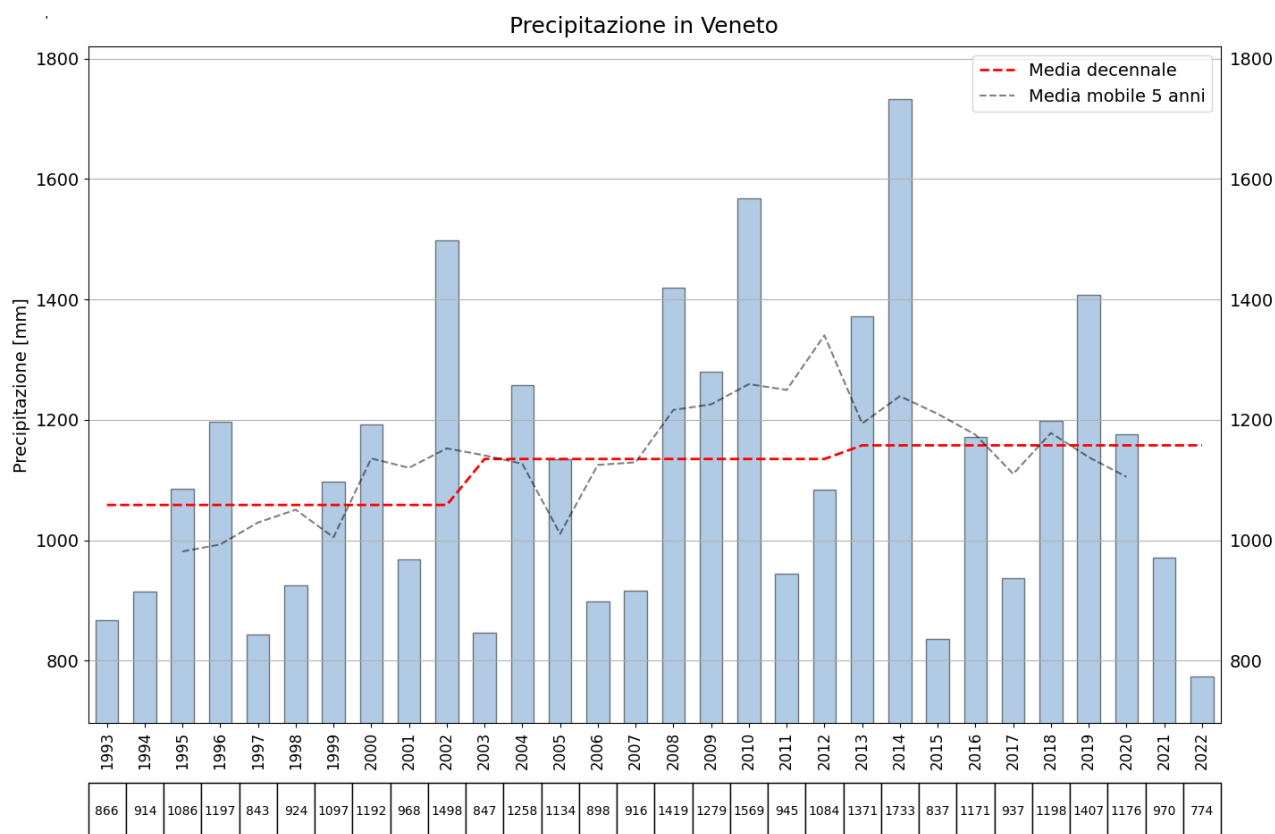
I riferimenti statistici sono relativi a partire dal 1993, anno in cui è stata attivata la rete di rilevamento con copertura dell'intero territorio regionale.

Obiettivo

Per questo indicatore non è possibile definire un valore obiettivo, ma è possibile confrontare i dati dell'anno con la media nel lungo periodo (1993-2021).

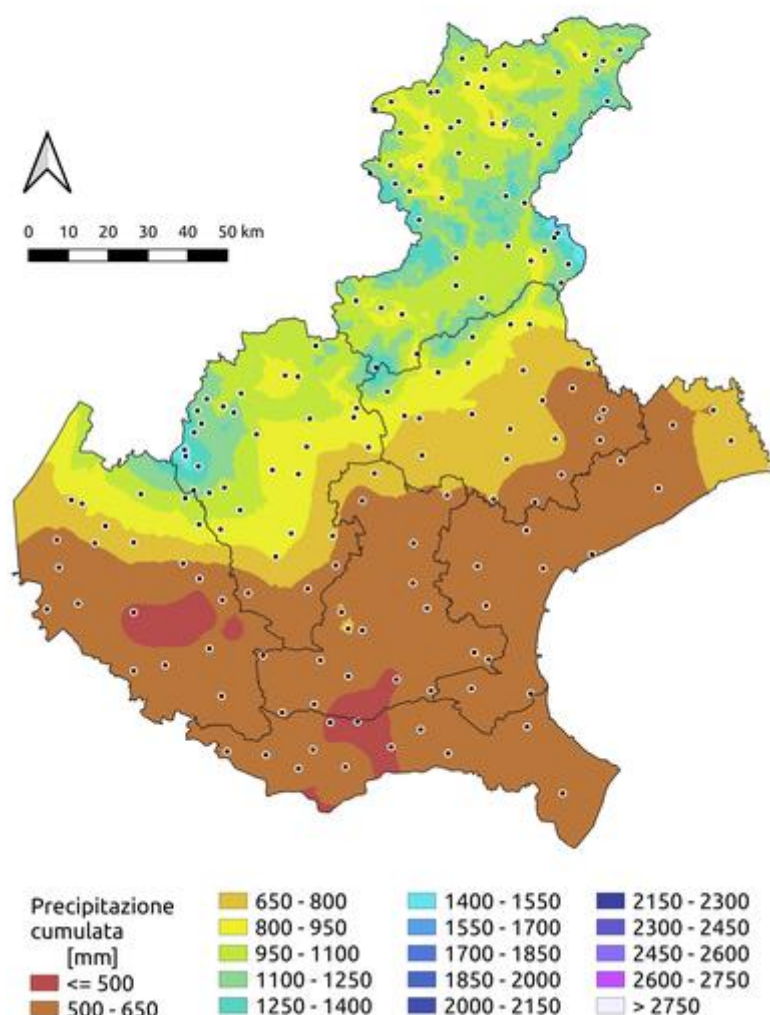
Valutazione

Nel corso dell'anno 2022 si stima che mediamente siano caduti sulla regione Veneto 774 mm di precipitazione; la precipitazione media annuale, riferita al periodo 1993-2021, è di 1.128 mm (mediana 1.091 mm): gli apporti meteorici annuali sul territorio regionale sono stati stimati in circa 14.248 milioni di m3 di acqua e risultano inferiori alla media del 31%.



Precipitazioni annuali nel periodo 1993-2022 (medie calcolate sull'intero territorio regionale)

Precipitazione cumulata ANNO 2022



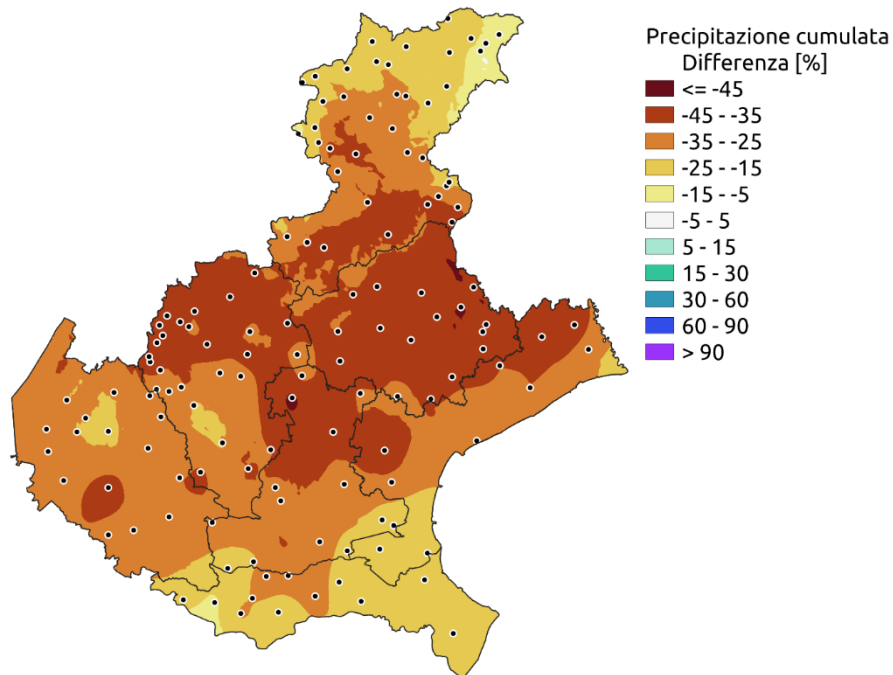
Precipitazioni in mm nel 2022 in Veneto

Gli apporti annuali del 2022 sono stati di molto inferiori alla media di riferimento su tutto il territorio regionale e il 2022 è stato l'anno meno piovoso a partire dal 1993. I massimi apporti annuali sono stati registrati nel vicentino sulla zona di Recoaro Terme (Rifugio La Guardia 1.461 mm, Turcati 1.432 mm e Recoaro Mille 1.393 mm), e nel bellunese nei pressi del Monte Grappa (Valpore - Comune di Seren del Grappa 1.413 mm). Le minime precipitazioni annuali si sono verificate sul medio Polesine (Lusia 475 mm, Concadirame e Sant'Apollinare nel comune di Rovigo con, rispettivamente, 475 e 494 mm) ma anche nella bassa pianura veronese (Buttapietra 478 mm) e padovana (Tribano 494 mm e Ospedaletto Euganeo 503 mm).

Dall'analisi delle carte delle differenze di precipitazione annua rispetto alla media 1993-2021 si evince che nel corso del 2022 le precipitazioni sono state inferiori ai valori storici in tutto il territorio regionale. In termini percentuali la parte del Veneto che più si discosta dalla media è quella centrale comprendente l'alta pianura

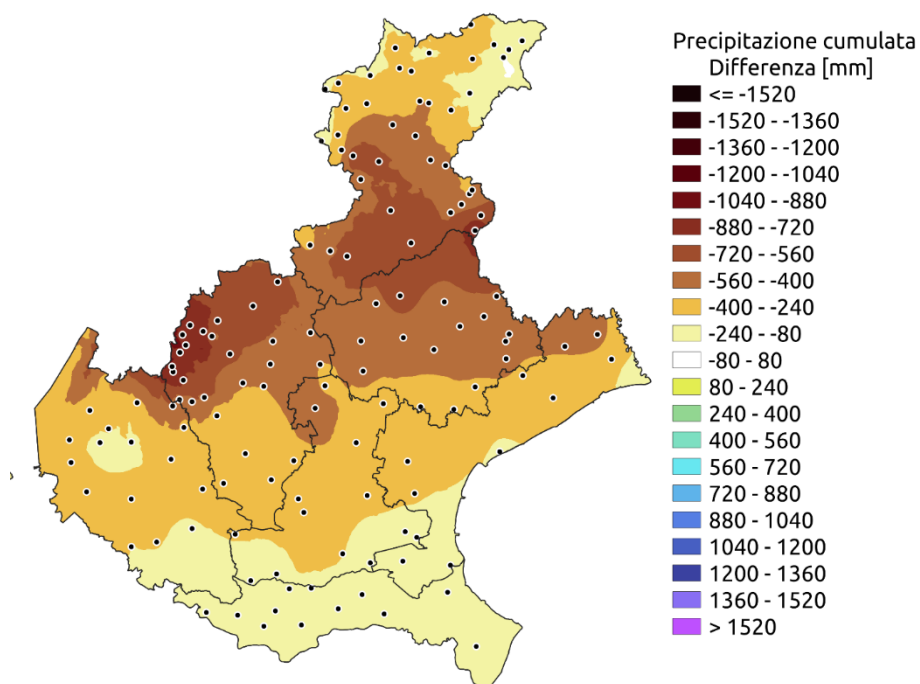
padovana, l'alto vicentino, tutta la provincia di Treviso e la Val Belluna. In queste zone sono piovuti dal 35% al 45% di millimetri in meno rispetto ai valori medi annuali. Benché il 2022 sia stato caratterizzato da una piovosità particolarmente scarsa (la più bassa dal 1993) l'analisi del trend di tale indicatore non ha messo in luce alcun andamento significativo dal 1993 ad oggi.

Differenza PERCENTUALE con la media del periodo 1993-2021



Differenza in % rispetto alla media del periodo 1993-2021

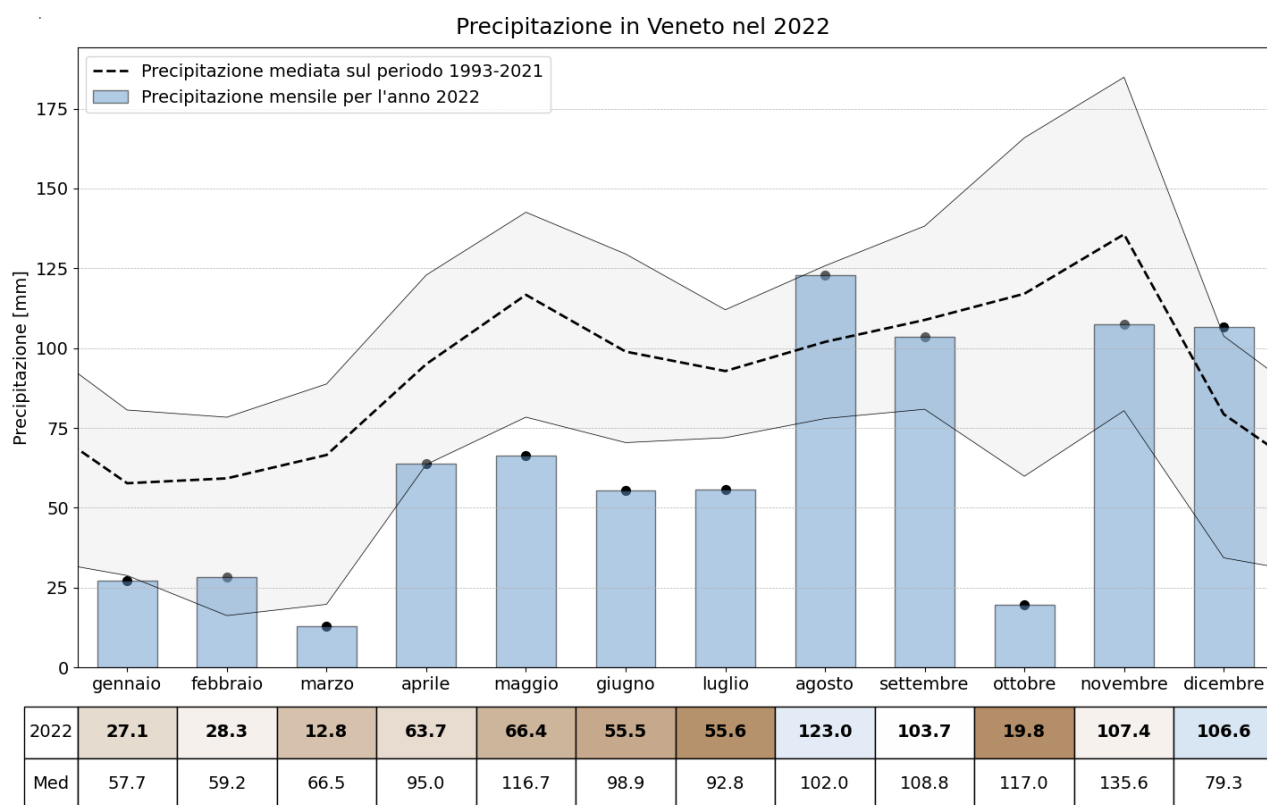
Differenza ASSOLUTA con la media del periodo 1993-2021



Differenza in mm rispetto alla media del periodo 1993-2021

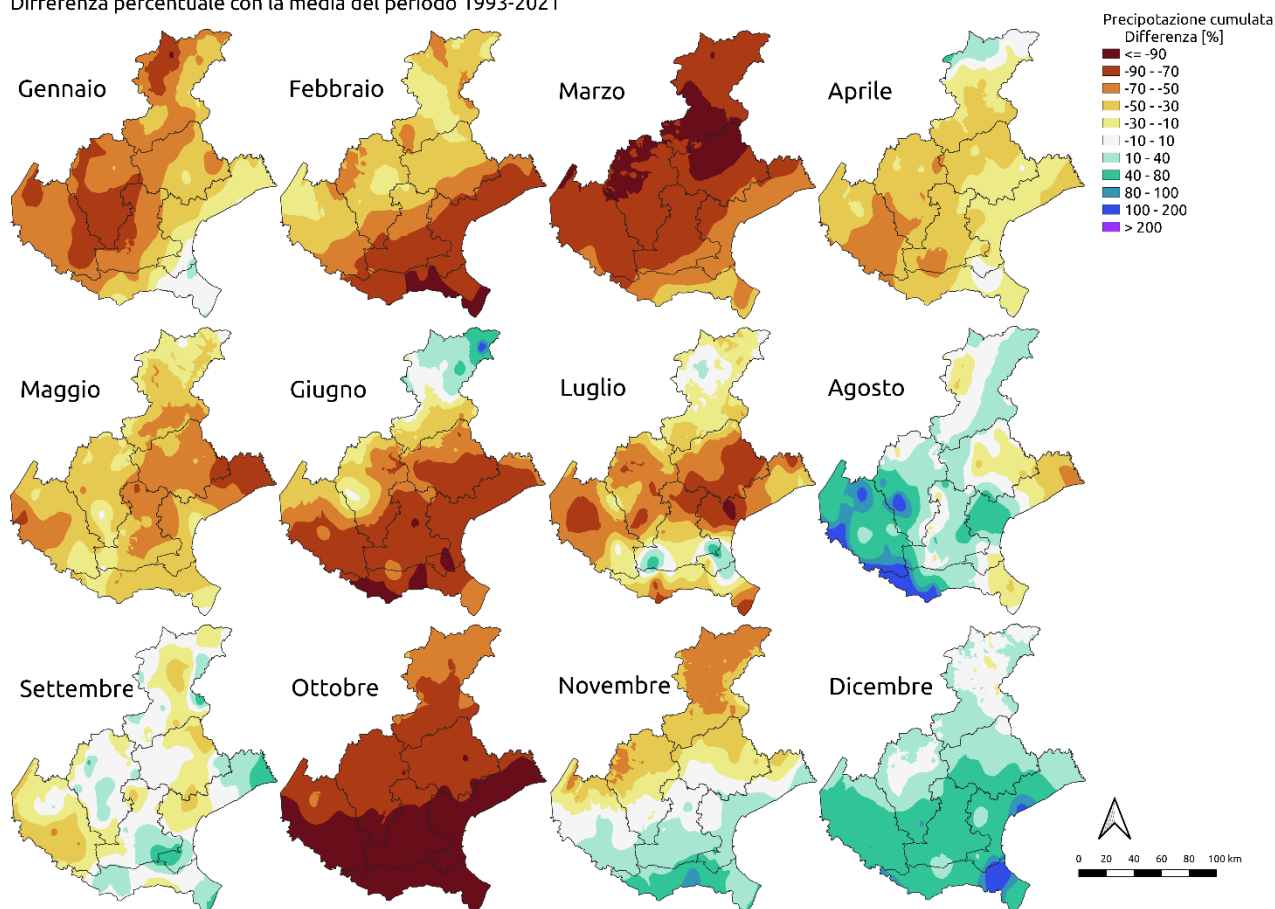
Confrontando l'andamento delle precipitazioni mensili del 2022 con quello delle precipitazioni mensili del periodo 1993-2021 si rileva che, effettuando una media su tutto il territorio regionale, gli apporti risultano:

- superiori alla media ad agosto (+21%) e dicembre (+34%);
- di poco inferiori alla media a settembre (-5%) e novembre (-21%);
- nettamente inferiori alla media a gennaio (-53%), febbraio (-52%), marzo (-81%), aprile (-33%), maggio (-43%), giugno (-44%), luglio (-40%) e ottobre (-83%).



Precipitazione mensile cumulata nel 2022

Differenza percentuale con la media del periodo 1993-2021



Prossimo aggiornamento: L'aggiornamento dell'indicatore con i dati dell'anno 2022 è previsto per aprile 2024.

ONDATE DI CALORE

Descrizione

Per ondata di calore si intende un periodo di tempo durante il quale la temperatura, in maniera persistente, si mantiene più elevata rispetto alle temperature usualmente rilevate in una determinata area in un periodo definito. Lo studio delle ondate di calore, e di come i cambiamenti climatici influiscano nel far in modo che esse si verifichino con maggior frequenza, è importante in quanto le temperature alte e persistenti per lunghi periodi rappresentano un rischio per la salute umana e gli ecosistemi. L'indice HWF (heatwave day frequency) è la somma, per le diverse cadenze temporali esaminate (anno o singola stagione), del numero di giorni che rientrano nella definizione di ondata di calore.

Come già accennato il valore storico di riferimento è determinato statisticamente a partire dalle temperature massime giornaliere registrate dalle stazioni della rete meteorologica gestita da ARPAV dal 1993.

Per ciascuna stazione disponibile i dati di temperatura massima giornaliera, espressa in gradi centigradi (°C), sono calcolati a partire da dati rilevati automaticamente ogni 15 minuti.

Obbiettivo

Per uniformare a livello globale il concetto di ondata di calore, così da confrontare tra loro risultati ottenuti nei diversi paesi, si può fare ricorso a studi statistici e a soglie termiche non prestabilite a priori ma associate al superamento di determinati percentili (solitamente il 90° o il 95° percentile) o ai valori di temperatura media rilevati in un trentennio. Questa metodologia di calcolo ha la caratteristica di evidenziare ondate di calore non solo durante la stagione estiva ma durante tutto l'anno.

Per il presente indicatore si definisce ondata di calore un periodo di tempo di almeno 3 giorni consecutivi con temperatura massima giornaliera maggiore del 90esimo percentile (che a sua volta viene valutato sui 28 anni compresi tra il 1993 e il 2020, con una finestra mobile centrata su 31 giorni).

Valutazione

Per la valutazione dell'indicatore si è dapprima calcolato, per ogni anno dal 1993 e per ogni stazione della rete ARPAV, il numero di giorni che rientrano nella definizione di ondata di calore. Tali valori sono stati poi spazializzati e dalle mappe così ottenute si sono poi ricavati i valori medi del periodo 1993-2020 e le loro differenze con il 2021, sia per la cadenza temporale annuale sia per le singole stagioni.

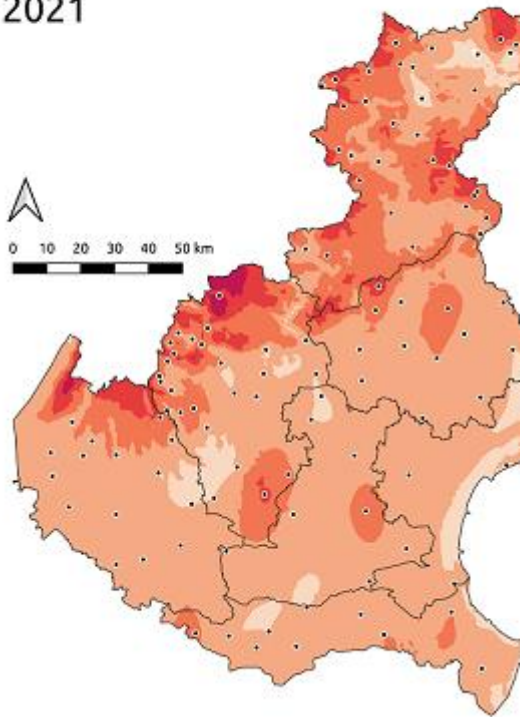
Sono considerati negativamente gli scarti positivi e positivamente gli scarti negativi.

Si sono considerate le cadenze temporali annuali e quelle stagionali.

**HWF: NUMERO DI GIORNI CHE RIENTRANO
NELLA DEFINIZIONE DI ONDATA DI CALORE
NEL 2021**

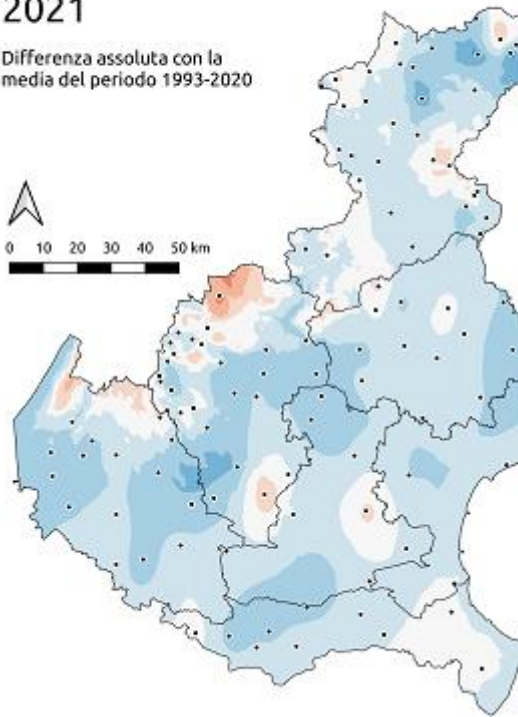
**DIFFERENZA RISPETTO ALLA MEDIA 1993-
2020**

Ondate di calore
2021

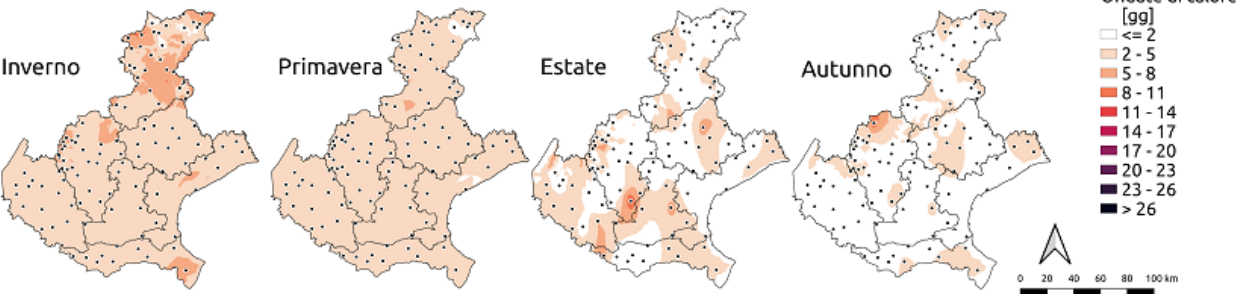


Ondate di calore
2021

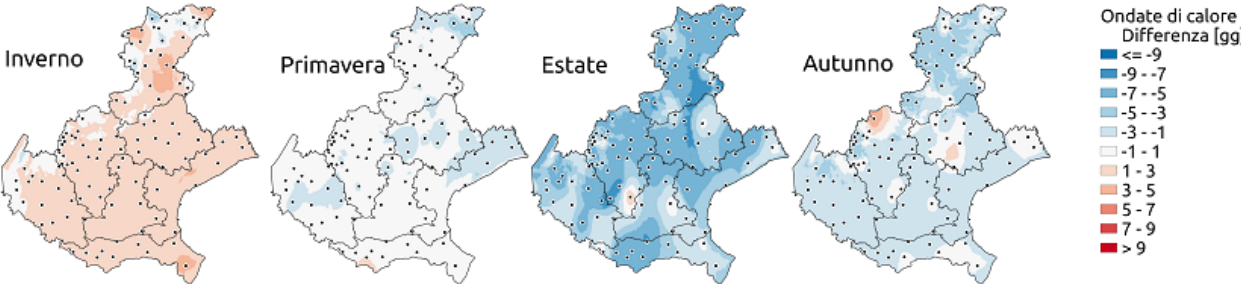
Differenza assoluta con la
media del periodo 1993-2020



Ondate di calore per stagione nel 2021

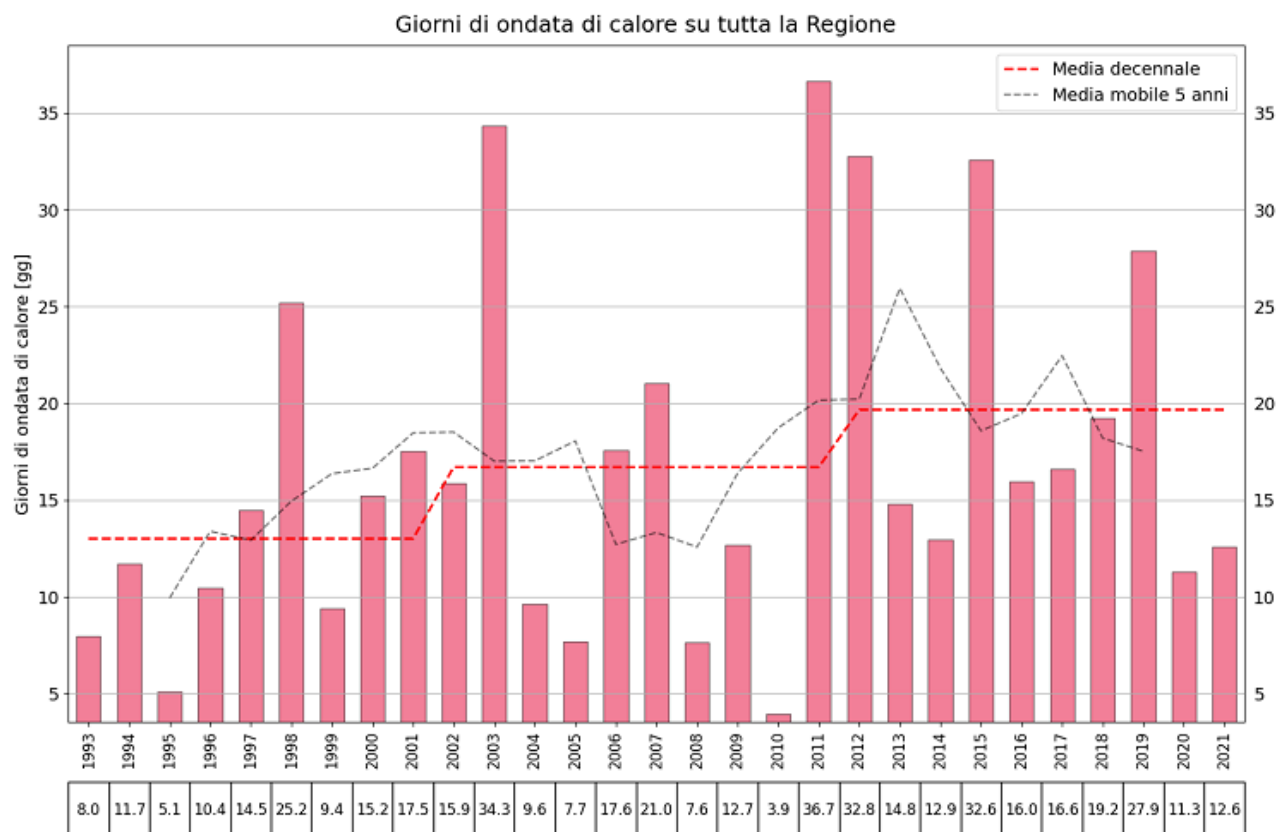


Differenza assoluta con la media del periodo 1993-2020



Nel corso del 2021 i giorni di ondata di calore in Veneto sono stati inferiori al valore storico del periodo 1993-2020 mediamente di circa 4 giorni. Tuttavia, considerando il trend del numero di giorni di ondata di calore a partire dal 1993 si nota che esso è in aumento, seppur non in maniera statisticamente significativa, con un incremento medio di circa 3 giorni ogni 10 anni.

Considerando le singole stagioni del 2021 solo l'inverno è stato caratterizzato da un numero di giornate di ondata di calore superiore alla media, mentre nelle altre stagioni tale valore si è mantenuto inferiore, in particolare in autunno e in maniera ancora più marcata in estate.



Dall'analisi delle spazializzazioni relative agli scarti del numero di giornate di ondata di calore rispetto alla norma si deduce un 2021 caratterizzato, nel complesso, da una minor incidenza di giorni di ondata di calore, in particolare durante l'estate, benché l'analisi del trend di tale indice indichi un aumento a partire dal 1993 ad oggi.

L'aggiornamento dell'indicatore con i dati dell'anno 2022 è previsto aprile 2023.

NOTTI TROPICALI

Descrizione

Per notte tropicale si intende una notte durante la quale la temperatura non scende mai al di sotto dei 20°C. Durante queste notti il caldo può essere molto intenso e può essere percepito un forte disagio fisico, sia da parte degli esseri umani sia da parte degli animali. Questo indicatore è tra quelli che descrivono la severità del caldo durante un determinato periodo in una data area; l'analisi di tali eventi e di come il loro numero sia evoluto nel corso degli ultimi decenni può mettere in luce la presenza di eventuali tendenze significative che possono essere utili informazioni nello studio dei cambiamenti climatici e dei suoi effetti.

Obbiettivo

L'indice TR (notti tropicali) individua, per l'estate 2021 e per i singoli mesi estivi, il numero di notti calde durante le quali la temperatura non è mai scesa sotto i 20°C. I valori ottenuti sono poi confrontati con quelli storici. Il valore storico di riferimento è determinato statisticamente a partire dalle temperature minime giornaliere registrate dalle stazioni della rete meteorologica gestita da ARPAV dal 1993. Per ciascuna stazione disponibile, i dati di temperatura minima giornaliera, espressa in gradi centigradi (°C), sono calcolati a partire dalle rilevazioni automatiche che avvengono ogni 15 minuti.

Valutazione

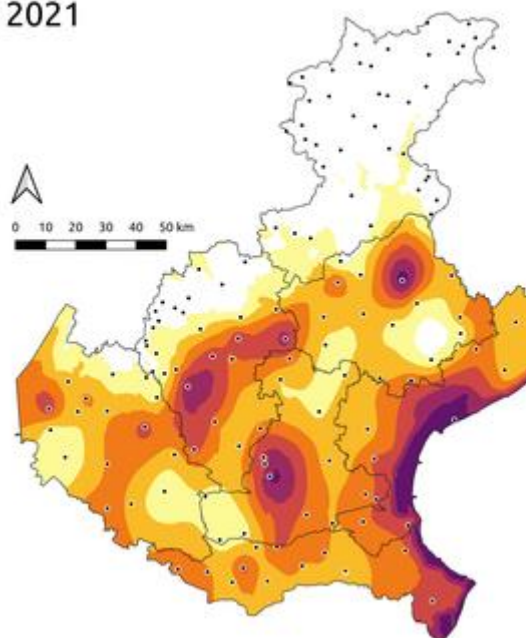
Per la valutazione dell'indicatore si è dapprima calcolato, per ogni anno dal 1993 e per ogni stazione della rete ARPAV, il numero di notti che rientrano nella definizione di notte tropicale. Tali valori sono stati poi spazializzati e dalle mappe così ottenute sono stati ricavati i valori medi del periodo 1993-2020 e le loro differenze con il 2021, sia per la cadenza temporale stagionale sia per i singoli mesi estivi di giugno, luglio e agosto.

Sono considerati negativamente gli scarti positivi e positivamente gli scarti negativi.

L'indicatore è stato valutato per la cadenza temporale della stagione estiva e per quelle mensili di giugno, luglio e agosto.

**Numero di notti tropicali estate 2021
con temperatura minima maggiore di 20° C**

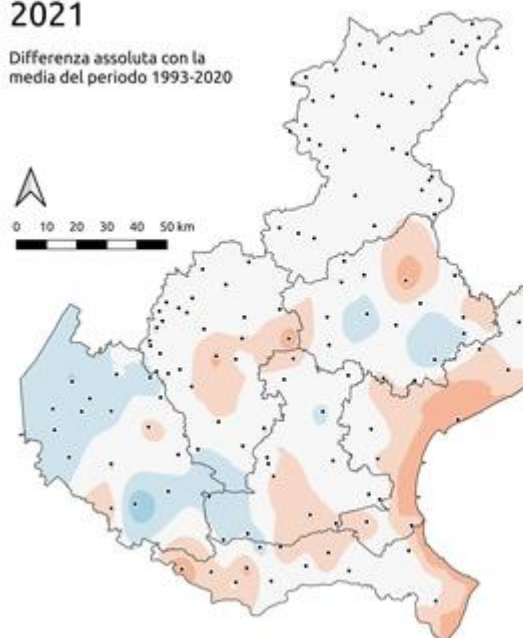
**Notti tropicali
2021**



**Notti tropicali 2021 differenza
rispetto alla media 1993-2020**

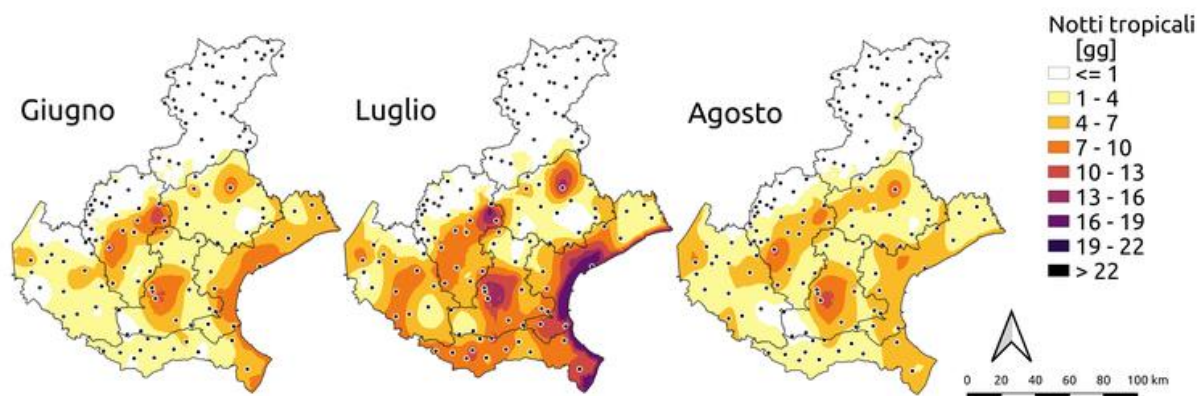
**Notti tropicali
2021**

Differenza assoluta con la
media del periodo 1993-2020

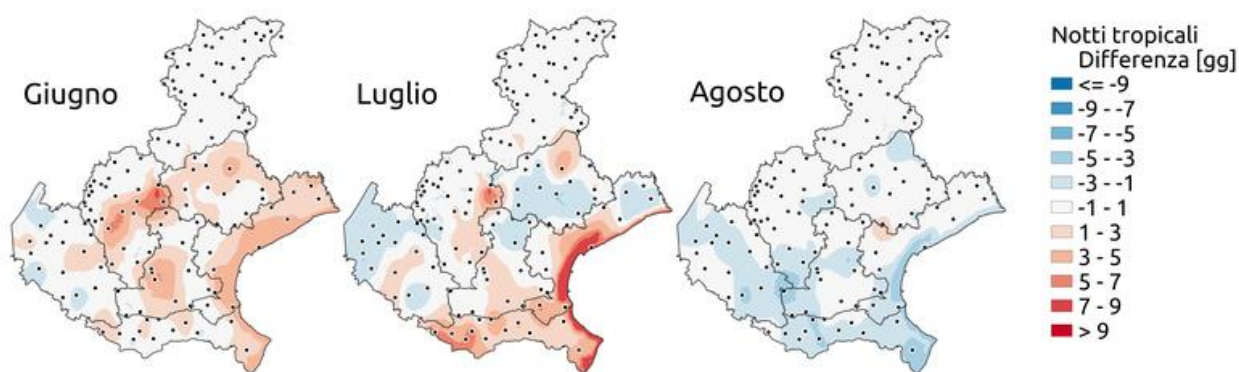


Notti tropicali per mese nel 2021 e differenza assoluta per mese con la media 1993-2020

Notti tropicali per mese nel 2021



Differenza assoluta con la media del periodo 1993-2020



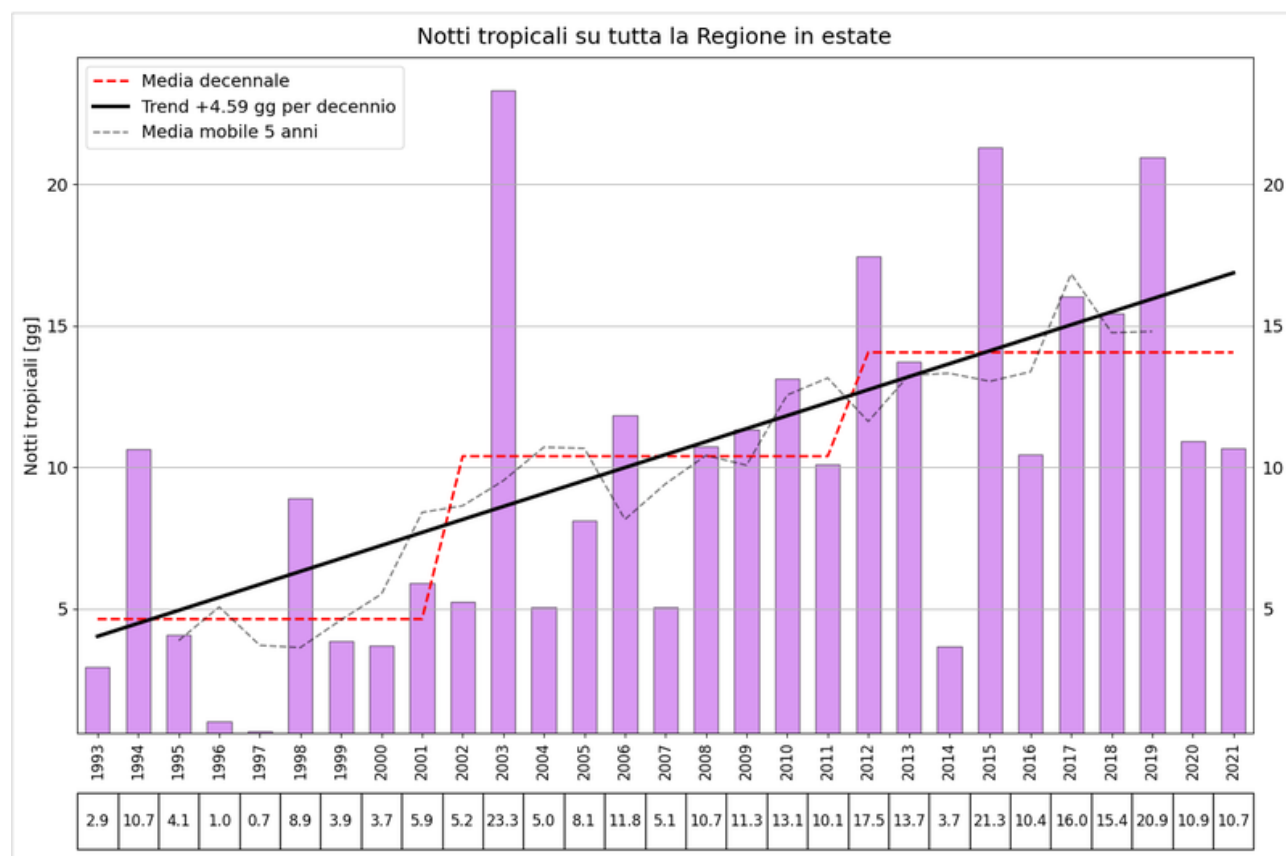
Nel corso del 2021 le notti tropicali estive in Veneto sono state in linea con il valore storico del periodo 1993-2020. Ciò nonostante, in alcune aree (in particolar modo provincia di Verona e pianura sud-occidentale padovana) esse sono state anche di oltre 6 giorni inferiori alla media, mentre in altre zone (soprattutto aree costiere, alto Polesine e alcune aree collinari della provincia di Treviso) le notti tropicali sono state superiori alla media di più di 6 giorni.

Considerando il trend del numero di notti tropicali a partire dal 1993, tuttavia, si nota che esso è in aumento, in maniera statisticamente significativa, con un incremento medio superiore a 4 giorni ogni 10 anni.

Considerando i singoli mesi estivi del 2021, il mese con più notti tropicali è stato luglio. In questo mese, infatti, in alcune zone e in particolare in quelle costiere, circa per una notte su due le temperature sono restate sopra i 20°C.

Il numero di notti tropicali è risultato sopra la media anche in giugno e, invece, sotto la media nel mese di agosto.

Numero di notti tropicali in Veneto - 1993-2021



Dall'analisi delle spazializzazioni relative agli scarti del numero di notti tropicali rispetto alla norma si deduce un'estate 2021 caratterizzata, nel complesso, da un'incidenza di notti tropicali in linea o di poco superiore alla norma, benché l'analisi del trend di tale indice individui un aumento a partire dal 1993 ad oggi.

L'aggiornamento dell'indicatore con i dati dell'anno 2022 è previsto per aprile 2023.

GIORNI DI GELO

Descrizione

Per giorno di gelo si intende una giornata la cui temperatura minima sia stata inferiore a 0°C.

Il numero di giorni di gelo annuale permette di determinare l'intensità del freddo nella regione Veneto nei singoli anni e di valutarne la variabilità interannuale e l'eventuale tendenza significativa, come conseguenza, quest'ultima, del cambiamento climatico in atto. Per il presente indicatore, quindi, si definisce giorno di gelo un giorno con temperatura minima inferiore a 0°C e l'indice FD (number of Frost Days) è la somma, per le diverse cadenze temporali esaminate (anno o singola stagione), del numero di giornate che rientrano nella definizione di giorno di gelo. Il valore storico di riferimento è determinato statisticamente a partire dalle temperature minime

giornaliere registrate dalle stazioni della rete meteorologica gestita da ARPAV dal 1993. Per ciascuna stazione disponibile i dati di temperatura minima giornaliera, espressa in gradi centigradi (°C), sono calcolati a partire da dati rilevati automaticamente ogni 15 minuti.

Obbiettivo

Confrontare, per le diverse cadenze temporali esaminate (anno o singola stagione), il numero di giornate che rientrano nella definizione di giorno di gelo con il valore storico di riferimento, determinato statisticamente a partire dalle temperature minime giornaliere registrate dalle stazioni della rete meteorologica gestita da ARPAV dal 1993, al fine di evidenziare eventuali trend.

Valutazione

Per la valutazione dell'indicatore si è dapprima calcolato, per ogni anno dal 1993 e per ogni stazione della rete ARPAV, il numero di giorni che rientrano nella definizione di giorno di gelo. Tali valori sono stati poi spazializzati e dalle mappe così ottenute si sono ricavati i valori medi del periodo 1993-2020 e le loro differenze con il 2021, sia per la cadenza temporale annuale sia per le singole stagioni.

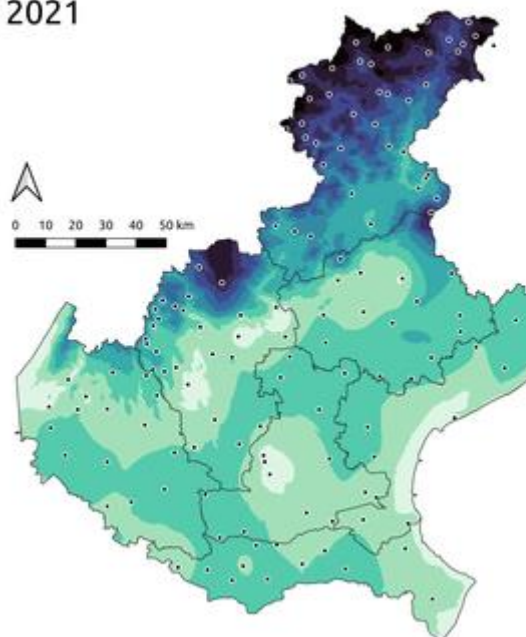
Sebbene la diminuzione del numero di giorni di gelo possa rappresentare, in specifici momenti dell'anno e in determinati ambiti, un vantaggio (per esempio la riduzione del numero di gelate primaverili è vista favorevolmente dal settore agricolo), essa è una diretta conseguenza dell'innalzamento della temperatura dell'aria dovuta ai cambiamenti climatici; **sono, perciò, considerati negativamente gli scarti negativi e positivamente gli scarti positivi.**

Si sono considerate le cadenze temporali annuali e quelle stagionali.

FD - Numero di giorni di gelo 2021

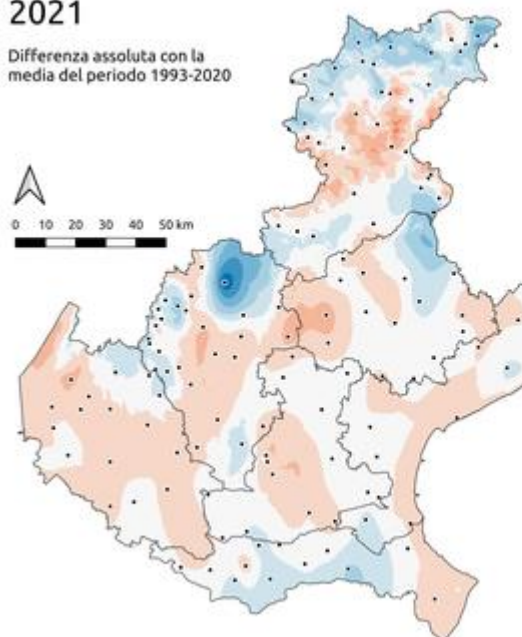
Differenza rispetto alla media 1993 - 2020

Giorni di gelo
2021

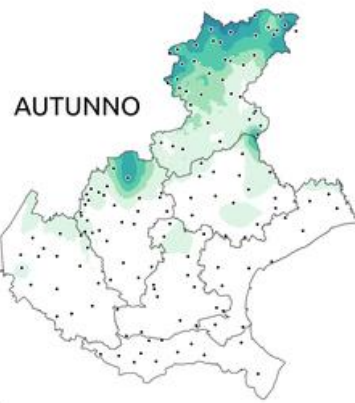
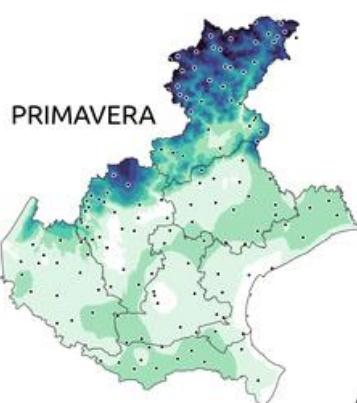
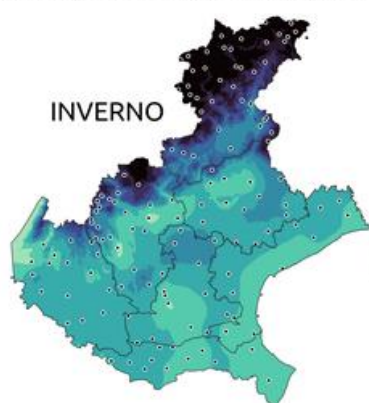


Giorni di gelo
2021

Differenza assoluta con la
media del periodo 1993-2020



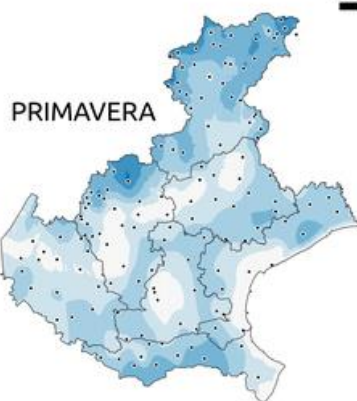
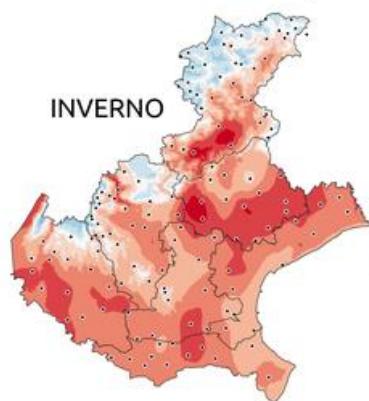
Giorni di gelo per stagione nel 2021



Giorni di gelo
[gg]

- <= 3
- 3 - 12
- 12 - 21
- 21 - 30
- 30 - 39
- 39 - 48
- 48 - 57
- 57 - 66
- 66 - 75
- 75 - 84
- > 84

Differenza assoluta con la media del periodo 1993-2020



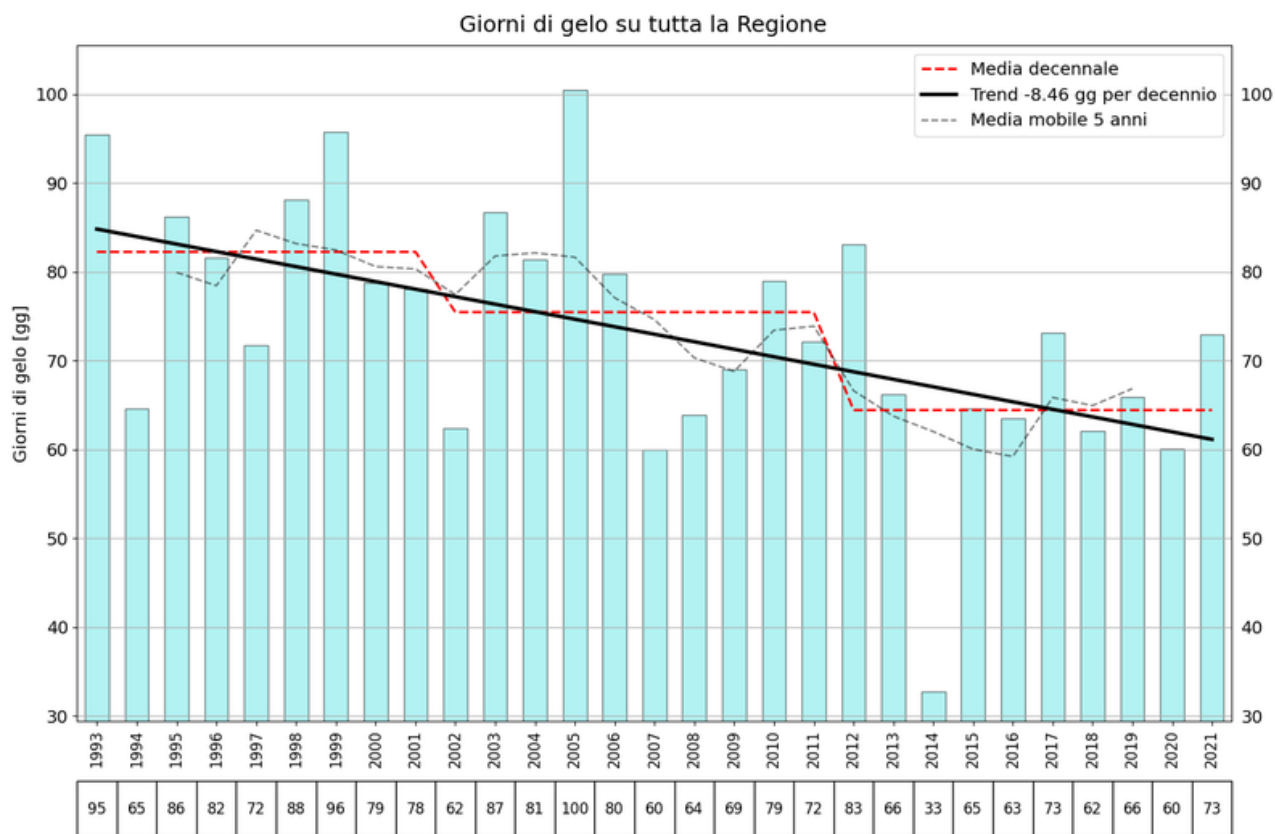
Giorni di gelo
Differenza [gg]

- <= -18
- 18 - -14
- 14 - -10
- 10 - -6
- 6 - -2
- 2 - 2
- 2 - 6
- 6 - 10
- 10 - 14
- 14 - 18
- > 18

Nel corso del 2021 mediamente in Veneto i giorni di gelo sono stati di solo 1 giorno inferiori al valore storico del periodo 1993-2020. Tuttavia, considerando il trend del numero di giorni gelo a partire dal 1993 si nota

che esso è in diminuzione con un decremento medio di oltre 8 giorni ogni 10 anni, valore considerato statisticamente significativo.

Per quanto riguarda le singole stagioni del 2021 solo la primavera è stata caratterizzata da un numero di giornate di gelo superiori alla media, mentre in autunno, ma ancora di più in inverno, esse sono state quasi in tutto il territorio regionale inferiori alla media.



Dall'analisi delle spazializzazioni relative agli scarti del numero di giorni di gelo rispetto alla norma si deduce un 2021 complessivamente nella norma, ma in autunno e in maniera ancora più marcata in inverno, essi sono stati in quasi tutta la regione negativi, a conferma del trend che indica una diminuzione significativa del numero di giorni di gelo a partire dal 1993.

BILANCIO IDROCLIMATICO

Descrizione

Il Bilancio Idroclimatico (BIC) rappresenta la differenza tra le precipitazioni e l'evapotraspirazione di riferimento (ET0) entrambi espressi in millimetri (mm).

L'evapotraspirazione di riferimento (ET_0) (calcolata con l'equazione di Hargreaves e Samani, basata sulla temperatura media, minima e massima dell'aria e sulla radiazione solare incidente al limite dell'atmosfera) misura la quantità di acqua dispersa in atmosfera, attraverso processi di evaporazione del suolo e traspirazione di una coltura di riferimento (superficie a prato, alta 8-15 cm), uniforme e completamente ombreggiante il terreno, in cui i processi di crescita e produzione non sono limitati dalla disponibilità idrica o da altri fattori di stress. L'evapotraspirazione è uno dei parametri climatici che entrano in gioco nelle applicazioni legate sia alla razionale utilizzazione delle risorse idriche, in particolare nell'ambito della produzione agraria per la programmazione delle irrigazioni, sia a studi di tipo agroclimatologico e nei processi di valutazione ambientale.

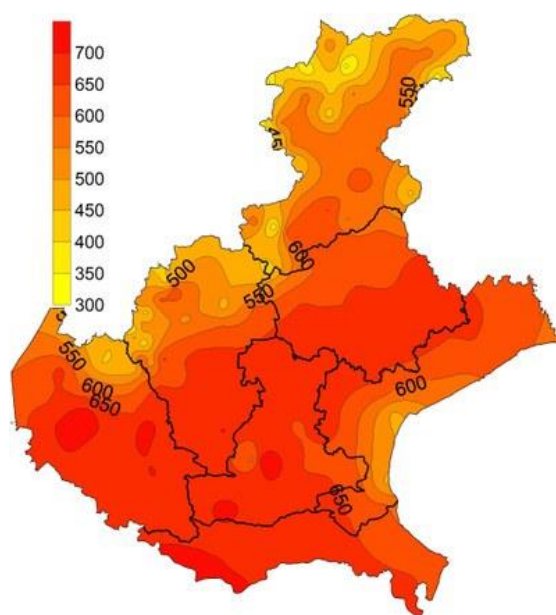
Obbiettivo

Il BIC è un primo indice per la valutazione del contenuto idrico dei suoli, quale saldo tra i millimetri in entrata (precipitazioni) e quelli in uscita (ET_0). Nelle carte del bilancio idrico climatico i valori positivi indicano condizioni di surplus idrico mentre quelli negativi rappresentano condizioni di deficit idrico e condizioni siccitose.

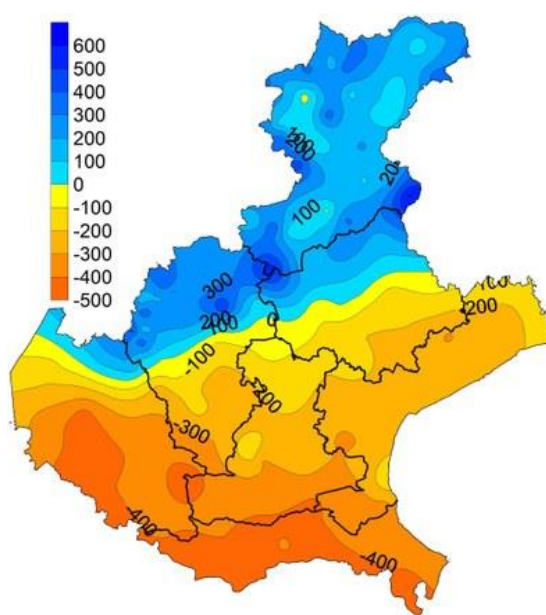
Il BIC rappresentato spazialmente consente di individuare le aree soggette a eventuali condizioni siccitose che hanno caratterizzato la Regione nel corso del 2021 confrontando l'andamento del 2021 con la media di riferimento 1994-2020.

Valutazione

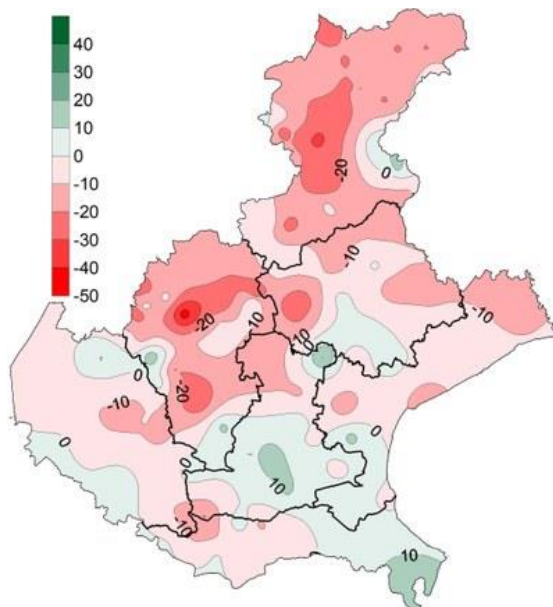
Evapotraspirazione di riferimento (ET_0) del periodo primavera/estate 2021



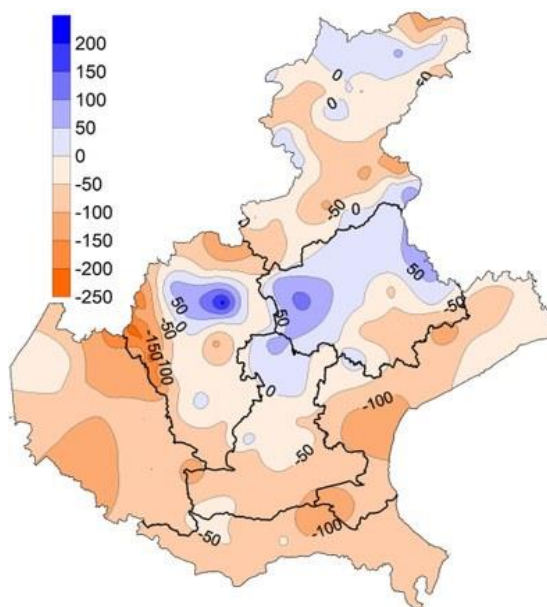
Bilancio Idroclimatico (BIC) del periodo primavera/estate 2021



**Differenza di ET_0 del periodo primavera estate
2021 rispetto alla media 1994/2020**



**Differenza di BIC del periodo primavera estate
2021 rispetto alla media 1994/2020**



In gran parte del territorio veneto, nel semestre primaverile/estivo 2021 l' ET_0 è risultata compresa tra i 600 e i 700 mm. Nelle zone prealpine e lungo le coste veneziane sono stati stimati valori più bassi compresi tra i 500 e i 600 mm, mentre nei settori alpini sono stati stimati valori ancora inferiori. I valori di ET_0 del semestre marzo-agosto 2021, quasi ovunque nel territorio regionale, sono stati vicino o inferiori alla media.

Il BIC del semestre primaverile-estivo, come di consueto, risulta essere positivo nelle zone montatane e pedemontane del Veneto e sull'alta pianura. Durante il 2021 la parte del Veneto con deficit idrico (valori di BIC negativi) comprende tutto il veneziano, tutto il padovano e tutta la provincia di Rovigo, gran parte della provincia di Verona, eccetto le zone più settentrionali ai confini con il Trentino, e la parte centro meridionale delle province di Vicenza e di Treviso.

L'aggiornamento dell'indicatore con i dati dell'anno 2022 è previsto per giugno 2023.

CONDIZIONI DI INNEVAMENTO

Descrizione

Nella zona montana (Dolomiti e Prealpi) il Veneto è caratterizzato dalla presenza stagionale del manto nevoso al suolo che rappresenta una risorsa economica di notevole rilevanza, dal punto di vista turistico e idrologico, oltre a costituire un importante fattore ecologico.

Per caratterizzare tale risorsa sono stati presi in considerazione i seguenti tre parametri:

- l'altezza massima del manto nevoso al suolo, che rappresenta la massima altezza raggiunta al culmine del periodo di accumulo del manto nevoso;
- l'altezza media sull'intero anno intesa a verificare sull'intero arco temporale la disponibilità media della risorsa;
- i giorni di neve al suolo, per valutare la durata del manto nevoso.

Tali parametri dipendono principalmente dalla quantità delle precipitazioni nevose e dalle condizioni climatiche locali ed esprimono perciò le **condizioni di innevamento** del periodo di tempo considerato.

I parametri sono ottenuti dai dati di 14 delle 18 stazioni nivo-meteorologiche distribuite sulla montagna veneta; per evidenziare maggiormente particolari condizioni climatiche sono state individuate le seguenti zone: Dolomiti Nord (4 stazioni, fascia altimetrica 1900-2600 m), Dolomiti Sud (3 stazioni, fascia altimetrica 1750-2250), Prealpi (7 stazioni, fascia altimetrica 1450-1750). I periodi considerati, per i quali si hanno serie significative di dati è trentennio climatico 1991-2020.

Per sintetizzare i risultati annuali (stagionali) vengono riportati i valori della norma climatica (range 1^a-3^a quartile) e il valore della stagione analizzata. La freccia rossa è per un valore inferiore al 1^a quartile (scarsità), la gialla nella norma e la verde oltre il 3^a quartile (oltre la norma).

Obbiettivo

L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi. L'obiettivo dell'analisi è quindi quello di valutare la disponibilità della risorsa per l'anno analizzato e il trend per le serie di dati disponibili. La valutazione dello stato è stata fatta sulla base dei valori per il 2021-2022.

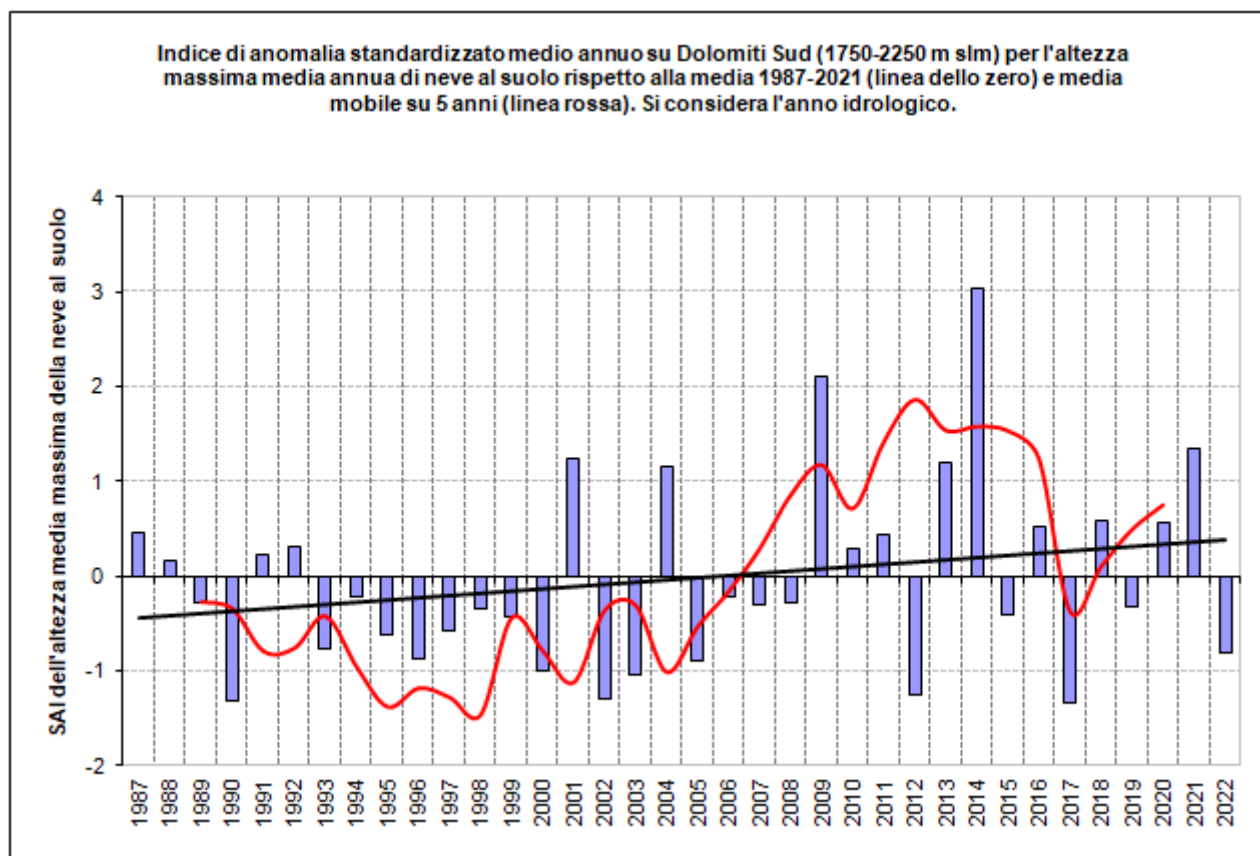
Valutazione

La stagione invernale 2021-2022, dopo un avvio promettente con abbondanti nevicate a fine novembre fino a bassa quota, è stata caratterizzata da persistenti condizioni di bel tempo, associate a miti temperature che hanno determinato la fusione e scomparsa del manto nevoso lungo i pendii meridionali.

Le nevicate del 5 gennaio e 15 febbraio, sono stati episodi isolati e la neve di queste precipitazioni non ha contribuito ad aumentare la massa del manto nevoso al suolo.

Condizioni di innevamento in Veneto, inverno 2021-2022	Dolomiti Nord Media su 4 stazioni	Dolomiti Sud Media su 3 stazioni	Prealpi Media su 7 stazioni
Altezza massima del manto nevoso al suolo	77 cm norma 1991-2020 = 97-150 cm	119 cm norma 1991-2020 = 123 - 197	56 cm norma 1991-2020 = 74-115
Altezza media del manto nevoso al suolo	26 cm norma 1991-2020 = 24-51 cm	37 cm norma 1991-2020 = 31-64 cm	11 cm norma 1991-2020 = 13-28 cm
Durata della neve al suolo	218 giorni norma 1991-2020 = 234-260 gg	209 giorni norma 1991-2020 = 211-238 gg	163 giorni norma 1991-2020 = 175-203 gg

Legenda: ↑ = miglioramento ↓ = peggioramento ↔ = condizioni stazionarie



I caratteri salienti della distribuzione temporale della neve al suolo nella stagione invernale 2021-2022 mostrano:

- Abbondanti precipitazioni ad inizio inverno
- Scarsità di precipitazioni invernali e primaverili
- Conseguente **scarsità risorsa idrica nivale**

ESTENSIONE AREALE GHIACCIAI

Descrizione

I cambiamenti climatici inducono indirettamente delle variazioni più o meno dilazionate nel tempo nei parametri topografici dei ghiacciai (estensione areale e lunghezza).

Numerosi studi hanno messo in evidenza la particolare sensibilità dei piccoli ghiacciai alle variazioni climatiche. Gli apparati del Veneto e in generale quelli dolomitici, che hanno piccole dimensioni, si prestano pertanto in modo particolare ad evidenziare le tendenze climatiche recenti.

Anche i ghiacciai del Veneto, come peraltro tutti i ghiacciai alpini, a partire dalla fine della Piccola Età Glaciale (1850 circa) sono, complessivamente, in fase di regresso con una accelerazione del trend nel XX secolo per certi aspetti drammatica.

Obbiettivo

L'obiettivo dell'indicatore è il monitoraggio delle estensioni areali dei ghiacciai, attraverso periodiche misurazioni.

Per i ghiacciai delle Dolomiti, che per la maggior parte della superficie glacializzata ricadono in Veneto, si hanno a disposizione dati confrontabili dal 1910 (campagna eseguita da Marinelli).

L'ultimo monitoraggio disponibile risale al 2014 (campagna eseguita da ARPAV) che ha portato al censimento di 75 apparati per una superficie glacializzata complessiva della superficie campione di 5 km².

Valutazione

Lo stato attuale dell'indicatore è valutato in base agli ultimi dati disponibili, risalenti al 2014, mentre il trend è valutato nel periodo dal 1910 al 2014.

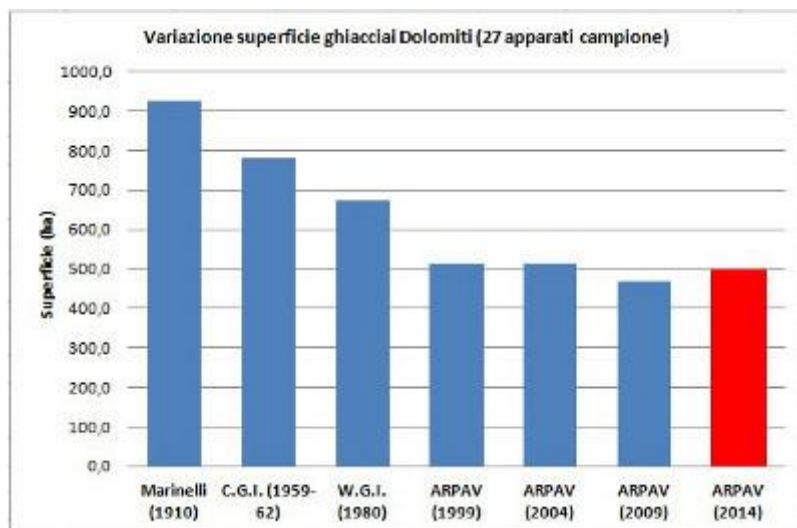
Considerando 27 apparati campione confrontabili (sui 75 complessivi censiti per l'intera zona dolomitica), che costituiscono comunque la maggior parte dell'area glacializzata, la variazione dell'estensione dal 1910 al 2014 è stata, mediamente, di -45,9% con un'evidente accelerazione della fase di regresso a partire dal 1980 circa.

Infatti, mentre la variazione areale dal 1910 al 1980 (70 anni) è stata di -27,3%, dal 1980 al 2014 (34 anni) è stata di -25,7% (vedi tabella e figura).

La relativa stabilizzazione del dato fra il rilievo del 1999 e quello del 2014 è imputabile principalmente agli effetti positivi di alcune stagioni invernali particolarmente nevose verificatesi in questo primo scorcio del ventunesimo secolo (2000-2001, 2003-2004, 2008-2009 e 2013-2014).

Il relativo aumento della superficie glacializzata fra il 2009 e il 2014 è dovuto al fatto che il rilievo del 2014 è stato effettuato dopo un inverno particolarmente nevoso (2013-2014) con molta neve residua stagionale.

Estensione areale dei ghiacciai (in ha) che ricadono nelle Dolomiti, periodo 1910-2014.



Nel file sono riportati i valori delle variazioni areali dei ghiacciai per gruppo montuoso, i cui totali complessivi sono riprodotti nel grafico.

Popolazione esposta a elevati livelli di PM10

Descrizione

Il D.Lgs. 155/2010 ha come prima finalità la tutela della salute umana: al di là della determinazione delle zone in cui si ha il superamento dei limiti normativi per il particolato, diventa quindi fondamentale quantificare la percentuale della popolazione esposta a livelli di PM10 superiori ai relativi valori limite, fornendo uno strumento di valutazione importante anche a supporto delle politiche di risanamento.

Per poter calcolare la popolazione esposta a livelli di PM10 superiori ai limiti normativi è necessario incrociare i dati demografici con le concentrazioni di PM10 rilevate nel Veneto.

Poiché le misure degli inquinanti atmosferici sono effettuate nelle 39 stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, si deve utilizzare un modello matematico per stimare in ogni punto della regione le concentrazioni di PM10.

ARPAV ha messo a punto a questo scopo il sistema modellistico SPIAIR (Sistema Previsione e valutazione Inquinamento Aria), che avvalendosi di un set di input di tipo meteorologico, geo-morfologico ed emissivo, permette di ottenere quotidianamente delle mappe di concentrazione stimata del PM10, tenendo conto dei dati misurati dalle centraline.

Attraverso l'utilizzo avanzato di strumenti GIS, è stato possibile associare i dati di concentrazione spazializzati dal modello a ciascuno dei comuni del Veneto, ottenendo quindi su base comunale il numero di persone esposte a livelli di PM10 superiori ai limiti, ed aggregandoli poi a livello provinciale per una più facile lettura.

Obbiettivo

Per quanto riguarda il PM10 sono fissati 2 limiti di legge: il valore medio annuo, che non deve superare i 40 µg/m³, e il valore limite giornaliero, fissato a 50 µg/m³, che si considera superato quando viene sforato per più di 35 giorni l'anno. Mentre il limite annuo viene rispettato in tutto il territorio del Veneto nella quasi totalità degli anni, il valore limite giornaliero è diffusamente superato, rappresentando il limite più difficile da rispettare per la qualità dell'aria. Per questo motivo l'indicatore di popolazione esposta a livelli elevati di PM10 è calcolato rispetto al valore limite giornaliero di questo inquinante.

Valutazione

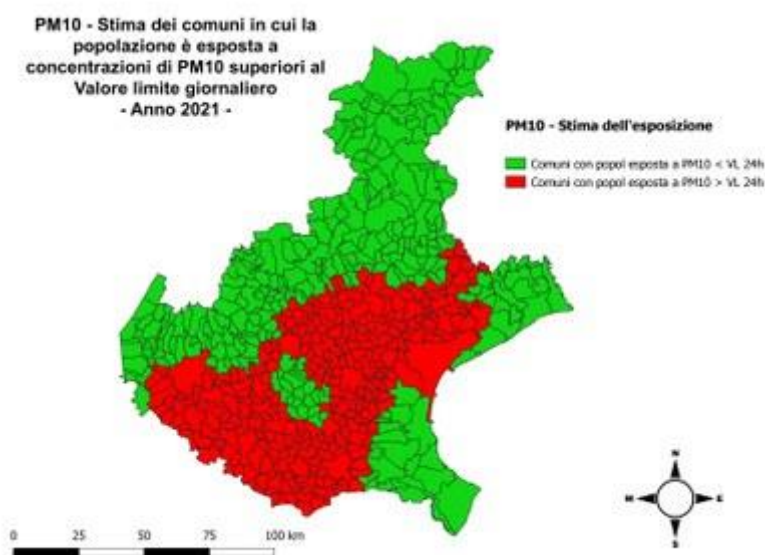
Lo stato dell'indicatore è valutato come negativo per il 2021, in quanto **il 68% della popolazione veneta è esposta a livelli di PM10 superiori al valore limite giornaliero** fissato dal D.Lgs. 155/2010.

Nella tabella di seguito si riporta, per provincia, il numero di persone esposte a livelli di particolato atmosferico superiore al valore limite giornaliero per il **2021**.

Provincia	Totale Popolazione	Popolazione Esposta Livelli PM10 oltre limite	% Popolazione esposta
Belluno	198.601	0	0%
Padova	926.960	874.167	94%
Rovigo	238.523	162.727	68%
Treviso	877.078	535.624	61%
Venezia	839.839	613.635	73%
Verona	927.172	705.244	76%
Vicenza	847.907	396.595	47%
TOTALE	4.856.080	3.287.992	68%

Da questa analisi si può evincere che **una significativa parte della popolazione è esposta a concentrazioni di particolato PM10 che superano il valore limite giornaliero.**

Mappa dei comuni in cui si stima che la popolazione sia esposta a concentrazioni di PM10 superiori al Valore Limite giornaliero di 50 µg/m³ (in rosso i comuni con valore limite giornaliero superato) - anno 2021



L'indicatore in oggetto è piuttosto sensibile alla variabilità meteorologica che caratterizza ogni singolo anno e per questo motivo la stima del trend deve essere condotta su almeno tre anni. Quest'anno è stata

prodotta per la prima volta la mappa di esposizione triennale (2019 – 2021) a livelli di PM10 superiori al valore limite giornaliero. Essendo il primo anno di valutazione, nel 2021 il trend non può essere che incerto e potrà essere valutato opportunamente solo con i dati dei prossimi anni.

Nella tabella di seguito si riporta, per provincia, il numero di persone esposte a livelli di particolato atmosferico superiore al valore limite giornaliero nel triennio dal **2019 al 2021**.

Popolazione esposta a livelli di PM10 superiori al VL giornaliero

Provincia	Triennio 2019-2021			Popolazione totale
	Non esposta	Esposta per 1 o 2 anni	Esposta	
Belluno	198.601	0	0	198.601
Padova	0	52.793	874.167	926.960
Rovigo	13.133	63.767	161.623	238.523
Treviso	210.783	130.671	535.624	877.078
Venezia	13.850	212.354	613.635	839.839
Verona	293.563	157.749	396.595	847.907
Vicenza	128.323	93.605	705.244	927.172
TOTALE	858.253	710.939	3.286.888	4.856.080

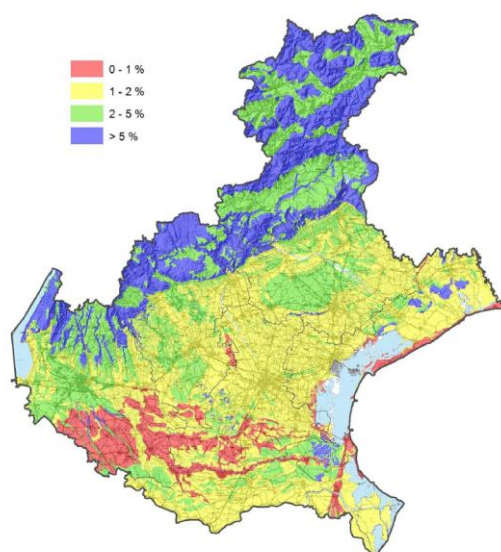
Da questa analisi si stima che nel **triennio 2019-2021 la percentuale di popolazione non esposta sia stata il 18%, esposta per uno o due anni il 14% ed esposta per tutto il triennio il 68%.**

Mappa dei comuni in cui si stima che la popolazione sia esposta a concentrazioni di PM10 superiori al Valore Limite giornaliero di 50 µg/m³ per tre anni consecutivi (in rosso i comuni con valore limite giornaliero superato per tre anni e in giallo i comuni con valore limite giornaliero superato per uno o due anni) - anni 2019-2021



L'aggiornamento dell'indicatore con i dati dell'anno 2022 è previsto nel corso del 2023.

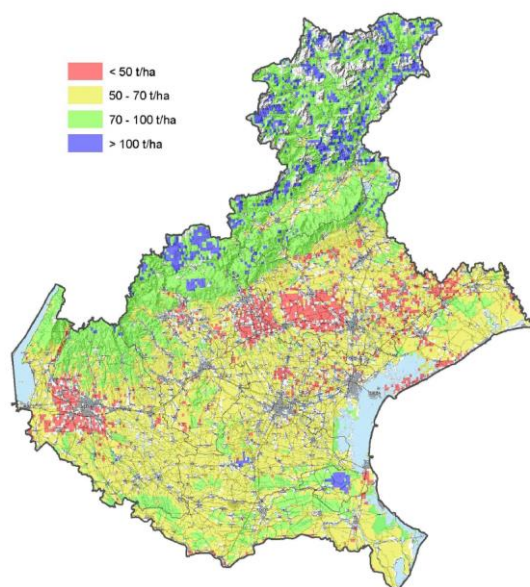
Contenuto di carbonio organico dello strato superficiale di suolo (0-30 cm)



Il carbonio organico svolge una essenziale funzione positiva su molte proprietà del suolo e si concentra, in genere, nei primi decimetri del suolo. Le aree che presentano le concentrazioni minori si trovano in pianura, soprattutto in presenza di suoli a tessitura grossolana, in particolare dove l'uso agricolo è più intensivo e senza apporti di sostanze organiche, cosa che porta ad una progressiva riduzione del carbonio organico del suolo fino ad un limite minimo di equilibrio. Le province che hanno la maggior presenza di suoli con scarsa dotazione di carbonio organico sono Verona e Rovigo; il bellunese, ma in generale le zone montane, presentano i suoli con la più alta dotazione in carbonio organico.

Fonte: elaborazioni ARPAV dalle carte dei suoli in scala 1:50.000 e 1:250.000 (2020)

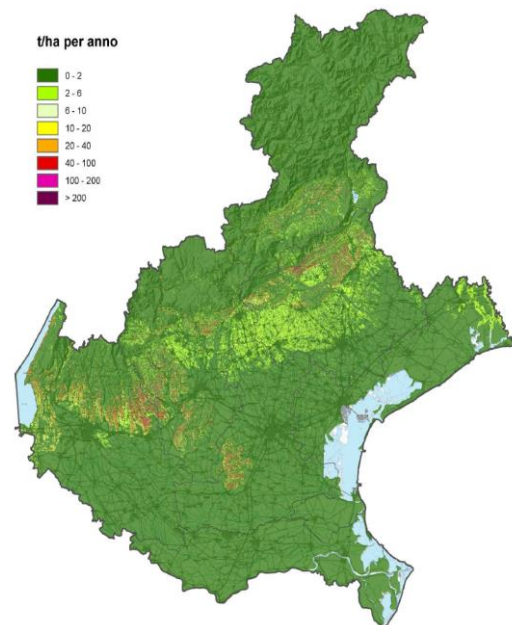
Stock di carbonio organico dello strato superficiale di suolo



Il suolo costituisce un'importante riserva di carbonio organico: è stato stimato che nel suolo sono stoccati più dei 2/3 dell'intero pool di carbonio stoccato negli ecosistemi terrestri. Lo stock di carbonio organico, qui calcolato nei primi 30 cm di suolo, su pixel di 1 km, risulta più basso nelle aree di alta pianura caratterizzate da suoli con ghiaia. La coltivazione intensiva senza l'apporto di sostanza organica porta a una progressiva riduzione della riserva di carbonio nei suoli, ma attualmente la crescente urbanizzazione e l'aumento dell'impermeabilizzazione delle superfici sono la principale causa di diminuzione.

Fonte: FAO (2017) - Global Soil Organic Carbon Map, elaborata per il Veneto su dati ARPAV, sovrapposta alla carta del consumo di suolo (SNPA, 2020) (<http://54.229.242.119/GSOCmap/>)

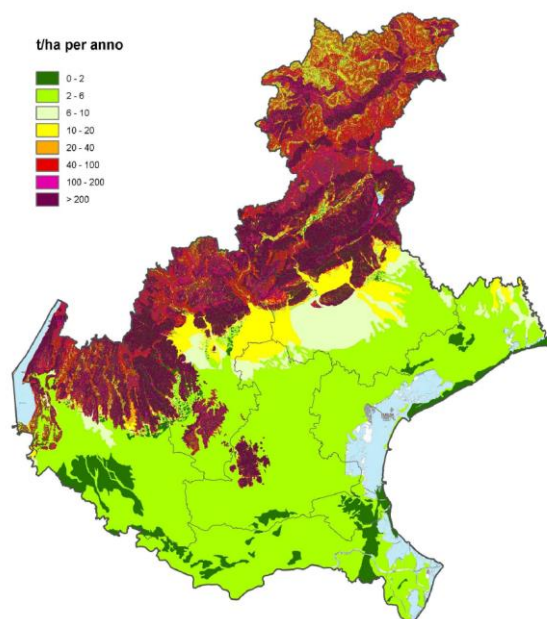
Rischio di erosione attuale



Il rischio di erosione è stato stimato utilizzando il modello USLE (Universal Soil Loss Equation). Il processo erosivo raggiunge il suo massimo dove si combinano alte pendenze, suoli limosi, poveri in materiali organici e intensamente coltivati. In regione il fenomeno ha una certa entità in alcune zone della fascia collinare e pedemontana, caratterizzate da superfici pendenti e coltivate, mentre risulta bassa o nulla nelle zone di montagna, protette dal bosco. In pianura il fenomeno è pressoché assente se non in corrispondenza delle fasce di raccordo pedecollinari che hanno pendenze blande ma non trascurabili e sono spesso intensamente coltivate.

Fonte: elaborazioni ARPAV 2011 (http://geomap.arpa.veneto.it/layers/geonode%3Aeros_act_t_ha)

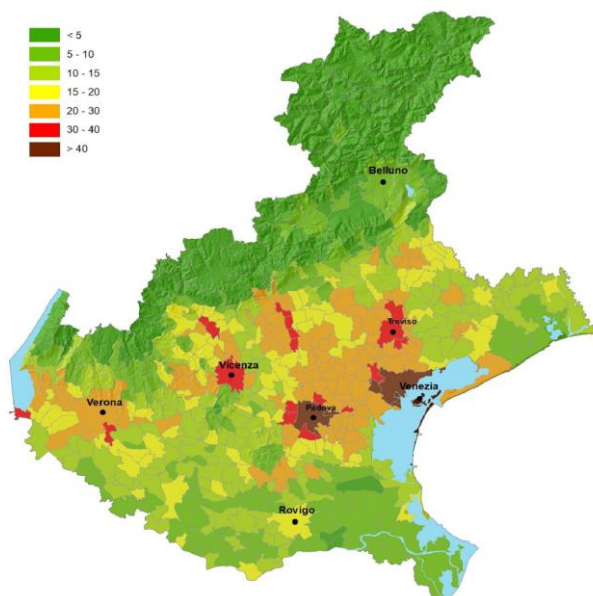
Rischio di erosione potenziale



Fonte: elaborazioni ARPAV 2011
(http://geomap.arpa.veneto.it/layers/geonode%3Aeros_pot_t_ha)

Il modello USLE restituisce anche valori di erosione potenziale, ossia del rischio erosivo che non considera l'azione protettiva della copertura del suolo. L'effetto attenuante della copertura agisce sia sull'azione battente della pioggia sulle particelle di suolo, sia ostacolando lo scorrimento superficiale ed è massimo in presenza di bosco. L'eccessivo sfruttamento (disboscamenti, pratiche intensive) o una gestione poco oculata possono incrementare notevolmente l'esposizione del suolo all'azione degli agenti erosivi. I danni del processo erosivo si riflettono anche sull'ambiente circostante e, in particolare, sugli ecosistemi acquatici, dove si possono accumulare le sostanze inquinanti o i nutrienti presenti nel suolo eroso.

Percentuale di consumo di suolo al 2019 sul totale della superficie comunale (al netto delle acque)

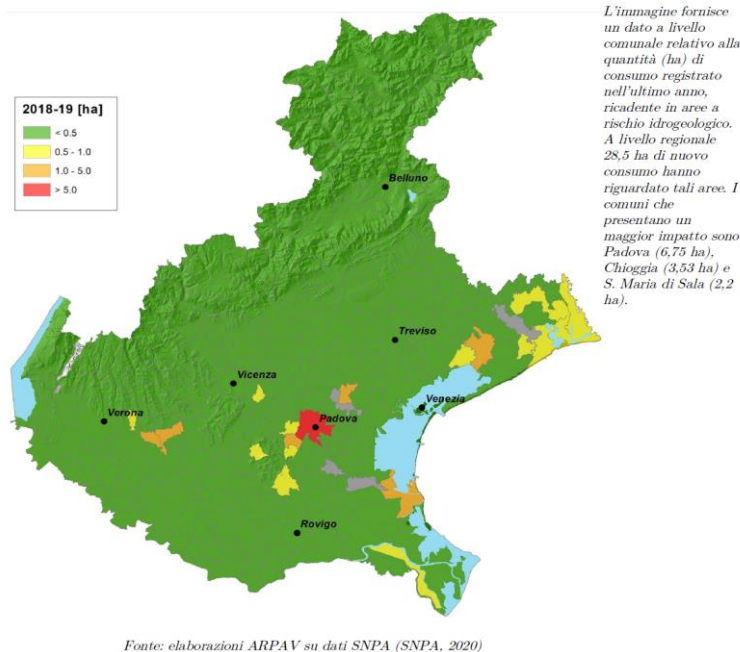


Fonte: elaborazioni ARPAV su dati SNPA (ARPAV, 2020; SNPA, 2020;
<http://geomap.arpa.veneto.it/maps/356>)

Valori ampiamente superiori al 20% caratterizzano tutto il territorio del triangolo Venezia-Treviso-Padova e dell'intera fascia pedemontana, contraddistinto da un'estrema dispersione urbana. I comuni che superano il 30% di suolo consumato sono i principali capoluoghi di provincia e i comuni contermini:

- Padova (49,63%) con Noventa Padovana (44,25%), Albignasego (34,57%) e altri comuni della cintura urbana;
- Venezia (45,58%) con Spinea (42,87%) e Martellago (35,88%);
- Treviso (39,92%) con Casier (35,50%) e Villorba (31,85%);
- Vicenza (32,30%), Verona (28,77%) rimane appena esclusa da questa lista in quanto presenta parte del territorio in ambito collinare, ma anche i confinanti San Giovanni Lupatoto (37,77%) e Casteld'Azzano (29,91%) presentano valori elevati. Altre situazioni critiche sono rappresentate dai principali centri della fascia pedemontana vicentina e trevigiana.

Superficie consumata in ettari nelle aree a rischio idrogeologico nel corso dell'ultimo anno (2018-19)



In sintesi, si può affermare che il Veneto si colloca in una zona di transizione tra l'area continentale dell'Europa centrale e l'area mediterranea presentando, anche per questo motivo, caratteristiche climatiche peculiari.

L'andamento climatico osservato in Veneto dagli anni '50 in poi conferma in generale quanto sta accadendo a scala europea, ossia una crescita significativa dei valori termici.

Sulla base dei dati storici disponibili è stato condotto un primo studio sull'andamento delle temperature e precipitazioni registrate in Veneto nel cinquantennio che va dal 1955 al 2004, sulla base dei dati raccolti dalle stazioni storiche appartenenti all'Ex Ufficio Idrografico di Venezia.

L'andamento delle temperature evidenzia un generale aumento dei valori sia nelle medie annuali (+1.8 °C/50 anni per le temperature massime e +1.1 °C/50 anni per le temperature minime) sia in quelle stagionali, più marcato in estate e in inverno.

Un cambiamento di fase attorno alla fine degli anni '80, riscontrabile anche nel resto d'Europa, è stato evidenziato da un'analisi statistica di ricerca delle discontinuità, utile ad individuare bruschi cambiamenti nelle serie storiche. Tali tendenze rilevate in Veneto sono coerenti con analisi simili condotte su altre regioni del Nord d'Italia che confermano quindi un clima che, in particolare nell'ultimo cinquantennio, si sta riscaldando.

L'analisi delle ondate di freddo e di caldo conferma come su gran parte della nostra regione siano diminuiti il numero di giorni e di notti fredde mentre sia aumentato il numero di giorni e di notti calde.

L'andamento delle precipitazioni, registrato in Veneto nello stesso cinquantennio (1955-2004), evidenzia una generale lieve tendenza alla diminuzione degli eventi annuali e invernali ma non significativa dal punto di vista statistico. Per quanto riguarda le modalità con cui si verificano le precipitazioni, studi realizzati sull'Italia settentrionale evidenziano nel corso dell'ultimo secolo un aumento significativo delle giornate con elevata intensità di pioggia; in Veneto tale tendenza non sembra essere così evidente, mentre si segnalano alcuni casi con significativi aumenti nei valori massimi annuali delle precipitazioni di breve durata.

Naturalmente i trend appena evidenziati rappresentano degli andamenti evolutivi generali del clima, che però ricordiamo essere, per definizione, il risultato di una serie di condizioni meteorologiche anche molto variabili e contrastanti nel tempo. Il presentarsi di fenomeni estremi talvolta di segno opposto rispetto a questi trend rimane dunque assai probabile; chiari esempi di tali situazioni sono stati registrati anche di recente in Veneto, soprattutto nei riguardi delle precipitazioni stagionali in occasione degli inverni 2008-2009 e 2013-2014 risultati molto piovosi e nevosi in quota, quindi in netta controtendenza con il trend dei 50 anni precedenti.

Le analisi condotte sui dati più recenti raccolti dalla rete ARPAV di stazioni automatiche a partire dal 1993, pur confermando in generale le tendenze climatiche riscontrate nel cinquantennio 1955-2004 dalle stazioni dell'ex Ufficio Idrografico, evidenziano alcune peculiarità e differenze. In questo caso però le informazioni relative ai trend vanno considerate con cautela in quanto la serie di dati è costituita da soli 27 anni di osservazione (1993-2019).

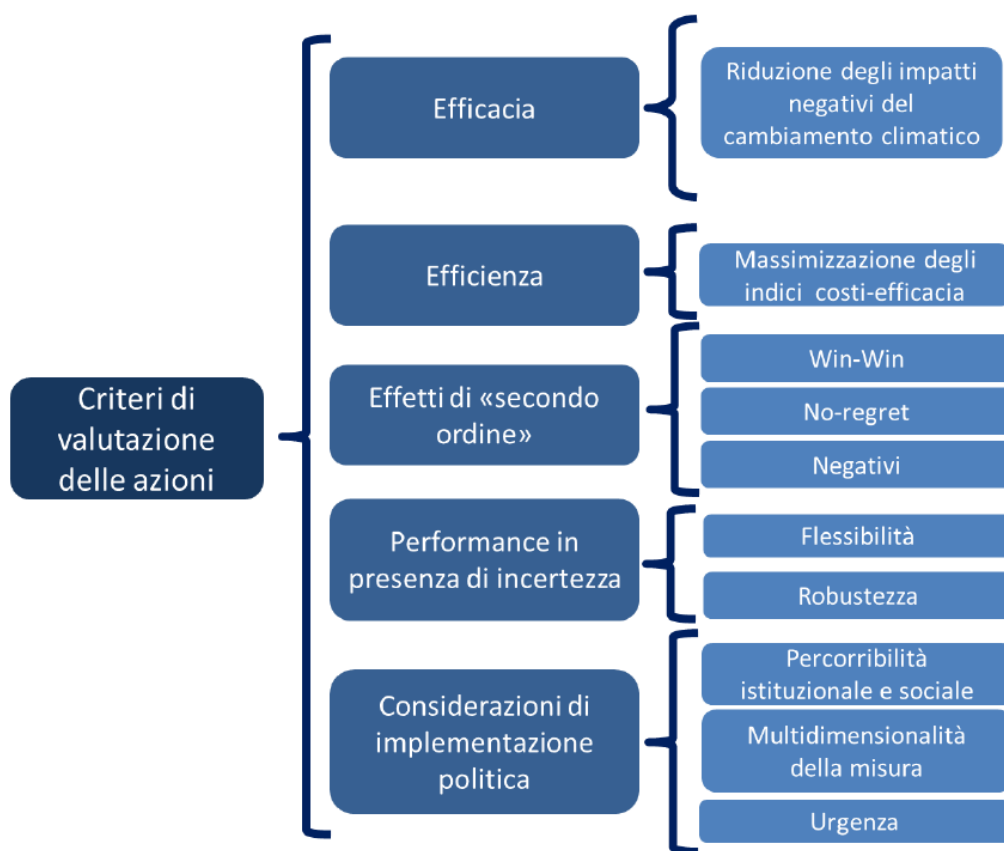
L'andamento dell'ultimo venticinquennio delle temperature medie annue registra trend in deciso aumento (+1.5 °C/27 anni). Tutte le 128 stazioni analizzate presentano segnali di aumento delle temperature e tali trend sono statisticamente significativi. Le temperature considerate sono quelle medie che derivano dalla media delle 96 misure termometriche rilevate ogni giorno dalle stazioni automatiche di ARPAV. A livello stagionale i trend d'incremento delle temperature medie sono più elevati in autunno mentre per la stagione invernale i segnali sono meno chiari (trend minore e non significativo).

Per le precipitazioni annue, sono stati utilizzati i dati delle stazioni automatiche ARPAV del periodo 1993-2019. Le elaborazioni hanno riguardato circa 160 stazioni pluviometriche; è possibile osservare un tendenziale incremento degli apporti pluviometrici annuali, soprattutto nell'ultimo decennio considerato. In particolare, le precipitazioni del 2010 e ancor più del 2014 rappresentano dei massimi assoluti non solo della serie recente ma probabilmente anche degli ultimi 60 anni. Si può inoltre notare come nel 2015 siano stati osservati i minimi apporti della serie, precipitazioni di poco inferiori a quelle 2003 che costituivano il minimo assoluto della serie storica 1955-2004. Tali forti oscillazioni nel regime pluviometrico tra le diverse annate trovano conferma in un tendenziale aumento della variabilità interannuale riscontrata nei 27 anni.

4 Soluzioni di adattamento

Le 361 azioni di adattamento settoriali categorizzate sono state valutate rispetto ai seguenti 5 criteri (Flörke et al. 2011): efficacia, efficienza economica, effetti di secondo ordine, *performance* in presenza di incertezza, e considerazioni per l'implementazione politica, rappresentati nella figura seguente.

Il risultato è consistito nell'attribuzione, ad ogni singola azione, di un giudizio di valore (alto, medio-alto, medio, medio-basso, basso).



Effetti di secondo ordine.

Questo criterio è volto a valutare tutti gli effetti che derivano dall'attuazione delle azioni di adattamento ma che non ne costituiscono il fine principale ed esplicito. Gli effetti di secondo ordine possono essere sia positivi che negativi. Nel primo caso si parla anche di benefici ancillari delle azioni di adattamento. Esempi tipici in letteratura sono: creazione di posti di lavoro, avanzamento nel processo di innovazione tecnologica, creazione di capitale sociale. A loro volta, gli effetti di secondo ordine positivi possono originare azioni:

- **No-regret.** In questo caso le azioni producono benefici in diversi scenari di cambiamento climatico, non comportano elementi di conflittualità con altri obiettivi di politica pubblica e soprattutto sono

caratterizzate da benefici elevati e costi relativamente bassi. In pratica, la difficoltà nell'individuare le opzioni *no-regret* risiede nella concreta identificazione dei benefici e nella relativa valutazione economica;

- **Win-win.** Questo concetto si riferisce ad azioni che producono benefici anche al di fuori del contesto della riduzione degli impatti climatici.

È importante sottolineare come sia le azioni *no-regret* che quelle *win-win* non sono a costo zero o addirittura negativo. Esse comportano comunque investimenti, anche cospicui e ciò può costituire un ostacolo per l'adozione dell'azione in presenza di vincoli di liquidità dei bilanci pubblici o di altre priorità da parte del decisore politico.

Nel caso, infine, di effetti di secondo ordine negativi si parla di “mal-adattamento” (*maladaptation*) e questo si verifica quando un'azione aggrava la vulnerabilità al cambiamento climatico accentuandone gli impatti in settori diversi o in altri territori oppure quando accresce lo sforzo necessario per la mitigazione (ad esempio aumentando le emissioni di gas ad effetto serra).

Performance in presenza di incertezza.

Questo criterio valuta quanto una specifica azione possa essere applicabile in una pluralità di condizioni climatiche e socioeconomiche possibili. Il criterio si compone di due caratteristiche specifiche:

- **Robustezza.** Implica la capacità dell'azione di mantenere un'efficacia accettabile in contesti diversi;
- **Flessibilità.** Descrive le azioni in grado di adeguarsi, a “costi contenuti”, a diversi contesti. L'adeguamento può consistere in trasformazioni dell'azione o integrazioni con azioni complementari o, in casi estremi, l'abbandono della azione stessa qualora essa si dimostri inadatta.

Considerazioni per l'implementazione politica.

La scelta di un'azione di adattamento dipende non solo dalla tipologia dell'azione ma anche dal quadro di riferimento normativo, economico e sociale nell'ambito del quale l'azione si inserisce. Sono presi in considerazione i seguenti criteri (EEA 2007; van Ierland et al. 2007):

- **Percorribilità istituzionale sociale.** Valuta l'esistenza di barriere che possono potenzialmente rendere difficile l'implementazione dell'azione. Una prima categoria di impedimenti è relativa agli aspetti istituzionali: quanto più una azione richiede il concorso di diverse istituzioni tanto più complesso sarà il processo di implementazione. Inoltre, la complessità aumenta ulteriormente nei casi in cui il quadro normativo/istituzionale non sia ben determinato oppure in presenza di barriere di natura legale o relative all'accettabilità sociale dell'azione;

- **Multidimensionalità.** Identifica sia le azioni che, in combinazione tra loro, possono aumentare l'efficacia reciproca, sia quelle che contribuiscono ad alleviare le conseguenze negative relative a più impatti o in diversi settori;
- **Urgenza.** Identifica le azioni volte a ridurre gli impatti giudicati più dannosi e quindi quelli che dovrebbero essere trattati per primi in base ai rischi posti al sistema socioeconomico.

L'Analisi di quanto sopra riportato ha permesso di affermare che per i lavori in oggetto sono state adottate le seguenti soluzioni di adattamento-.

	Temperatura	Soluzioni di adattamento
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Rivestimenti esterni con cappotto ad alte prestazioni, Sistema serramento-vetro ad alte prestazioni, Disposizione planimetrica dell'edificio e disposizione delle aperture con capacità ventilante naturale, Sistema di ventilazione meccanica controllata, utilizzo di fonti rinnovabili
	Stress termico	
	Variabilità della temperatura	
Acuti	Ondata di calore	Rivestimenti esterni con cappotto ad alte prestazioni, Sistema serramento-vetro ad alte prestazioni, Disposizione planimetrica dell'edificio e disposizione delle aperture con capacità ventilante naturale, Sistema di ventilazione meccanica controllata, utilizzo di fonti rinnovabili
	Ondata di freddo/gelata	