



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



Comunità di Montagna del Gemonese

**SVILUPPO DI UN MODELLO DI AZIENDA AGRICOLA
SOSTENIBILE CHE SIA ANCHE
ENERGICAMENTE INDIPENDENTE ATTRAVERSO LA
PRODUZIONE E L'USO DI ENERGIA
DA FONTI RINNOVABILI NEI SETTORI ELETTRICO,
TERMICO E DEI TRASPORTI.
INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON
ACCUMULO.
(PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)
CUP: G23D22000960002**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SOSTENIBILITÀ OPERA - VERIFICA DNSH

IL TECNICO



Elaborato

DNSH

N°	DATA	EMISSIONE
01	AGO. 2024	PROGETTO ESECUTIVO
02		
03		

INDICE

1. PREMESSA
2. MAPPATURA
3. SCHEDE TECNICHE RISPETTO DNSH
4. CHECK LIST
5. INQUADRAMENTO CLIMATICO-TERRITORIALE
6. VARIABILITA' CLIMATICA FUTURA IN FRIULI VENEZIA GIULIA
7. PROIEZIONI CLIMATICHE PER IL FRIULI VENEZIA GIULIA
8. CALCOLO IMPRONTA DI CARBONIO
9. ASSEVERAZIONE RISPETTO DNSH

1. PREMESSA

La presente relazione è tesa a dimostrare il rispetto del principio di non arrecare un danno significativo all'ambiente (**DNSH - Do no significant harm**), per come riferito al sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili indicato all'articolo 17 del Regolamento (UE) 2020/852, relativamente alla realizzazione dell'intervento concernente **L'INTERVENTO DI SVILUPPO DI UN MODELLO DI AZIENDA AGRICOLA SOSTENIBILE CHE SIA ANCHE ENERGETICAMENTE INDIPENDENTE ATTRAVERSO LA PRODUZIONE E L'USO DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI NEI SETTORI ELETTRICO, TERMICO E DEI TRASPORTI. INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON ACCUMULO (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU). - CUP: G23D22000960002.**

L'opera in progetto consiste nell'installazione di un impianto fotovoltaico con relativo sistema di accumulo a servizio della **Malga Confin** sita nel comune di Venzone (UD), allo scopo di renderla energeticamente indipendente attraverso la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con la conseguente **limitazione dei consumi di combustibile** per l'alimentazione dell'esistente gruppo elettrogeno.

L'intervento rientra nelle previsioni di finanziamento del PNRR – Piano nazionale ripresa resilienza - ascritto alla Missione 2 – Rivoluzione verde e Transizione ecologica, Componente 1 – Economia circolare e agricoltura sostenibile (M2C1), Investimento 3.2 Green Communities. Viene ora chiesto di dimostrare che le scelte adottate nel progetto esecutivo sono coerenti con il principio DNSH.

Il Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021), stabilisce che tutte le misure dei PNRR debbano soddisfare il principio di non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali. Tale vincolo si traduce per l'appunto 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) 2020/852.1

In particolare è stato stabilito che un'attività economica arreca un danno significativo:

- alla mitigazione dei cambiamenti climatici, se porta a significative emissioni di gas serra (GHG);
- all'adattamento ai cambiamenti climatici, se determina un maggiore impatto negativo del clima attuale e futuro, sull'attività stessa o sulle persone, sulla natura o sui beni;
- all'uso sostenibile o alla protezione delle risorse idriche e marine, se è dannosa per il buono stato dei corpi idrici (superficiali, sotterranei o marini) determinandone il loro deterioramento qualitativo o la riduzione del potenziale ecologico;
- all'economia circolare, inclusa la prevenzione, il riutilizzo ed il riciclaggio dei rifiuti, se porta

a significative inefficienze nell'utilizzo di materiali recuperati o riciclati, ad incrementi nell'uso diretto o indiretto di risorse naturali, all'incremento significativo di rifiuti, al loro incenerimento o smaltimento, causando danni ambientali significativi a lungo termine;

- alla prevenzione e riduzione dell'inquinamento se determina un aumento delle emissioni di inquinanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo;
- alla protezione e al ripristino di biodiversità e degli ecosistemi, se è dannosa per le buone condizioni e resilienza degli ecosistemi o per lo stato di conservazione degli habitat e delle specie, comprese quelle di interesse per l'Unione europea.

Il rispetto dei principi di cui sopra per ogni singolo intervento è demandato ai soggetti attuatori, e si basa su una procedura di autovalutazione i cui passaggi e contenuti sono stati predefiniti in relazione agli interventi da attuare.

Per una più approfondita comprensione degli interventi si rimanda alla consultazione degli altri elaborati che compongono il progetto esecutivo dell'opera.

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.

In base a queste disposizioni gli investimenti e le riforme del PNRR non devono, per esempio:

- produrre significative emissioni di gas ad effetto serra, tali da non permettere il contenimento dell'innalzamento delle temperature di 1,5 C° fino al 2030. Sono pertanto escluse iniziative connesse con l'utilizzo di fonti fossili;
- essere esposte agli eventuali rischi indotti dal cambiamento del Clima, quali ad esempio innalzamento dei mari, siccità, alluvioni, esondazioni dei fiumi, nevicate abnormi;
- compromettere lo stato qualitativo delle risorse idriche con una indebita pressione sulla risorsa;
- utilizzare in maniera inefficiente materiali e risorse naturali e produrre rifiuti pericolosi per i quali non è possibile il recupero;
- introdurre sostanze pericolose, quali ad esempio, quelle elencate nell'Authorization List del Regolamento Reach;
- compromettere i siti ricadenti nella rete Natura 2000.

Oltre al principio generale secondo il quale tutti gli interventi del PNRR devono rispettare il principio DNSH, almeno il 37% delle risorse complessive del Piano fosse destinato a contribuire alla transizione verde e alla mitigazione dei cambiamenti climatici, come definito dall'obiettivo

ambientale cd. tagging climatico.

I criteri tecnici riportati nelle valutazioni DNSH, opportunamente rafforzati da una puntuale ed approfondita applicazione dei criteri tassonomici di sostenibilità degli investimenti, costituiscono elementi guida lungo tutto il percorso di realizzazione degli investimenti e delle riforme del PNRR.

Le amministrazioni sono chiamate, infatti, a garantire concretamente che ogni misura non arrechi un danno significativo agli obiettivi ambientali, adottando specifici requisiti in tal senso nei principali atti programmatici e attuativi. L'obiettivo deve essere quello di indirizzare gli interventi finanziati e lo sviluppo delle riforme verso le ipotesi di conformità o sostenibilità ambientale previste, coerentemente con quanto riportato nelle valutazioni DNSH, operate per le singole misure nel PNRR. In sostanza, nella fase attuativa sarà necessario dimostrare che le misure sono state effettivamente realizzate senza arrecare un danno significativo agli obiettivi ambientali, sia in sede di monitoraggio e rendicontazione dei risultati degli interventi, sia in sede di verifica e controllo della spesa e delle relative procedure a monte.

Gli impegni presi dovranno essere tradotti con precise avvertenze e monitorati dai primi atti di programmazione della misura e fino al collaudo/certificato di regolare esecuzione degli interventi. Sarà infatti opportuno esplicitare gli elementi essenziali necessari all'assolvimento del DNSH nei decreti di finanziamento e negli specifici documenti tecnici di gara, eventualmente prevedendo meccanismi amministrativi automatici che comportino la sospensione dei pagamenti e l'avocazione del procedimento in caso di mancato rispetto del DNSH. Allo stesso modo, una volta attivati gli appalti, sarà utile che il documento d'indirizzo alla progettazione fornisca indicazioni tecniche per l'applicazione progettuale delle prescrizioni finalizzate al rispetto del DNSH, mentre i documenti di progettazione, capitolato e disciplinare dovrebbero riportare indicazioni specifiche finalizzate al rispetto del principio affinché sia possibile riportare anche negli stati di avanzamento dei lavori una descrizione dettagliata sull'adempimento delle condizioni imposte dal rispetto del principio.

In sostanza, per assicurare il rispetto dei vincoli DNSH in fase di attuazione è opportuno che le amministrazioni titolari di misure e i soggetti attuatori:

- indirizzino, a monte del processo, gli interventi in maniera che essi siano conformi inserendo gli opportuni richiami e indicazioni specifiche nell'ambito degli atti programmatici di propria competenza, tramite per esempio l'adozione di liste di esclusione e/o criteri di selezione utili negli avvisi per il finanziamento di progetti;
- adottino criteri conformi nelle gare di appalto per assicurare una progettazione e realizzazione adeguata;
- raccolgano le informazioni necessarie per la rendicontazione di ogni singola milestone e

target il rispetto delle condizioni collegate al principio del DNSH e definiscano la documentazione necessaria per eventuali controlli.

Nella maggior parte dei casi la normativa nazionale di riferimento è già conforme ai principi DNSH e sono previste nell'ordinamento nazionale certificazioni ambientali idonee. Nel caso in cui il DNSH imponga requisiti aggiuntivi, essi sono evidenziati nelle schede tecniche che compongono la Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (cd. DNSH) (Edizione aggiornata allegata alla circolare RGS n. 33 del 13 ottobre 2022). Tutti gli investimenti e le riforme proposti nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza sono stati valutati dalle amministrazioni titolari, considerando i criteri DNSH, tramite un processo a due stadi.

Il primo stadio, per stabilire se una misura potesse essere considerata ecosostenibile, è consistito nel verificare se fosse riconducibile ad una attività economica presente nella cd. tassonomia per la finanza sostenibile.

Qualora l'attività non rientrasse in una specifica categoria della tassonomia (identificabile in via indicativa anche tramite il codice NACE/ATECO 9), la valutazione si è basata sulla verifica dei criteri di sostenibilità previsti per i sei obiettivi ambientali già menzionati, della coerenza con il quadro giuridico comunitario e del rispetto delle Best Available Techniques (BAT), ossia di quelle condizioni, da adottare nel corso di un ciclo di produzione, che sono idonee ad assicurare la più alta protezione ambientale a costi ragionevoli.

Coerentemente con le linee guida europee la valutazione tecnica ha stimato in una prospettiva a lungo termine, per ogni misura finanziata, gli effetti diretti e indiretti attesi in tutte le fasi dei rispettivi cicli di vita degli investimenti e delle riforme proposte.

Gli effetti generati sui sei obiettivi ambientali da un investimento o una riforma sono quindi stati ricondotti a quattro scenari distinti:

1. la misura ha impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo;
2. la misura sostiene l'obiettivo con un coefficiente del 100%, secondo l'Allegato VI del Regolamento RRF (Recovery and Resilience Facility) che riporta il coefficiente di calcolo del sostegno agli obiettivi ambientali per tipologia di intervento;
3. la misura contribuisce "in modo sostanziale" all'obiettivo ambientale;
4. la misura richiede una valutazione DNSH complessiva.

Al secondo stadio, qualora, per un singolo obiettivo, l'intervento fosse classificato tra i primi tre scenari è stato possibile adottare un approccio semplificato alla valutazione DNSH.

Per gli investimenti e le riforme che ricadono in settori come quello dell'energia, dei trasporti o della gestione dei rifiuti, e pertanto presentano un rischio maggiore di incidere su uno o più

obiettivi ambientali, è stata invece necessaria un'analisi più approfondita del possibile danno significativo.

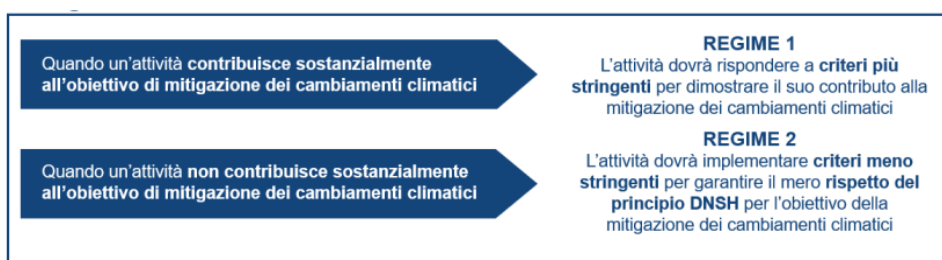
2. MAPPATURA

La funzione della Matrice di correlazione tra gli investimenti o le riforme e le Schede tecniche è quella di consentire una immediata corrispondenza tra le Misure previste nel PNRR e le Schede Tecniche predisposte per singolo argomento. A ciascun Investimento e Riforma previsto dal Piano (per Missione, Componente), sono state associate una o più Schede Tecniche, nelle quali sono riportati i riferimenti normativi, i vincoli DNSH e gli elementi di verifica. Alcune delle misure del Piano possono infatti prevedere interventi trattati in più Schede.

Ai fini dell'approvazione del Piano da parte della Commissione europea, ciascun investimento previsto è stato sottoposto alla metodologia DNSH. In tale contesto le Amministrazioni, anche in funzione del tagging climatico, hanno definito se, rispetto all'obiettivo della "mitigazione dei cambiamenti climatici":

- **l'Investimento contribuirà sostanzialmente al raggiungimento dell'obiettivo della mitigazione dei cambiamenti climatici (Regime 1);**
- **l'Investimento si limiterà a "non arrecare danno significativo", rispettando solo i principi DNSH (Regime 2).**

Tale informazione di dettaglio sarà fondamentale per scegliere, all'interno della scheda tecnica, il corretto regime relativo ai vincoli DNSH da adottare per tutti gli interventi rientranti in quell'investimento.



L'intervento in questione si inserisce nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza all'interno della Missione 2 – Rivoluzione verde e Transizione ecologica, Componente 1 – Economia circolare e agricoltura sostenibile (M2C1), Investimento 3.2 Green Communities e come tale ricade nel **Regime 2** e pertanto deve assicurare di "non arrecare danno significativo" all'ambiente pur senza contribuire sostanzialmente a nessuno dei sei obiettivi del Piano.

3. SCHEDE TECNICHE RISPETTO DNSH

La finalità delle schede tecniche è quella di fornire alle amministrazioni titolari delle misure PNRR e ai soggetti attuatori, una sintesi delle informazioni operative e normative che identifichino i requisiti tassonomici, ossia i vincoli DNSH, per le attività che fanno parte degli interventi previsti dal Piano, incluse le eventuali caratteristiche di acquisto e le scelte sulle forniture. Vengono raccolte e fornite informazioni sui riferimenti normativi e i vincoli che devono essere raccolti per documentare il rispetto di tali requisiti sulle singole attività trattate dal PNRR.

Le schede tecniche hanno anche lo scopo di andare a costituire degli aggregati tematici di raccolta e verifica delle informazioni su tipologie di interventi del PNRR, in modo che esse possano essere integrate e aggiornate nel prossimo periodo, via via che il quadro normativo nazionale e comunitario si evolve a fronte di maggiori informazioni tecnologiche e/o riforme messe in campo per facilitare il loro sviluppo a livello nazionale.

Le schede sono articolate nelle seguenti sezioni:

- **A. Codice NACE di riferimento (se applicabile) delle attività economiche assimilabili a quelle previste dagli interventi del Piano.**
- **B. Campo di applicazione della scheda, per inquadrare il tema trattato, le eventuali esclusioni specifiche e le eventuali altre schede Tecniche collegate.**
- **C. Principio guida che rappresenta il presupposto ambientale per il quale è necessario adottare la tassonomia; in questa sezione sono specificate le modalità previste per il contributo sostanziale, il cosiddetto Regime 1.**
- **D. Vincoli DNSH con gli elementi di verifica per dimostrare il rispetto dei principi richiesti dalla Tassonomia ambientale del Reg. UE/852/2020, per ciascuno dei sei obiettivi ambientali.**
- **E. Perché i vincoli relativa a ciascuno dei sei obiettivi ambientali (es. mitigazione, adattamento, protezione acque) sia nella "fase di realizzazione" sia nella "fase di esercizio" dell'investimento in oggetto.**
- **F. Normativa di riferimento DNSH comunitaria e nazionale, con evidenziate le specificità introdotte dal Regolamento sulla tassonomia e i relativi Atti Delegati.**

Il primo obiettivo, mitigazione dei cambiamenti climatici contiene due regimi di verifica, che esprimono il grado di contributo atteso:

- **Regime 1 - Contributo sostanziale**
- **Regime 2 - Esclusivo rispetto dei principi DNSH**

Per gli altri obiettivi ambientali viene proposto un solo regime, che corrisponde al Regime 2. Ciò è strettamente connesso con lo stato di avanzamento dei lavori della Commissione sul tema della Tassonomia.

Le schede tecniche identificano gli elementi di verifica dei vincoli DNSH, differenziandoli, ove applicabile, tra quelli ante-operam e quelli post-operam. A seconda che la misura ricada o meno in un investimento per il quale è stato definito un contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici, le procedure dovranno prendere in considerazione determinati criteri ed elementi di verifica ex ante ed ex post, individuati nella scheda tecnica.

Ai fini progettuali esecutivi nonché di verifica finale risultano operativamente di primaria importanza i VINCOLI DNSH riportati per ogni scheda tecnica. Tali vincoli esplicitano gli aspetti peculiari da osservare al fine di rispettare il principio DNSH.

Le relative schede tecniche di riferimento per la misura M2C1 Inv. 3.2, connesse all'intervento in oggetto sono rappresentate dalle schede n. 5 (Interventi edili e cantieristica generica) nonché la scheda n. 12 (Produzione elettricità da pannelli solari) in quanto pertinente con il progetto di installazione di un impianto fotovoltaico.

4. CHECK LIST

Come premesso, la sintesi dei controlli richiesti per dimostrare la conformità ai principi DNSH è riportata nelle apposite check list di verifica e controllo, che riassume in modo sintetico i principali elementi di verifica richiesti nella corrispondente Scheda.

Ogni check list, quindi, è strutturata in più punti di controllo, a cui sono associate tre risposte possibili (si/no/n.a.) e a cui è stato aggiunto un campo note al fine di consentire alle Amministrazioni di proporre le loro osservazioni qualora ritenessero le opzioni proposte non esaustive.

Codice NACE di riferimento

La misura individuale consistente nell'installazione di un sistema di produzione di energia elettrica da fonte solare corrisponde all'attività economica che risponde alla categoria **NACE D 35.11 - produzione di energia elettrica**.

Criteri Ambientali Minimi del MITE da applicare obbligatoriamente

Non vi sono CAM in vigore relativi a questo tipo di impianto/infrastruttura.

Mitigazione del cambiamento climatico

Al fine di garantire il rispetto del contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici e la significativa riduzione di emissioni di gas a effetto serra, dovranno essere adottate tutte le strategie disponibili perché la produzione elettricità da pannelli solari sia efficiente. Nel

nostro ordinamento le norme tecniche sono definite dagli organismi di standardizzazioni quali ad esempio il Comitato elettrotecnico Italiano (CEI) ed in particolare il Comitato Tecnico CT 82 “Sistemi di conversione fotovoltaica dell’energia solare”.

Il progetto in analisi risulta sviluppato e contempla l’impiego di apparecchiature conformi alle Norme del CEI ed in particolare:

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.
- CEI EN IEC 61215-1 (CEI 82-58): Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI EN 61730-1: Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici – Parte 1: Prescrizioni per la costruzione. Descrive le prescrizioni per la costruzione dei moduli fotovoltaici, con l’obiettivo di garantire la sicurezza elettrica e meccanica per tutta la durata della vita attesa; nel documento sono contenute le indicazioni atte a prevenire scosse elettriche, pericoli d’incendio e lesioni personali dovute a sforzi meccanici e stress ambientali.
- CEI EN 61730-2: Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici - Parte 2: Prescrizioni per le prove. Descrive le prescrizioni relative alle prove di moduli fotovoltaici volte a verificarne la sicurezza elettrica e meccanica durante il periodo di vita atteso.
- CEI EN IEC 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l’analisi dei dati.

Adattamento ai cambiamenti climatici

La produzione di elettricità da pannelli solari deve essere realizzata in condizioni e in siti che non pregiudichino dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri. I vincoli si applicano esclusivamente agli impianti che generano elettricità a partire dalla tecnologia fotovoltaica (PV) di **potenza superiore a 1 MW**.

Tale verifica **non** trova quindi applicazione per l’intervento in parola.

Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine

Non pertinente con l’intervento. I lavori in oggetto non prevedono l’utilizzo di acque locali e non verrà generata acqua di scarto da lavori industriali.

Economia circolare

Per mitigare il rischio di produrre componenti e apparecchiature difficilmente recuperabili/riciclabili alla fine del loro ciclo di vita, nel progetto sono state previste apparecchiature che seguono i criteri per la progettazione ecocompatibile previsti dalla DIRETTIVA 2009/125/CE relativa all’istituzione di un quadro per l’elaborazione di specifiche

per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia. In tale ottica sono previsti sistemi durabili e/o riciclabili facilmente scomponibili e sostituibili.

Per la realizzazione del progetto sono seguite, come previsto dalla normativa sui RAEE, le istruzioni operative per la gestione e lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici con adempimento da parte del produttore dei moduli fotovoltaici degli obblighi previsti dal D.Lgs. 49/2014 e dal D.Lgs. 118/2020 attraverso l'iscrizione dello stesso nell'apposito Registro dei produttori AEE.

I prodotti saranno accompagnati dalla dichiarazione di conformità del produttore rispetto alla Direttiva Ecodesign e RoHS, nonché l'adesione alla piattaforma AEE in qualità di produttore/distributore di apparecchiature elettroniche.

Prevenzione e riduzione dell'inquinamento

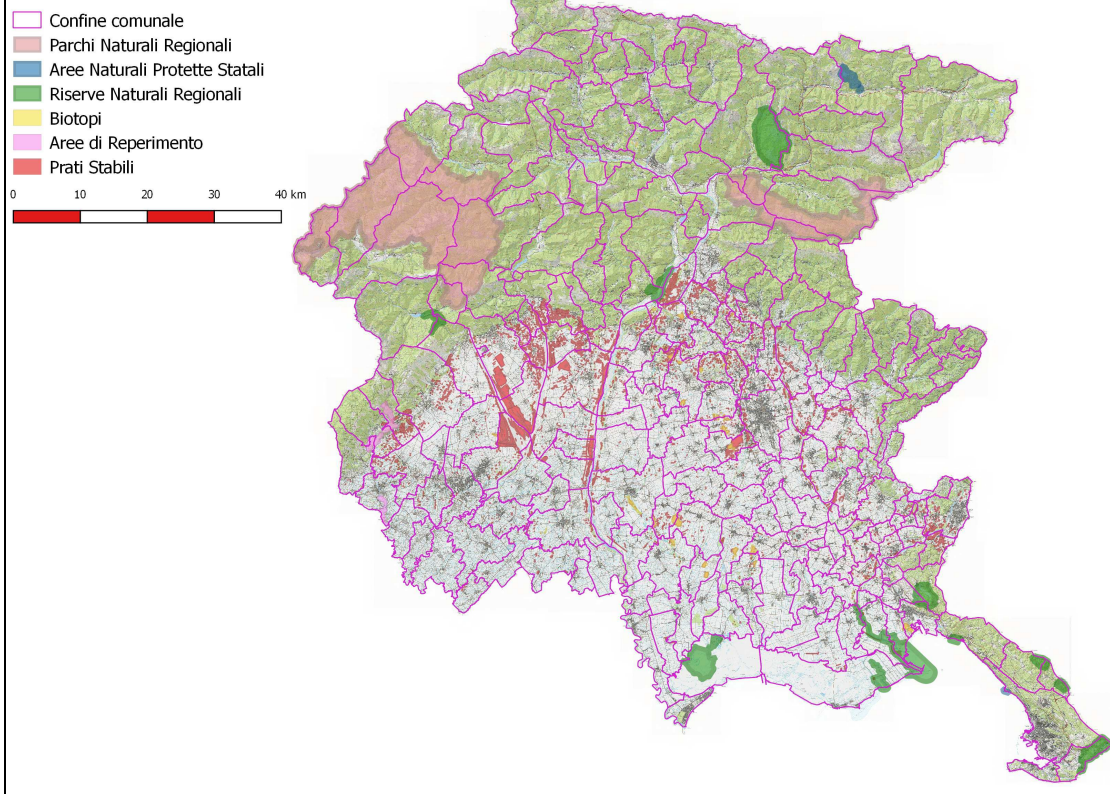
I pannelli fotovoltaici previsti sono provvisti di Marcatura CE e conformi alla Direttiva RoHS.

Protezione e ripristino della biodiversità e degli Ecosistemi

Non pertinente in quanto trattasi di installazione di impianto fotovoltaico in aderenza alla copertura di un edificio, non installato su terreni agricoli, parchi, aree naturali protette e comunque aree sensibili sotto il profilo della biodiversità pertanto, in generale, il prevedibile impatto dell'attività su questo obiettivo ambientale è trascurabile, in considerazione degli effetti indiretti primari e degli effetti diretti nel corso del ciclo di vita.

Mapa complessiva delle Aree Protette regionali e statali

Elaborazione RAFVVG - SITFOR 2012, su base CRN 2003 scala 1:25.000



Estratto cartografia Aree Protette

Schede tecniche

Si allegano le schede tecniche riferite all'intervento da utilizzare per la validazione degli interventi.

Scheda 5 - Interventi edili e cantieristica generica non connessi con la costruzione/rinnovamento di edifici

Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Si/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
	<i>I punti 1 e 2 sono da considerarsi come elementi di premialità</i>			
Ex-ante	1	E' presente una dichiarazione del fornitore di energia elettrica relativa all'impegno di garantire fornitura elettrica prodotta al 100% da fonti rinnovabili?	Non applicabile	Non si prevede impiego di fornitura di energia elettrica per uso cantiere.
	2	E' stato previsto l'impiego di mezzi con le caratteristiche di efficienza indicate nella relativa scheda tecnica?	Non applicabile	Non viene previsto l'impiego di mezzi d'opera.
	3	E' stato previsto uno studio Geologico e idrogeologico relativo alla pericolosità dell'area di cantiere per la verifica di condizioni di rischio idrogeologico?	Non applicabile	Interventi da sviluppare all'interno di edifici ed aree esistenti. L'intervento non interessa aree a rischio
	4	E' stato previsto uno studio per valutare il grado di rischio idraulico associato alle aree di cantiere?	Non applicabile	Interventi da sviluppare all'interno di edifici ed aree esistenti che non comprendono aree a rischio idraulico.
	5	E' stata verificata la necessità della redazione del Piano di gestione Acque Meteoriche di Dilavamento (AMD)?	Non applicabile	Non attinente con la natura dell'intervento
	6	In caso di apertura di uno scarico di acque reflue, sono state chieste le necessarie autorizzazioni?	Non applicabile	Non attinente con la natura dell'intervento
	7	E' stato sviluppato il bilancio idrico della attività di cantiere?	Non applicabile	Non attinente con la natura dell'intervento
	8	E' stato redatto il Piano di gestione rifiuti?	Si	Trattandosi di opere di nuova installazione non si prevede la
	9	E' stato sviluppato il bilancio materie?	No	Opere di nuova installazione, non si prevede la produzione di materiali da demolizione o risulta.
	11	E' stato redatto il PAC, ove previsto dalle normative regionali o nazionali?	No	Non attinente con la natura dell'intervento
	12	Sussistono i requisiti per caratterizzazione del sito ed è stata eventualmente pianificata o realizzata la stessa?	Non applicabile	Non attinente con la natura dell'intervento. Le opere saranno realizzate in fabbricati e pertinenze esistenti servite da impianti realizzati e certificati a regola d'arte.
	14	E' confermato che la localizzazione dell'opera non sia all'interno delle aree indicate nella relativa scheda tecnica?	Si	
	15	Per gli interventi situati in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, fermo restando le aree di divieto, è stata verificata la sussistenza di sensibilità territoriali, in particolare tramite una verifica preliminare, mediante censimento florofaunistico, dell'assenza di habitat di specie (flora e fauna) in pericolo elencate nella lista rossa europea o nella lista rossa dell'IUCN?	Non applicabile	Gli interventi non interessano aree sensibili
	16	Per aree naturali protette (quali ad esempio parchi nazionali, parchi interregionali, parchi regionali, aree marine protette etc....), è stato rilasciato il nulla osta degli enti competenti?	Non applicabile	Gli interventi non interessano aree naturali protette
17	Laddove sia ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 l'intervento è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza (DPR 357/97)?	Non applicabile	Gli interventi non interessano tali siti	

Scheda 12 - Produzione elettricità da pannelli solari

Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Si/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
Ex-ante	1	Il progetto di produzione di elettricità da pannelli solari segue le disposizioni del CEI o in generale rispetta le migliori tecniche disponibili per massimizzare la produzione di elettricità da pannelli solari, anche in realzione alle norme di connessione?	Si	Il progetto è sviluppato e contempla l'impiego di apparecchiature conformi alle Norme del CEI ed in particolare ed in particolare il Comitato Tecnico CT 82 "Sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia solare".
	2	I pannelli fotovoltaici hanno la Marcatura CE, inclusa la certificazione di conformità alla direttiva Rohs, o rispondono ai criteri previsti dal GSE?	Si	I prodotti saranno accompagnati dalla dichiarazione di conformità del produttore rispetto alla alla Direttiva Ecodesign e RoHS, nonché l'adesione alla piattaforma AEE in qualità di produttore/distributore di apparecchiature elettroniche
	3	E' stata condotta un'analisi dei rischi climatici fisici funzione del luogo di ubicazione così come definita nell'appendice 1 della Guida Operativa, per impianti di potenza superiore a 1 MW?	Non applicabile	Impianto fotovoltaico con potenza nominale inferiore a 1 MW
	4	Sono stati rispettati gli obblighi pervisti dal D.Lgs. 49/2014 e dal D.Lgs. 118/2020 da parte del produttore di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (nel seguito, AEE) anche attraverso l'iscrizione dello stesso nell'apposito Registro dei produttori AEE ?	Si	Il progetto prevede impiego di moduli fotovoltaici il cui produttore ha adempiuto agli obblighi pervisti dal D.Lgs. 49/2014 e dal D.Lgs. 118/2020 attraverso l'iscrizione dello stesso nell'apposito Registro dei produttori
	5	Per le strutture situate in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, è stata svolta una verifica preliminare, mediante censimento florofaunistico, dell'assenza di habitat di specie (flora e fauna) in pericolo elencate nella lista rossa europea o nella lista rossa dell'IUCN?	Non applicabile	Gli interventi saranno realizzati su edificio esistente che non interessa tali aree.
	6	Per aree naturali protette (quali ad esempio parchi nazionali, parchi interregionali, parchi regionali, aree marine protette etc....), è stato ottenuto il nulla osta degli enti competenti?	Non applicabile	Gli interventi saranno realizzati su edificio esistente che non interessa tali aree.
	7	Laddove sia ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 l'intervento è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza (DPR 357/97)?	Non applicabile	Gli interventi saranno realizzati su edificio esistente che non interessa tali siti.

5. INQUADRAMENTO CLIMATICO-TERRITORIALE

La posizione geografica e l'orografia della regione Friuli Venezia Giulia ne condizionano in modo determinante il tempo meteorologico e quindi il clima.

Geograficamente, la regione è situata alle medie latitudini, dove è molto marcato il contrasto tra le masse d'aria polare e tropicale: tale contrasto genera frequentemente sistemi frontali (perturbazioni), per lo più inseriti nelle correnti occidentali prevalenti.

Il Friuli Venezia Giulia è inoltre una zona orograficamente complessa, in cui i fenomeni meteorologici e la loro evoluzione sono influenzati fortemente dai rilievi e dalla loro disposizione rispetto alla circolazione prevalente delle masse d'aria.

La regione, infatti, è costituita per la sua metà settentrionale dalle pendici meridionali della catena alpina orientale: due catene di montagne parallele tra loro (Prealpi e Alpi) disposte principalmente in direzione ovest-est e quasi parallele al confine con il mare Adriatico. Le Prealpi sono divise longitudinalmente al centro dell'area dal Tagliamento, mentre le Alpi sono divise dal fiume Fella (a circa 700 m s.l.m.).

Salendo dalla pianura verso nord, si incontrano prima le Prealpi e, ancora a nord di queste, le Alpi.

Partendo da ovest, si incontrano prima le Prealpi Carniche, le cui vette raggiungono i 2000-2500 m. Alle loro spalle, le Alpi Carniche arrivano fino a 2800 m circa: il monte Coglians, infatti, raggiunge i 2781 m. Alpi e Prealpi Carniche sono separate dall'ampia valle del Tagliamento (la cui altitudine è di 500 m s.l.m. circa).

Nella zona più orientale, le Prealpi Giulie arrivano fino ad una altitudine di 1500-2000 m. Dietro ad esse si trovano le Alpi Giulie, che in regione si elevano fino a 2800 m. Esse sono separate solo da un paio di strette e profonde valli. Le Prealpi Giulie si possono dividere in Prealpi Giulie settentrionali e meridionali.

La presenza delle Alpi induce significativi cambiamenti della temperatura, dell'umidità e, ovviamente, della direzione di moto delle masse d'aria che interessano la regione. I processi che hanno luogo su opposti versanti di questa catena montuosa sono responsabili di profonde modifiche del contenuto relativo d'acqua nell'aria (umidità) attraverso processi di condensazione ed evaporazione dell'acqua stessa. Questi processi, che influenzano la temperatura dell'aria e di conseguenza la stabilità atmosferica, si chiamano:

- *Stau*, effetto di sbarramento dovuto a una catena montuosa, che costringe le correnti d'aria a innalzarsi raffreddandosi, dando spesso luogo a precipitazioni;
- *Föhn*, vento caldo e secco discendente dalle Alpi.

Molto importanti sono anche le peculiarità locali del territorio, quali la presenza del Mare Adriatico, poco profondo, e della laguna caratterizzata da considerevoli escursioni termiche. La regione, infatti, è costituita per la sua metà meridionale da una zona pianeggiante che si bagna a sud nel mare Adriatico e nella laguna di Marano e Grado (tanto calda d'estate quanto fredda in

inverno). L'umidità relativa dell'aria presenta un massimo in novembre e un minimo nei mesi di luglio o agosto. L'escursione diurna dell'umidità relativa è ridotta sulla fascia costiera per l'effetto del mare, mentre aumenta nell'interno della regione e diventa forte nelle vallate alpine. Molto scarse risultano le giornate con formazione di nebbia sulla fascia costiera, mentre maggiore è la presenza di questo fenomeno sul settore sud-occidentale della pianura (comunque ben al di sotto della frequenza della Pianura Padana).

In estrema sintesi il clima della regione può essere considerato come un clima continentale moderato con connotazione umida. A fini esaustivi, sono riportati in appendice alcuni esempi di classificazioni più articolate dei climi (bioclimi), che si possono applicare al Friuli Venezia Giulia. La connotazione umida del clima è dettata dall'elevata piovosità dell'alta pianura friulana e della zona prealpina. Questa elevata piovosità deriva da:

- l'effetto che i rilievi hanno sui flussi di aria umida provenienti da sud i quali, forzati a moti verticali, si traducono in piogge copiose;
- l'elevata frequenza di temporali.

Non va inoltre dimenticato che la grandine è tra i fenomeni caratterizzanti del clima estivo regionale

Cambiamenti climatici in Friuli Venezia Giulia

Il clima futuro può essere non letteralmente "previsto", ma delineato in termini probabilistici attraverso proiezioni che si ottengono tramite l'utilizzo di modelli climatici, che stanno diventando sempre più evoluti e che tengono conto dei possibili andamenti delle emissioni climalteranti in diversi scenari: da una rapida e decisa riduzione delle emissioni di gas serra come previsto dall'Accordo di Parigi (scenario RCP2.6) e un andamento crescente secondo la tendenza attuale.

Nel 2018 sono state rese disponibili le proiezioni climatiche ritagliate "su misura" per il Friuli Venezia Giulia, che sono state elaborate da ICTP (Centro Internazionale di Fisica Teorica di Trieste) a partire dai dati di diversi modelli climatici a scala europea, nell'ambito dello Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in FVG, promosso dall'Amministrazione regionale, coordinato da ARPA FVG e realizzato in collaborazione con gli enti scientifici e di ricerca che oggi compongono il Gruppo di lavoro Clima FVG.

Per quanto riguarda le temperature, le proiezioni climatiche per il FVG prospettano in generale un ulteriore riscaldamento, modulato però dai diversi scenari di sviluppo: se le emissioni di gas climalteranti continueranno a crescere secondo l'**attuale andamento (scenario RCP8.5)**, in regione potremmo aspettarci a fine secolo un aumento di temperatura fino a 5 °C in inverno e fino a 6 °C in estate, con un forte aumento di ondate di calore. Invece nello **scenario più virtuoso (RCP2.6, "Accordo di Parigi")**, i modelli indicano che in Friuli Venezia Giulia le temperature continueranno a crescere fino a metà secolo, ma poi si stabilizzeranno e l'anomalia termica rimarrà entro 1-2 °C in inverno e 2-3 °C in estate a fine secolo.

L'andamento futuro delle precipitazioni è più complesso da delineare, data la marcata variabilità di questi fenomeni sia nel tempo che nello spazio. In entrambi gli scenari emissivi si prefigura per la fine del secolo un aumento delle precipitazioni nel periodo invernale, più accentuato nello scenario a emissioni crescenti, con un possibile incremento anche degli eventi di precipitazione intensa. La differenza tra i due scenari emissivi è invece molto rilevante per quanto riguarda le precipitazioni estive, che diminuiranno del 15-20% in una vasta parte della regione se le emissioni di gas climalteranti continueranno a crescere.

Tendenza delle principali grandezze climatiche

Temperatura

Dall'analisi dei dati climatici rilevati dalla rete regionale ed elaborati da ARPA FVG – OSMER emerge, come tendenza più evidente, l'aumento della temperatura media in FVG.

A livello annuale questo andamento è ben rappresentato nella figura sottostante.

Nella figura è evidente come, rispetto a una temperatura media annua di 12.6°C, che era la norma nel trentennio di riferimento (1961-1990), negli ultimi anni si sono raggiunti valori decisamente superiori, con il picco di 14.6 °C del 2014. Nell'intero periodo 1961-2016 l'aumento medio della temperatura media è stato pari a 0.3 °C ogni 10 anni, con una chiara tendenza all'accelerazione nei decenni più recenti (linea rossa tratteggiata).

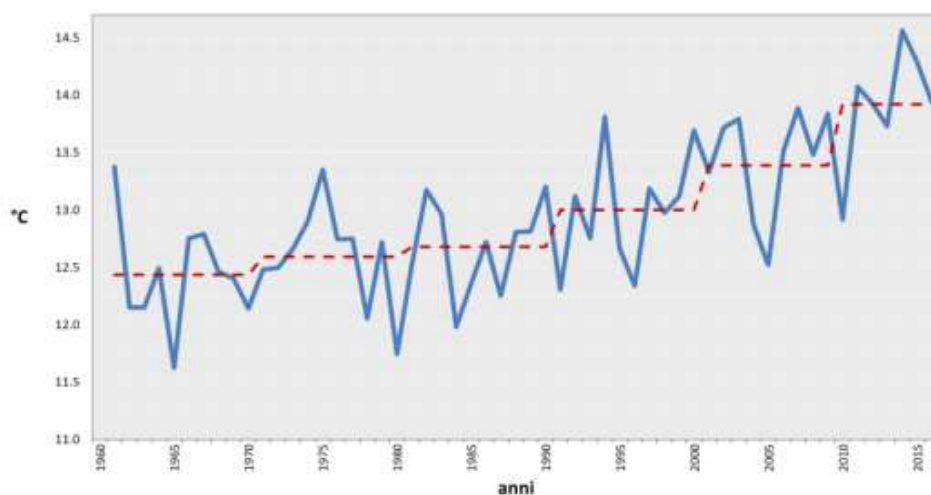


Figura 1. Andamento delle temperature medie annuali nel periodo 1961-2016 per la pianura del Friuli Venezia Giulia (linea blu continua). La linea tratteggiata rappresenta l'andamento delle temperature medie nei diversi decenni. La serie sintetica che rappresenta la pianura regionale è stata ottenuta analizzando varie serie di temperatura per il periodo 1961-2016, i cui valori sono stati opportunamente validati e omogeneizzati.

Elaborazione a cura di ARPA FVG – OSMER

Analizzando i dati suddivisi nelle quattro stagioni (fig. 2), si nota come gli ultimi due decenni risultino decisamente i più caldi della serie in ogni stagione dell'anno, ma con l'estate che mostra il tasso di incremento maggiore (0.4°C per decennio).

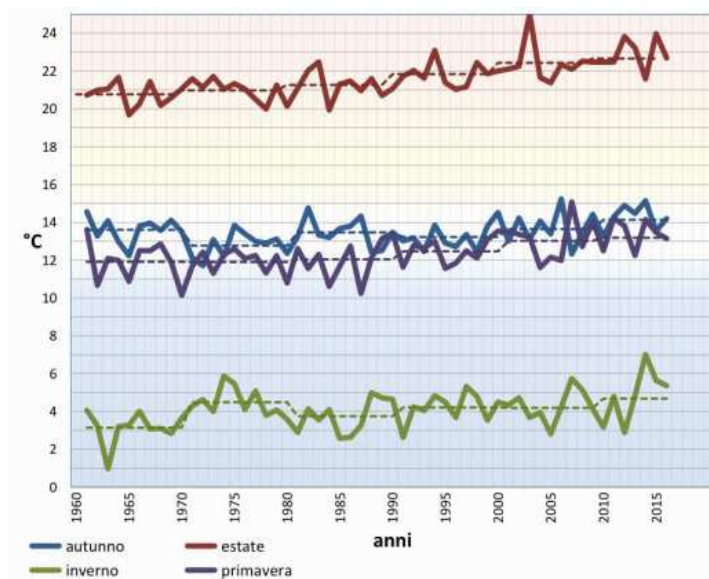


Figura 2. Andamento delle temperature medie stagionali nel periodo 1961-2016 per la pianura del Friuli Venezia Giulia (linee continue). Le linee tratteggiate rappresentano l'andamento delle temperature medie nei diversi decenni. Elaborazione a cura di ARPA FVG – OSMER.

Precipitazioni

Il segnale del cambiamento climatico sulla pluviometria della nostra regione è meno chiaro, anche per la forte variabilità interannuale di questa grandezza meteorologica. Per l'analisi dei dati di precipitazione si è fatto riferimento ad un lavoro congiunto realizzato dalle Agenzie Regionali e Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA e APPA) e dai Centri Funzionali di riferimento delle Regioni centro settentrionali italiane all'interno progetto ARCIS (Archivio Climatologico per l'Italia Centro-Settentrionale; www.arcis.it). In questo lavoro sono stati analizzati i dati di pioggia giornaliera per il periodo 1961-2015 di oltre 1000 stazioni dell'Italia centrosettentrionale e regioni contermini. Per il Friuli Venezia Giulia sono presenti i dati di oltre 90 stazioni. La figura 3 descrive il tasso di variazione nelle precipitazioni annuali e stagionali (trend) osservate nei 55 anni disponibili. Il trend è espresso come mm/anno o mm/stagione.

Si nota come su buona parte della regione vi sia una generale riduzione delle precipitazioni durante la stagione primaverile ed estiva che varia dai -2 ai -4 mm a stagione. D'estate questo trend risulta statisticamente molto significativo specie nella bassa friulana e nell'alta pianura friulana. Durante le stagioni autunnali e invernali si assiste ad un aumento delle piogge anche se i trend non risultano statisticamente significativi.

Il dato annuale risulta territorialmente meno chiaro: da un lato si assiste ad un trend positivo nella parte occidentale della regione (più marcato in zona alpina) dall'altro a una diminuzione media (statisticamente significativa) nelle zone orientali. Per tali aree si può stimare una riduzione delle precipitazioni fino al 15-20 % nel periodo considerato.

Interessante risulta l'analisi del numero di giorni di pioggia, cioè i giorni in cui cade almeno 1 mm di pioggia (fig. 4).

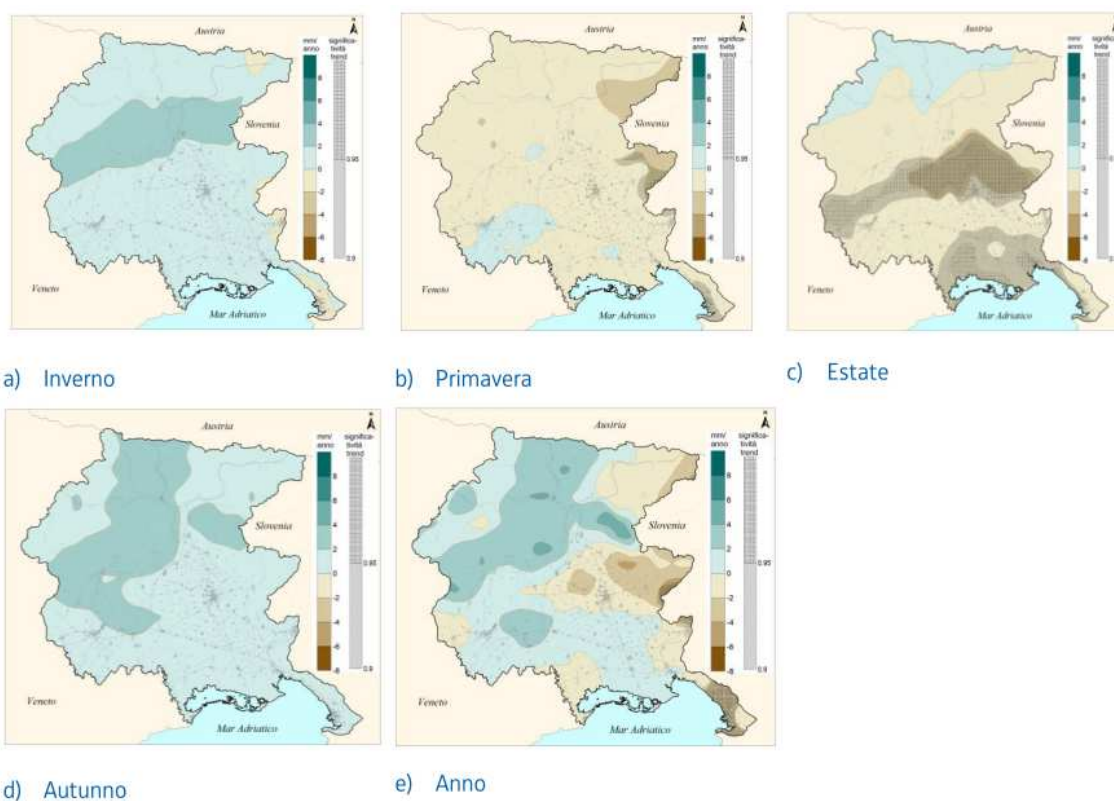


Figura 3. Trend delle precipitazioni medie annue e stagionali espresse in mm/anno dal 1961 al 2015. Fonte: ARPA FVG - OSMER e progetto ARCIS.

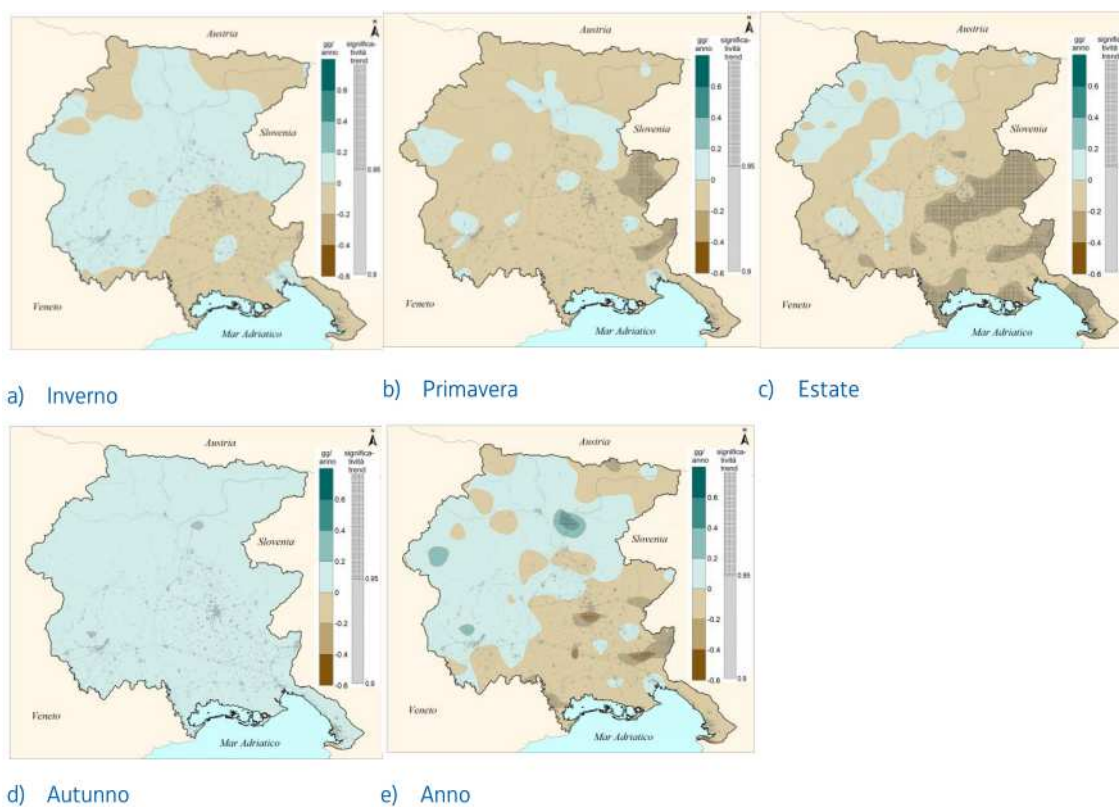
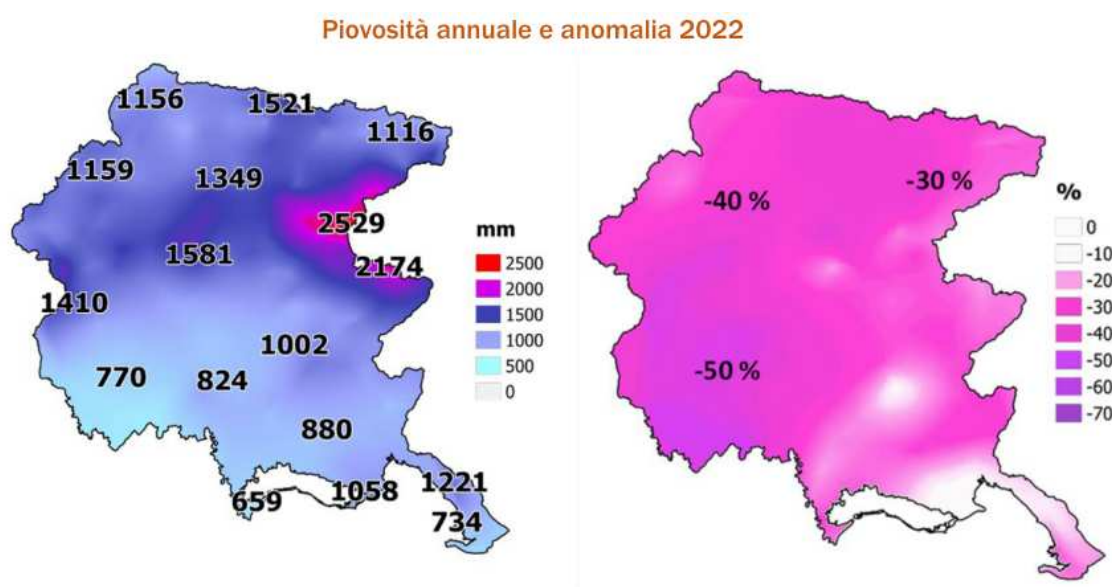


Figura 4. Trend del numero di giorni di pioggia medio annuo e stagionale espresso in gg/anno dal 1961 al 2015. Fonte: ARPA FVG - OSMER e progetto ARCIS.

In buona misura anche questo tasso segue quanto mostrato nelle pluviometrie stagionali: **su quasi tutta la regione in primavera e in estate dal 1961 al 2015 il trend è risultato negativo, con una conseguente diminuzione dei giorni piovosi.**

Durante l'autunno il trend risulta lievemente positivo su tutta la regione mentre d'inverno mostra un comportamento meno caratterizzato a livello territoriale.

Comunque è da sottolineare che solamente per la primavera e per l'estate i tassi rilevati risultano statisticamente significativi. Anche per questa grandezza il dato annuale risulta territorialmente meno chiaro: nella parte occidentale della regione si evidenzia un trend positivo (anche se non statisticamente significativo) mentre nelle zone orientali il trend è negativo e, localmente, statisticamente significativo.



FOCUS SUL 2022: Precipitazioni cumulate dell'anno 2022 in FVG e variazione percentuale rispetto alla climatologia del trentennio 1991-2020

Eventi estremi

In questa sezione analizzeremo i trend osservati di alcuni indicatori termici di eventi estremi in FVG. Il particolare riscaldamento del trimestre estivo in FVG, già osservato al paragrafo precedente, è rilevabile anche dall'aumento delle giornate in cui la temperatura massima supera la soglia dei 30 °C (fig. 5): risulta evidente come **il numero delle giornate molto calde sia passato dai 30 circa degli anni '90 ai quasi 50 nell'ultimo quinquennio.**

Similmente anche il numero delle notti molto calde (notti tropicali), quelle in cui la temperatura minima supera i 20 °C, è aumentato: in fig. 6 è riportato l'andamento di questo indice calcolato come media di 8 stazioni termometriche della pianura regionale, nel periodo 1991-2016. Anche per questo indice si nota come si sia passati dalle 5 notti circa degli anni '90 alle quasi 15 degli ultimi anni. Il segnale di inverni più caldi, meno intenso, è comunque facilmente leggibile osservando l'andamento del numero di giorni di gelo, cioè giorni in cui la temperatura minima scende sotto lo zero. Il grafico della figura 7 mostra come questo indice, calcolato sempre come

media delle medesime 8 stazioni di pianura, sia rimasto praticamente costante nei valori medi quinquennali dal 1991 fino al 2005 con valori intorno ai 60 giorni, per scendere a poco più di 40 negli ultimi anni.

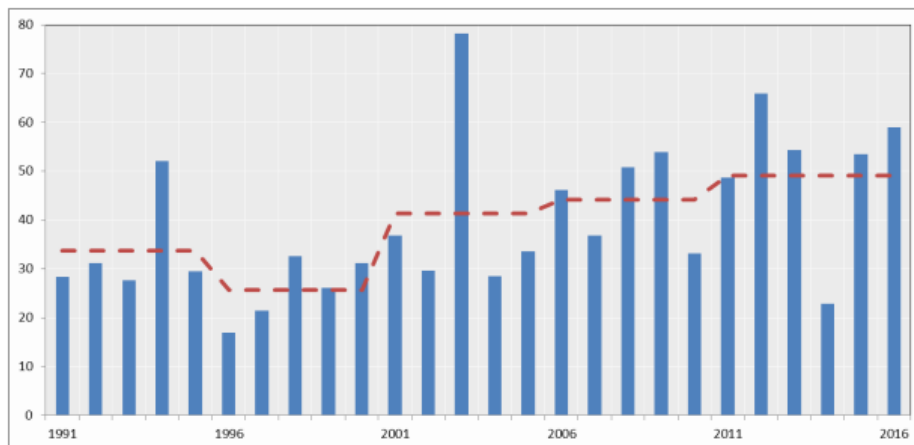


Figura 5. Numero di giorni in cui la temperatura massima ha superato la soglia di 30°C nel periodo 1991-2016 per la pianura del FVG. La linea rossa rappresenta l'andamento medio quinquennale.

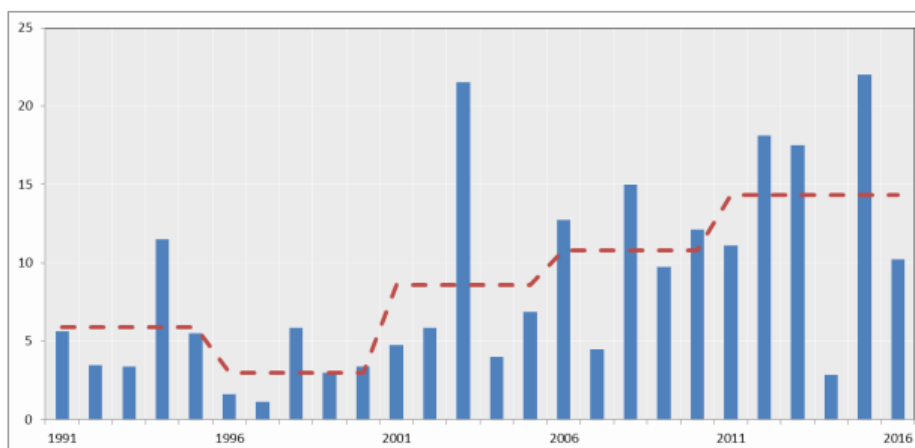


Figura 6. Numero di notti in cui la temperatura minima si mantiene al di sopra della soglia di 20°C nel periodo 1991-2016 per la pianura del FVG. Fonte: ARPA-OSMER.

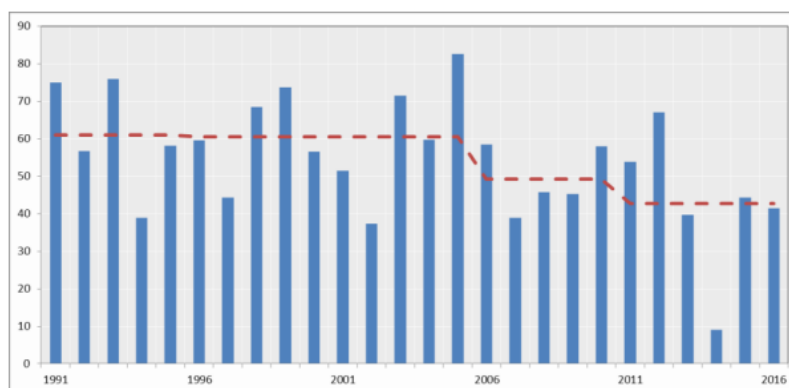


Figura 7. Numero giorni in cui la temperatura minima raggiunge la soglia di 0 °C nel periodo 1991-2016 per la pianura del FVG. Fonte: ARPA-OSMER.

La ventosità nella zona del Gemonese

Dal catalogo climatico di ARPA FVG è desumibile la seguente situazione con riferimento alla ventosità dell'area del Gemonese.

Stazione di Gemona del Friuli:

m/s	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
1999													
2000	13.6	14.6	17.2	14.9	18.8	13.8	18.0	20.6	13.7	19.8	18.1	16.8	21.6
2001	16.2	17.3	17.7	16.6	15.6	18.8	14.0	19.6	16.9	12.7	17.0	16.5	19.6
2002	13.0	15.8	18.0	17.1	14.1	14.6	16.1	15.4	13.6	17.2	16.9	13.5	18.0
2003	16.9	14.1	13.6	16.6	18.9	15.3	18.3	20.7	23.3	15.2	16.8	19.5	23.3
2004	11.6	16.0	15.6	13.8	12.3	15.1	11.9	16.3	10.9	14.2	24.3	15.8	24.3
2005	17.8	15.7	11.5	18.4	14.9	16.1	13.1	11.6	13.8	12.1	16.4	14.6	18.4
2006	14.2	16.6	20.4	18.9	12.4	20.0	13.3	14.4	18.7	14.3	14.4	15.1	20.4
2007	15.8	12.6	17.4	10.9	13.2	13.1	13.6	11.6	27.5	18.4	18.0	15.2	27.5
2008	17.8	13.4	19.1	15.3	13.0	17.1	14.4	17.0	17.2	18.2	20.3	16.9	20.3
2009	14.7	21.4	16.3	13.5	14.9	15.1	16.2	14.9	16.3	17.4	14.8	16.1	21.4
2010	16.6	15.1	17.1	15.8	13.5	17.2	17.9	12.7	12.6	15.9	13.2	17.3	17.9
2011	15.3	11.9	15.4	18.5	17.6	14.3	13.8	15.0	12.9	11.9	11.5	18.2	18.5
2012	18.2	16.6	12.1	14.2	15.2	12.1	19.8	13.2	15.3	16.0	17.7	19.3	19.8
2013	16.8	18.9	19.0	12.7	13.3	15.1	15.1	18.6	16.3	15.3	25.9	19.6	25.9
2014	15.3	15.1	17.6	15.9	16.6	18.8	18.6	16.0	15.6	22.1	16.4	15.1	22.1
2015	16.7	17.9	19.5	16.0	17.6	10.8	20.6	15.2	14.5	11.9	14.7	11.8	20.6
2016	12.1	14.5	15.8	16.3	13.0	14.2	21.4	16.6	11.1	10.7	14.3	11.9	21.4
2017	16.4	14.2	17.5	15.8	13.8	16.2	20.1	19.6	13.9	14.4	22.1	14.2	22.1
2018	13.7	15.2	19.0	13.0	16.3	13.7	14.3	16.8	15.4	19.8	13.7	11.7	19.8
2019	15.2	18.6	16.5	15.8	19.4	16.4	15.0	12.8	13.8	13.9	16.8	15.0	19.4
2020	14.3	20.4	15.1	11.8	12.3	11.5	13.6	15.4	14.8	15.9	14.2	15.4	20.4
2021	16.2	13.9	19.8	15.6	14.7	17.4	18.0	14.3	27.6	14.9	14.9	12.3	27.6
2022	16.0	16.1	12.1	17.1	11.8	13.1	15.3	18.0	13.6	11.3	19.6	13.5	19.6
2023	16.9	18.2	18.3	16.4	19.8	17.2	21.5	14.8	15.0	21.5	26.7	19.2	26.7
2024	17.6												

Stazione di Bordano:

m/s	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2004								10.4	9.9	10.7	17.1	12.9	16.9
2005	12.3	12.6	8.9	16.9	9.8	10.4	10.7	9.3	10.5	10.6	15.3	12.8	16.9
2006	17.0	16.9	17.9	13.6	11.3	19.3	14.4	11.2	9.6	13.4	13.8	13.5	19.3
2007	12.9	11.1	14.9	13.1	11.4	9.3			14.8	17.2	14.0	14.0	
2008	13.4	11.9	17.2	11.4	9.9	11.8	12.5	13.8	12.2	21.5	14.0	18.9	21.5
2009	13.9	17.5	15.1	12.6	13.1	13.8	11.2	10.4	15.2	14.2	15.1	14.8	17.5
2010	13.2	14.4	15.0	11.3	11.7	11.7	15.2	11.6	10.0	13.2	11.6	15.1	15.2
2011													
2012													
2013													
2014													
2015													
2016													
2017													
2018													
2019													
2020													
2021													
2022													
2023													
2024													

Da quanto sopra si evince la seguente situazione in merito al valore massimo mensile della velocità del vento a 10 m.

Elaborazioni mensili - Valore massimo mensile della velocità del vento a 10 m		
Stazione: Gemona del Friuli (UD)		
Grandezza	Periodo 1999 - 2024	
Valore massimo mensile della velocità del vento a 10 m	27,6 m/s	99,36 km/h

Elaborazioni mensili - Valore massimo mensile della velocità del vento a 10 m		
Stazione: Bordano (UD)		
Grandezza	Periodo 2004 - 2024	
Valore massimo mensile della velocità del vento a 10 m	21,5 m/s	77,4 km/h

6. VARIABILITA' CLIMATICA FUTURA IN FRIULI VENEZIA GIULIA

Temperatura

La figura 8 rappresenta l'andamento dell'anomalia delle temperature invernali (a) ed estive (b) fino al 2100 rispetto al trentennio di riferimento 1976-2005 per gli scenari RCP 2.6 (linea blu), RCP 4.5 (linea verde) e RCP 8.5 (linea rossa). Tali grafici evidenziano l'ammontare dell'incremento della temperatura per il FVG per la media dell'ensemble dei modelli utilizzati a seconda dello scenario futuro considerato. Nello specifico, rispetto alla media del trentennio di riferimento, nel FVG in inverno si potrà assistere ad un aumento medio da circa 1.3 °C (RCP2.6) fino a circa 5.3 °C (RCP8.5), mentre in estate si potrebbe osservare un incremento anche fino a quasi 6 °C (RCP8.5) al 2100, con un aumento anche di circa 2.5 °C al 2050. Da notare che, mentre nello scenario più estremo RCP8.5, le temperature continuano a salire durante il 21mo secolo, negli RCP4.5 e RCP 2.6 si stabilizzano nella seconda parte del secolo.

Questo è dovuto all'andamento delle concentrazioni di gas serra che essenzialmente seguono andamenti simili nei due scenari. Per semplicità, la fig. 1.2.3 mostra solo l'andamento della media dell'ensemble, ma come abbiamo già menzionato, esiste uno spread fra i risultati dei vari modelli, che può essere considerato come una misura dell'incertezza nelle proiezioni. Per dare un'idea di questa incertezza, la fig. 9 mostra l'andamento delle temperature invernali (DJF) ed estive (JJA) simulate dai diversi modelli sul territorio del FVG per lo scenario RCP8.5.

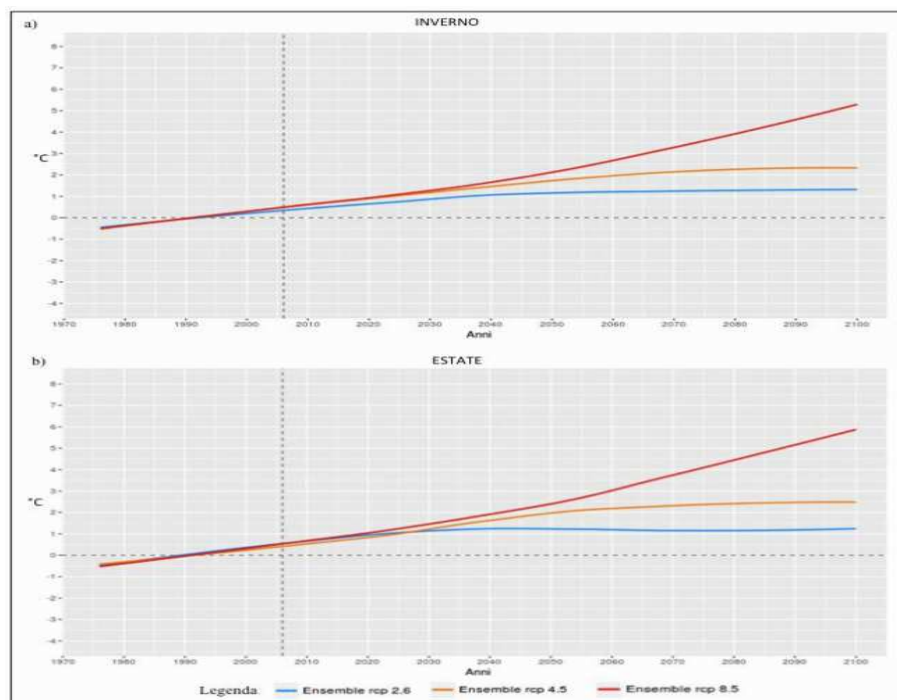


Figura 8. Andamento dell'anomalia delle temperature invernali (a) ed estive (b) in Friuli Venezia Giulia fino al 2100 rispetto al trentennio di riferimento 1976-2005 per gli scenari RCP 2.6 (linea azzurra), 4.5 (linea arancione) e 8.5 (linea rossa). Fonte: ICTP, Earth System Physics.

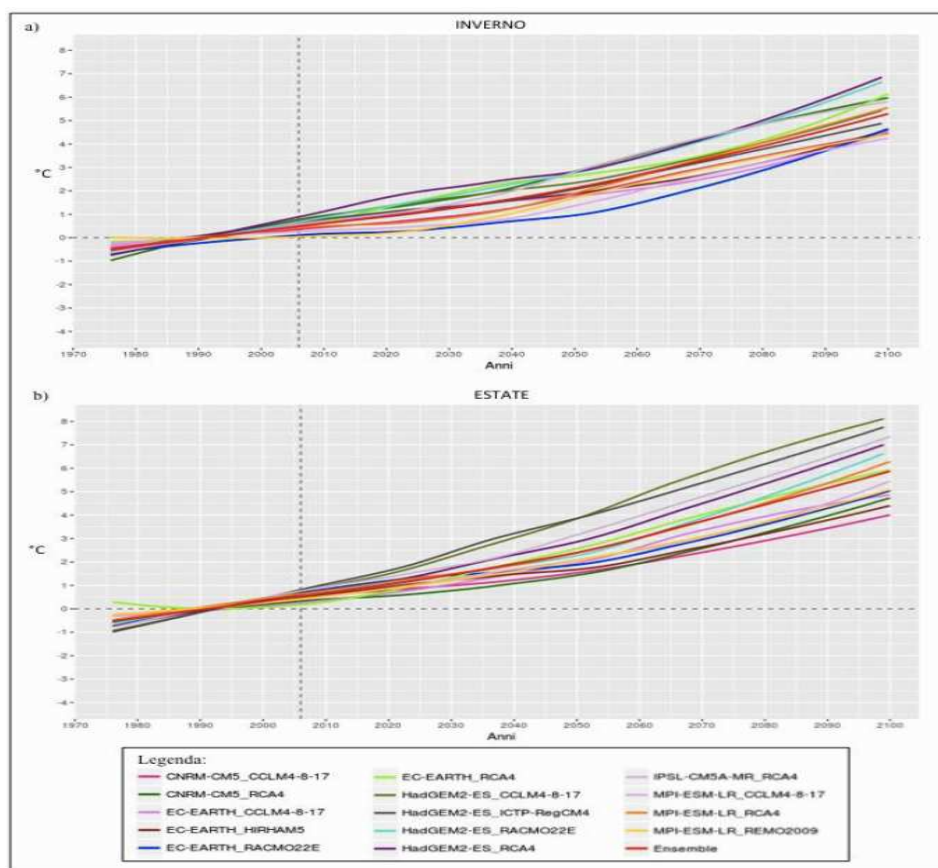


Figura 9. Andamento dell'anomalia delle temperature invernali (a) ed estive (b) in Friuli Venezia Giulia fino al 2100 rispetto al trentennio di riferimento 1976-2005 per lo scenario RCP 8.5, per tutti i modelli disponibili e per la loro media (ensemble, linea rossa). Fonte: ICTP, Earth System Physics.

Come si può vedere, lo spread dei modelli attorno alla media di ensemble al 2100 è di circa +/- 1.5 °C per l'inverno, mentre è maggiore, +/- 2 °C per l'estate. Questo è probabilmente dovuto al fatto che in estate processi locali, come la convezione e gli scambi di calore con il suolo, sono più importanti, ed i diversi modelli hanno diverse rappresentazioni di questi processi. Si vede anche che lo spread fra modelli tende ad aumentare nel tempo, specialmente in estate. Come risultato di questo spread, si vede che il valore massimo stimato di riscaldamento al 2100 raggiunge i 7 °C in inverno e gli 8 °C in estate. Per analizzare la distribuzione geografica del riscaldamento nella regione del FVG, la fig. 10 presenta mappe della media di ensemble dell'anomalia di temperatura per la stagione invernale (colonna sinistra) ed estiva (colonna destra), nello scenario RCP 2.6 per gli intervalli temporali 2021-2050 (a) e 2071-2100 (b) rispetto al riferimento 1976-2005. Analogamente, la stessa analisi è presentata per lo scenario RCP8.5 (i.e. lo scenario IPCC più estremo) nelle quattro mappe dei pannelli c) e d). La fig. 10 evidenzia come, già per lo scenario RCP2.6, nel periodo di breve e lungo termine (2021-2050, 2071-2100), soprattutto nella stagione estiva (fig. 10 a e 10 b, destra), si potrà assistere ad un incremento di 2-3 °C su tutta la regione; mentre d'inverno (fig. 10 a e 10 b, sinistra) l'anomalia si assesta attorno a circa 1-2 °C. Tale andamento estivo è previsto anche per lo scenario RCP8.5 nel breve periodo (fig. 10 c, destra), mentre per il trentennio futuro 2071-2100 (periodo in cui è auspicabile l'attuazione di

misure di adattamento, nonché di mitigazione nell'immediato futuro) nell'RCP8.5 (fig. 10 d, destra) la temperatura potrebbe subire un incremento fino a 5-6 °C.

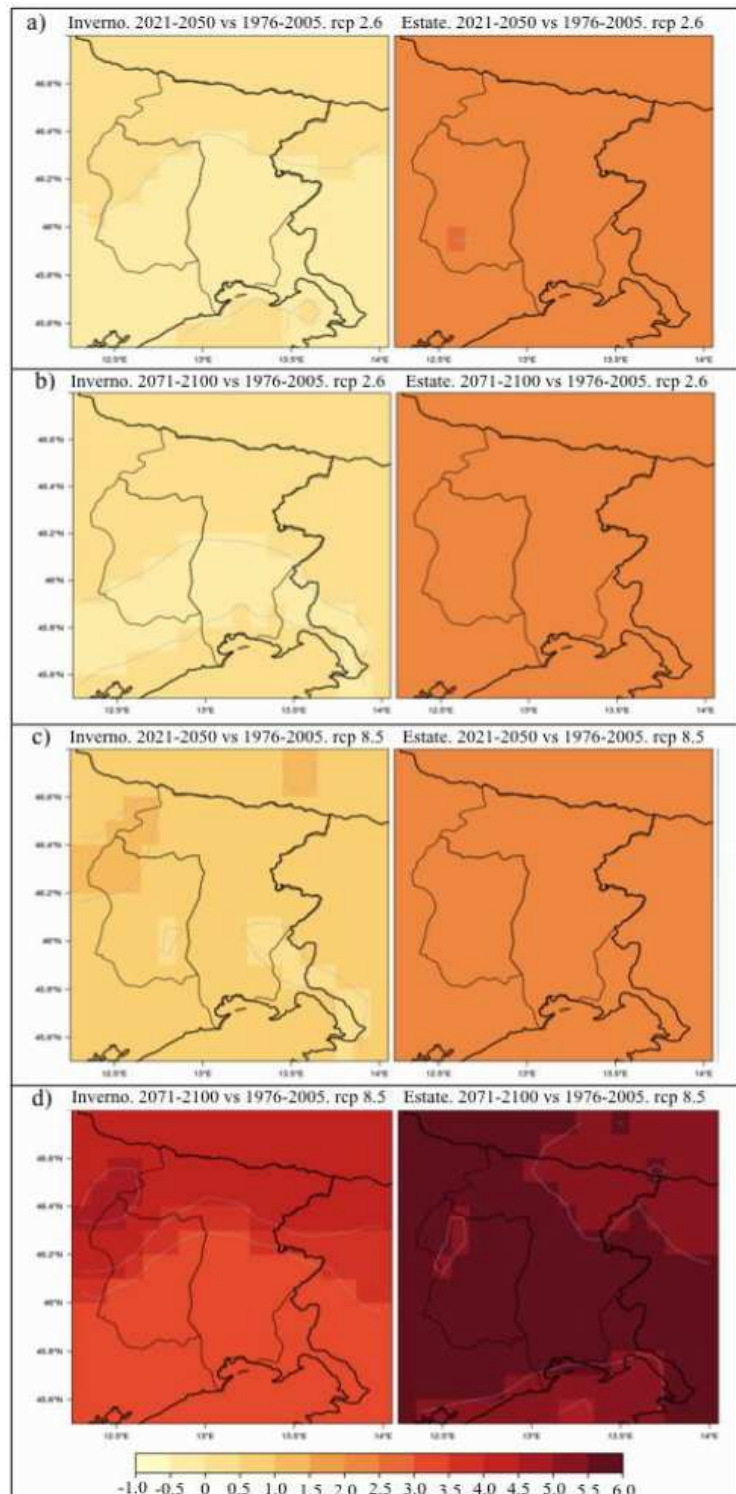


Figura 10. Variazione dell'anomalia di temperatura in Friuli Venezia Giulia durante la stagione invernale (colonna sinistra) ed estiva (colonna destra) per lo scenario RCP 2.6 per l'intervallo temporale 2021-2050 (a) e 2071-2100 (b) rispetto al riferimento 1976-2005; analogamente per lo scenario RCP 8.5 (c e d). Fonte: ICTP, Earth System Physics.

Durante l'inverno, per l'RCP8.5 l'anomalia di temperatura mostra un incremento fino a circa 3 °C nel breve periodo (fig. 10 c, sinistra), mentre per il trentennio 2071-2100 (fig. 10 d, sinistra) dai 3 °C (dalla costa fino alla zona collinare) ai 5 °C (nella zona prealpina).

Un segnale di conferma in tal senso si riscontra dai dati rilevati da OSMER nell'ultimo decennio rispetto ai dati storici di riferimento che già danno per acquisito un aumento durante la stagione invernale tra 0.5 °C e 1 °C in pianura e, in modo ancora più evidente, un aumento delle temperature estive fra 1 °C e 2 °C.

Infine, la fig. 10 mostra che, per quanto riguarda il segnale estivo, l'anomalia di riscaldamento è abbastanza omogenea all'interno della regione, eccetto per il trentennio 2071-2100, in cui è minore nelle aree nord-orientali. Per il periodo invernale invece, il riscaldamento è maggiore nelle zone settentrionali, alpine e pre-alpine, che in quelle centrali e costiere. Questo probabilmente anche a causa della fusione di ghiacci e neve indotto dalle maggiori temperature.

Precipitazioni

La fig. 11 mostra la variazione prevista durante il 21mo secolo della precipitazione media in regione rispetto al valore medio di riferimento (2076-2005) nel caso dei tre scenari di concentrazione e delle stagioni invernale (dicembre-gennaio-febbraio) ed estiva (giugno-luglio-agosto). Come per la fig. 11, il valore riportato è la media dell'ensemble di tutti i modelli.

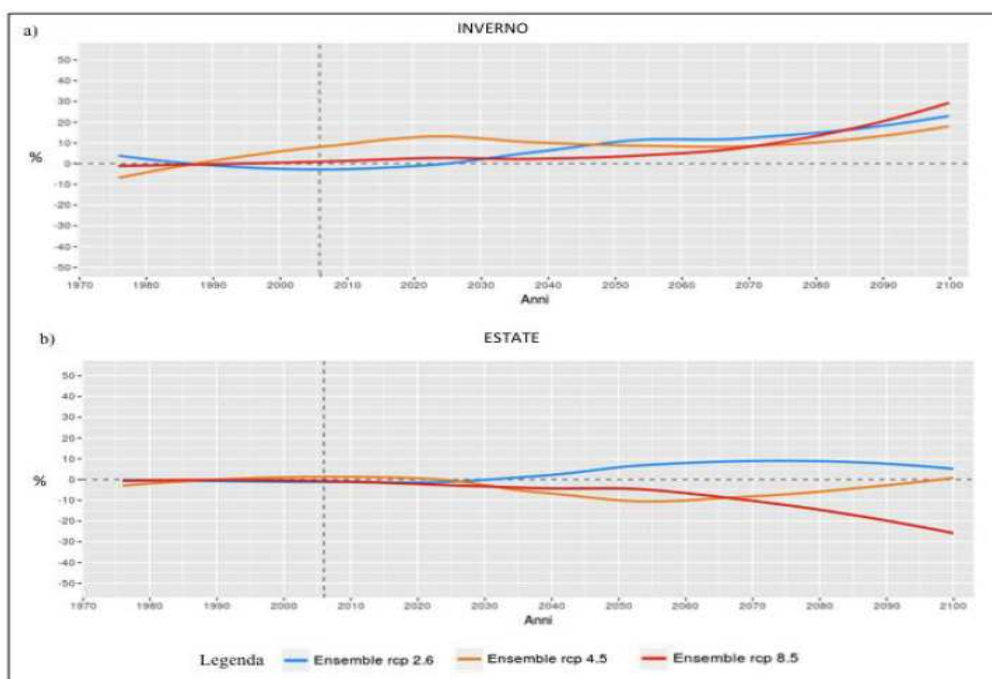


Figura 11. Andamento dell'anomalia delle precipitazioni invernali (a) ed estive (b) in Friuli Venezia Giulia fino al 2100 rispetto al trentennio di riferimento 1976-2005 per gli scenari RCP 2.6 (linea azzurra), 4.5 (linea arancione) e 8.5 (linea rossa). Fonte: ICTP, Earth System Physics.

Si può vedere come per la stagione invernale in tutti e tre gli scenari si prevede un aumento di precipitazione invernale, soprattutto a partire dalla metà del secolo, fino a 20-30 % per la fine del secolo. In estate il segnale è più contrastato, con variazioni entro i +/-10 % negli scenari RCP2.6 e RCP 4.5. Solo lo scenario più estremo RCP8.5 mostra un andamento di chiara diminuzione della precipitazione estiva a partire dalla metà del secolo, fino ad un deficit di circa 25 % a fine secolo. **In generale, quindi, i modelli mostrano un segnale dominante di aumento di precipitazione invernale e diminuzione di precipitazione estiva nel caso RCP8.5.** Va però sottolineato che la simulazione della precipitazione è caratterizzata da incertezze maggiori che per la temperatura, perché la precipitazione è un integratore di molti processi di difficile rappresentazione nei modelli climatici. Questa incertezza è illustrata in maniera efficace dalla fig. 12, che mostra gli andamenti della anomalia di precipitazione invernale ed estiva per il FVG nei diversi modelli dell'ensemble (per lo scenario RCP8.5).

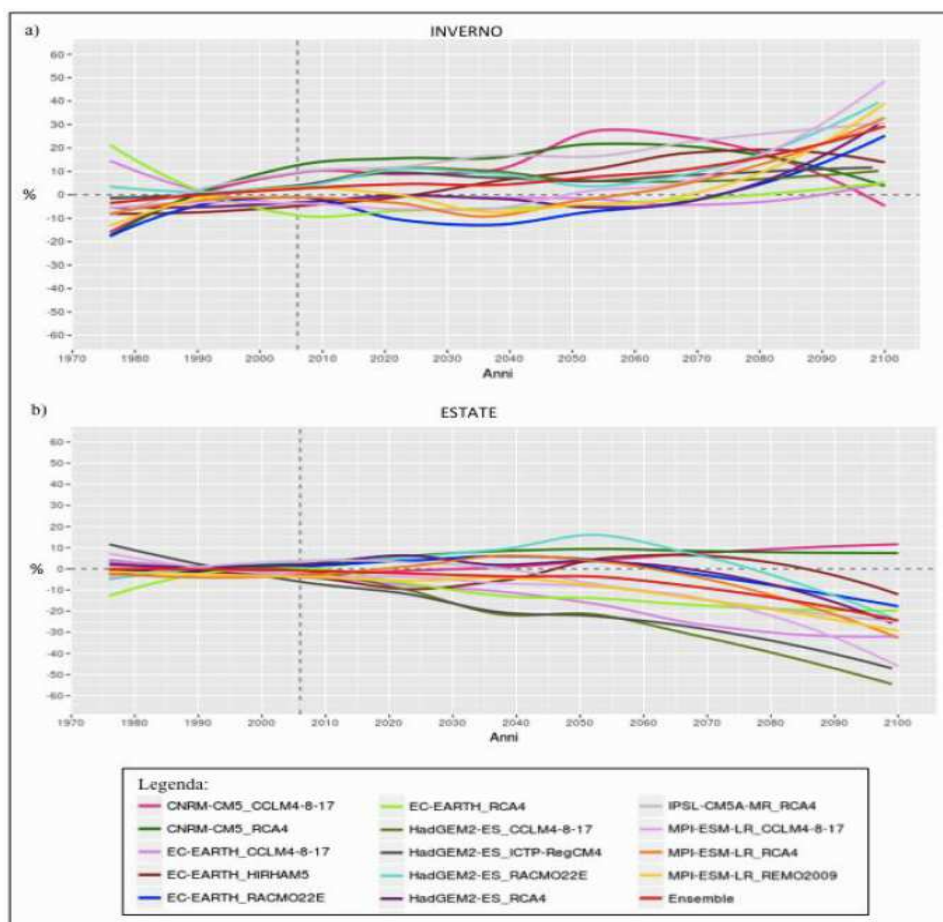


Figura 12. Andamento dell'anomalia delle precipitazioni invernali (a) ed estive (b) in Friuli Venezia Giulia fino al 2100 rispetto al trentennio di riferimento 1976-2005 per lo scenario RCP 8.5, per tutti i modelli disponibili e per la loro media (ensemble, linea rossa). Fonte: ICTP, Earth System Physics.

Si può chiaramente vedere che lo spread fra i modelli, che come abbiamo già discusso è una misura dell'incertezza nella previsione, è molto marcato, con alcuni dei modelli che sono addirittura in controtendenza rispetto alla media di ensemble. Si vede anche come la

precipitazione per un'area piccola come il FVG sia caratterizzata da una marcata variabilità interdecadale nei modelli individuali, che viene filtrata quando si prende la media di ensemble per estrarre il segnale comune. La distribuzione geografica delle anomalie di precipitazione rispetto al periodo di riferimento (1976-2005) per i due periodi futuri e gli scenari RCP2.6 e RCP8.5 sono riportati nella fig. 13. In questo caso possiamo notare una maggiore variabilità geografica del segnale rispetto a quello della temperatura. Nell'RCP2.6 in inverno l'aumento di precipitazione è più marcato nelle zone costiere e prealpine/alpine rispetto alle aree centrali della regione, mentre in estate vediamo variazioni generalmente piccole (meno del 5 %) nel periodo 2021- 2050 ed una tendenza ad un leggero aumento nelle zone meridionali per il periodo 2071-2100. Le variazioni nello scenario RCP2.6 sono però generalmente piccole in estate e quindi probabilmente non statisticamente significative.

Il segnale è molto più chiaro nello scenario RCP8.5. Confermando gli andamenti previsti nell'RCP2.6, anche in questo caso in inverno viene previsto un aumento di precipitazione su tutta la regione, ma maggiore nelle zone settentrionali e meridionali. Nella stagione estiva si osserva una marcata diminuzione di precipitazione soprattutto nelle aree centrali della regione e nel periodo più lontano 2071-2100, dove questa diminuzione potrebbe eccedere il 20-25 %.

Sintetizzando i risultati di questa sezione, l'ensemble dei modelli mostra un generale aumento della precipitazione invernale sul FVG in tutti gli scenari, più accentuato nelle regioni settentrionali e centro-meridionali. D'estate un segnale chiaro si trova solo nello scenario più estremo RCP8.5, con una marcata diminuzione di precipitazione soprattutto nelle regioni centrali del FVG. Tuttavia va ricordato che lo spread dei modelli, e quindi l'incertezza di queste proiezioni, è relativamente alto.



Cambiamento della temperatura media annua di Udine a partire dal trentennio di riferimento 1961-1990, rappresentato come «spostamento» della città verso sud, calcolato confrontando le proiezioni climatiche per Udine al 2070-2100 (ICTP per ARPA FVG, 2018) e la media climatica 1961-1990 di altre località italiane

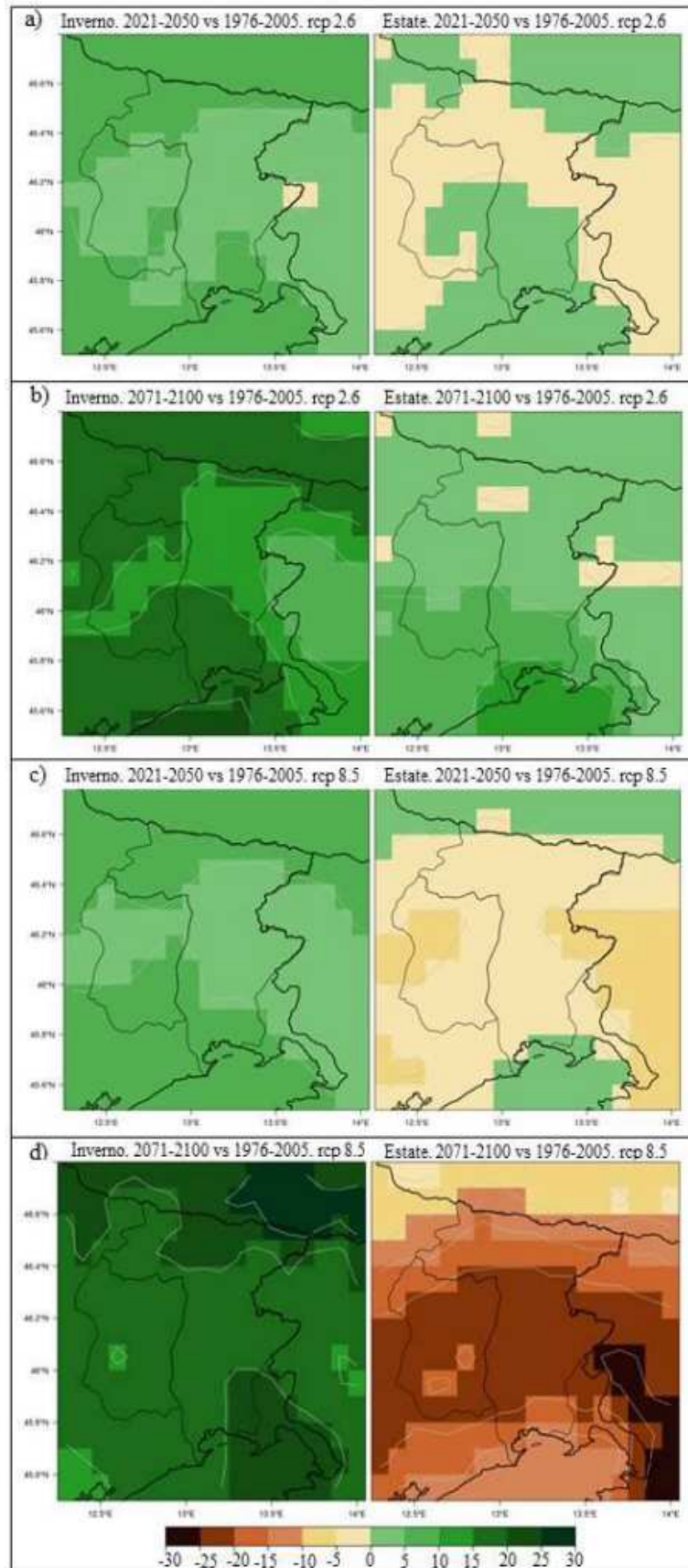


Figura 13. Variazione dell'anomalia delle precipitazioni in Friuli Venezia Giulia durante la stagione invernale (colonna sinistra) ed estiva (colonna destra) per lo scenario RCP 2.6 per l'intervallo temporale 2021-2050 (a) e 2071-2100 (b) rispetto al riferimento 1976-2005; analogamente per lo scenario RCP 8.5 (c e d). Fonte: ICTP, Earth System Physics..

Eventi estremi

In questa sezione analizzeremo i cambiamenti previsti dai modelli in alcuni indicatori di eventi estremi, sia di carattere termico che idro-climatico, di interesse per i possibili impatti su società ed ecosistemi naturali. Un indice rappresentativo di eventi estremi termici è quello delle ondate di calore, definite come periodi di giorni consecutivi in cui l'anomalia termica giornaliera è al di sopra di una data soglia. Le soglie che vengono tipicamente usate per caratterizzare le ondate di calore sono sequenze di 5 giorni consecutivi in cui la temperatura è maggiore di 5 °C rispetto alla media di riferimento per quel giorno dell'anno. Questo indice di ondate di calore è stato elaborato sulla regione FVG per la stagione estiva e gli intervalli futuri 2021-2050 e 2071-2100, per essere confrontato con i valori relativi al trentennio 1976-2005 e per gli scenari RCP2.6 e RCP8.5. Da notare che le anomalie per i periodi futuri sono calcolate rispetto alla media del periodo di riferimento, dato che si vogliono identificare periodi particolarmente caldi rispetto al clima presente. Quindi, il calcolo delle ondate di calore future è influenzato sia dal riscaldamento medio che da eventuali modifiche della variabilità interannuale.

La fig. 14 riporta il numero medio di giorni di ondate di calore per stagione nel periodo di riferimento e in quelli futuri. La media è calcolata su tutto l'ensemble dei modelli disponibili.

Notiamo prima di tutto, che nel periodo di riferimento (cioè in condizioni attuali) il numero medio di giorni di ondate di calore per stagione è inferiore a 5, e quindi che in media c'è meno di un'ondata di calore per stagione. Questo ci mostra che le soglie scelte corrispondono effettivamente ad eventi termici molto estremi.

La fig. 14 altresì evidenzia che già per lo scenario RCP2.6 si prevedono da 5 a 10 giorni in cui le temperature saranno maggiori di 5°C rispetto alla media del 1976-2005; quindi le ondate di calore estive così calcolate saranno in media 1 o 2 all'anno, essenzialmente più del doppio di quelle attuali. In riferimento allo scenario RCP8.5, se per il breve periodo le ondate di calore estive si assestano su 1 o 2 all'anno come per l'RCP2.6, per il trentennio 2071-2100, si arriverà in pianura ad avere anche 40 giorni in cui le temperature estive saranno di almeno 5 °C superiori alla media di riferimento in un anno (i.e. 8 eventi di ondate di calore, più di un mese, ogni estate). Ciò può significare che in futuro la maggior parte dell'estate sarà interessata da ondate di calore (come nell'estate del 2003), provocando importanti conseguenze sulla salute umana, sui raccolti e l'allevamento, sui ghiacciai e sugli ecosistemi più vulnerabili. Un ulteriore indicatore di stress termico è il numero di giorni in cui la cui temperatura massima eccede i 30 °C ed il numero di notti in cui la temperatura minima eccede 20 °C. Dato che queste metriche dipendono dal valore assoluto delle temperature, e non dalle anomalie come nel caso delle ondate di calore, è possibile che siano influenzate da bias sistematici nei modelli. Per ovviare a questo problema è stata effettuata una cosiddetta bias-correction usando dati osservati per cinque località del FVG: Trieste, Udine, Gorizia, Pordenone e Tolmezzo (quest'ultima rappresentativa di località montane). Gli andamenti del numero di giorni e notti calde per le 5 località sono poi stati calcolati per le simulazioni del 21mo secolo. Il

processo di bias-correction per le temperature consiste sostanzialmente nel correggere le temperature del modello a livello mensile con una quantità pari e di segno opposto al bias del modello stesso rispetto alle osservazioni per il periodo di riferimento 1986-2005. La fig. 15 riporta la media di ensemble delle proiezioni del numero di notti e giorni caldi (cioè con temperature superiori alle soglie di 20 °C e 30 °C, rispettivamente) nelle cinque località summenzionate per i tre scenari di concentrazione. La località di Trieste, rappresentativa delle aree costiere, è quella con il maggior numero di notti calde, circa 40 nel periodo 1976-1985, ed il minor numero di giorni caldi, dai 10 ai 20 nello stesso periodo. Il numero di notti calde a Trieste aumenta linearmente a causa del riscaldamento globale fino a valori attorno a 70 nel 2035 per poi stabilizzarsi alla fine del secolo attorno ai 70 nell'RCP2.6, 80-90 nell'RCP4.5 e oltre i 120, quindi un incremento del 300 %, nel caso del RCP8.5. Il numero di giorni caldi a Trieste mostra un incremento minore, attestandosi per la fine del secolo, attorno ai 20-30 nel RCP2.6, 40 nel RCP4.5 e 70 nel RCP8.5 (che in ogni caso rappresenta un aumento di più del 300 %). **Nelle zone costiere quindi l'aumento di notti calde sembra essere il problema principale di stress termico.** L'andamento sia delle notti che dei giorni caldi **nelle tre località di pianura (Udine, Pordenone e Gorizia)** è abbastanza simile. Il numero di notti calde aumenta da valori attorno ai 5-10 nel 1976-85 fino a valori sui 20 (RCP2.6), 30-40 (RCP4.5) e 70-80 (RCP8.5) per la fine del 21mo secolo. Il numero di giorni caldi, invece, aumenta da valori attorno ai 20-30 nel 1976-85 fino a 40-50 (RCP2.6), 60-70 (RCP4.5) e 90-100 RCP8.5) per il 2100. **Rispetto a Trieste quindi osserviamo un maggior numero, e maggior aumento, di giorni caldi, ed un minore numero (e aumento) di notti calde.**

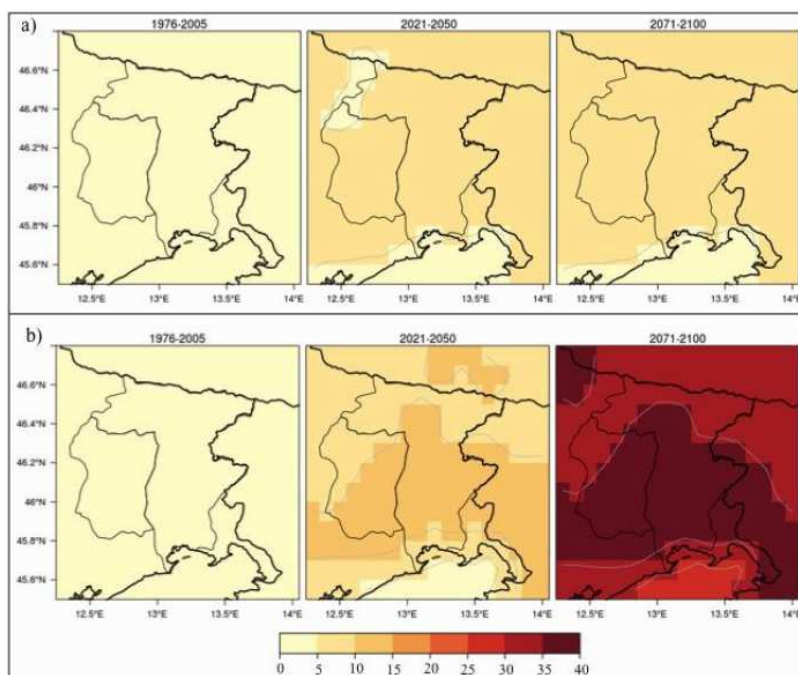


Figura 14. Anomalie delle ondate di calore previste in Friuli Venezia Giulia considerando 5 giorni consecutivi in cui la temperatura sarà maggiore di 5 °C rispetto alla media di riferimento negli intervalli futuri 2021-2050 e 2071-2100 rispetto al trentennio 1976-2005 per gli scenari RCP 2.6 e 8.5 (rispettivamente a e b). Fonte: ICTP, Earth System Physics.

Infine, **la località montana** di Tolmezzo vede un aumento di notti calde da una quasi assenza nel 1976-85 a circa 15 (RCP2.6), 15 (RCP4.5) e 45 (RCP8.5) e un aumento di giorni caldi da circa 10-20 nel 1976-85 a 20-30 (RCP2.6), 40-50 (RCP4.5) e 70-75 (RCP8.5) per la fine del secolo. Dalla fig. 1.2.11, **dunque, si evince chiaramente che per lo scenario RCP8.5 lo stress termico associato sia a giorni che notti calde aumenta considerevolmente in risposta al riscaldamento globale.**

Il riscaldamento globale dovrebbe portare non solo ad un aumento di eventi termici di caldo estremo, ma anche ad una **riduzione degli eventi freddi.**

La fig. 16 mostra l'andamento del numero di giorni di gelo per anno nelle stesse 5 località della fig. 15, come stimati dall'ensemble dei modelli per i tre scenari dopo avere applicato la procedura di bias-correction descritta precedentemente.

Anche qui troviamo una differenza sensibile fra la località costiera di Trieste, le località interne di pianura (Udine, Pordenone e Gorizia) e la località montana di Tolmezzo. **A Trieste i modelli prevedono una diminuzione dei giorni di gelo** da valori attorno ai 10-20 nella fine del 20mo secolo a valori minori di 10 per RCP4.5 e RCP2.6, e addirittura una totale scomparsa per il RCP8.5, per la fine del 21mo secolo. **Il numero di giorni di gelo è più alto nelle tre località interne, fra i 60 e 70, nel 1976-1985, per diminuire drasticamente fino a valori attorno ai 10 nel RCP8.5 per la fine del 21mo secolo** (fra i 30 e i 50 per RCP4.5 ed RCP2.6). A Tolmezzo nel periodo di riferimento troviamo circa 80 giorni di gelo, quasi 3 mesi, che vengono anche in questo caso ridotti a circa 10 nel RCP8.5 per la fine del secolo.

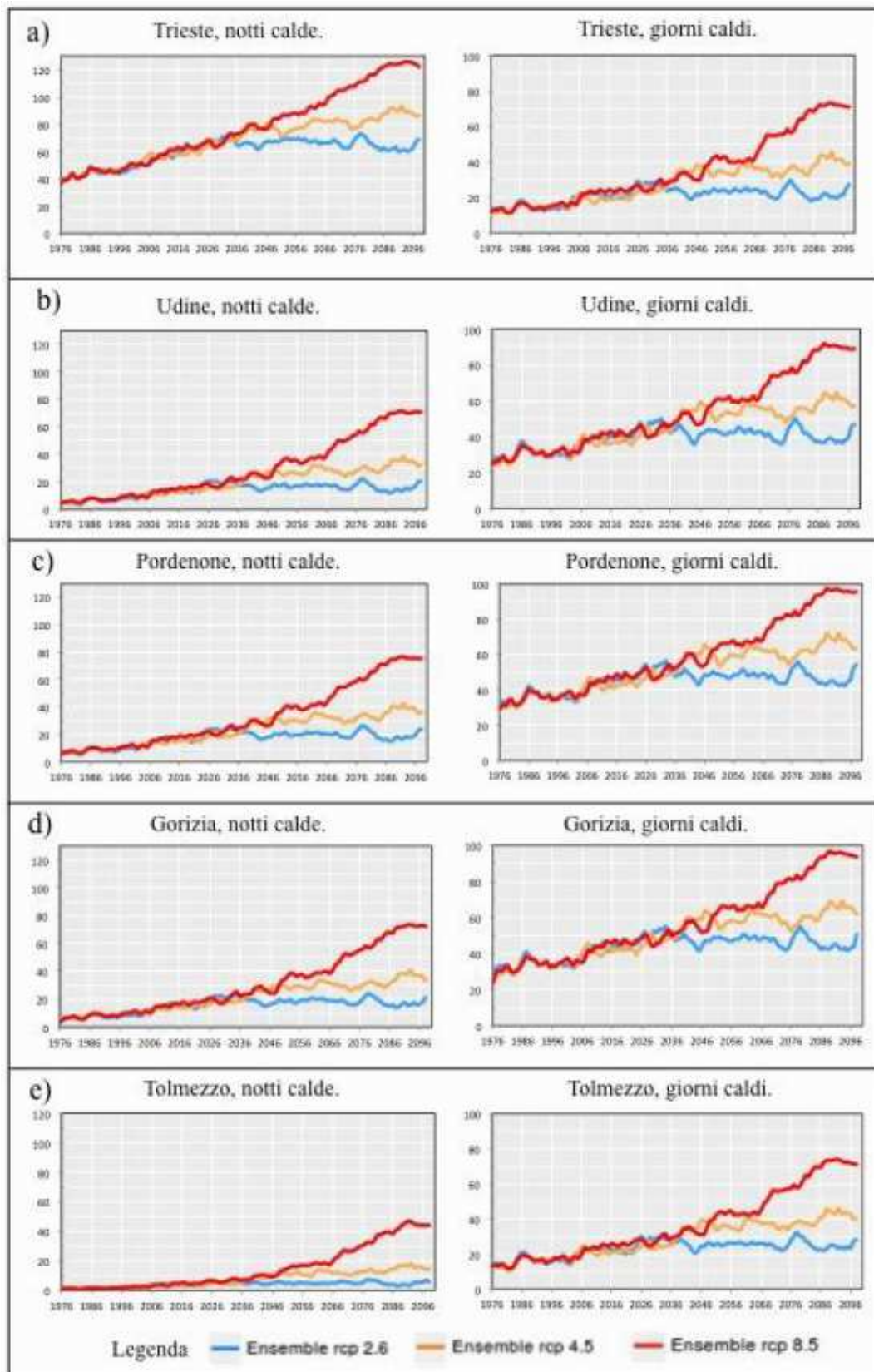


Figura 15. Media quinquennale di ensemble delle proiezioni del numero di notti e giorni caldi (cioè con temperature minime e massime rispettivamente superiori alle soglie di 20 °C e 30 °C) nelle cinque località (Trieste, Udine, Pordenone, Gorizia, Tolmezzo) per gli scenari RCP 2.6 (linea azzurra), 4.5 (linea arancione) e 8.5 (linea rossa). Fonte: ICTP, Earth System Physics.

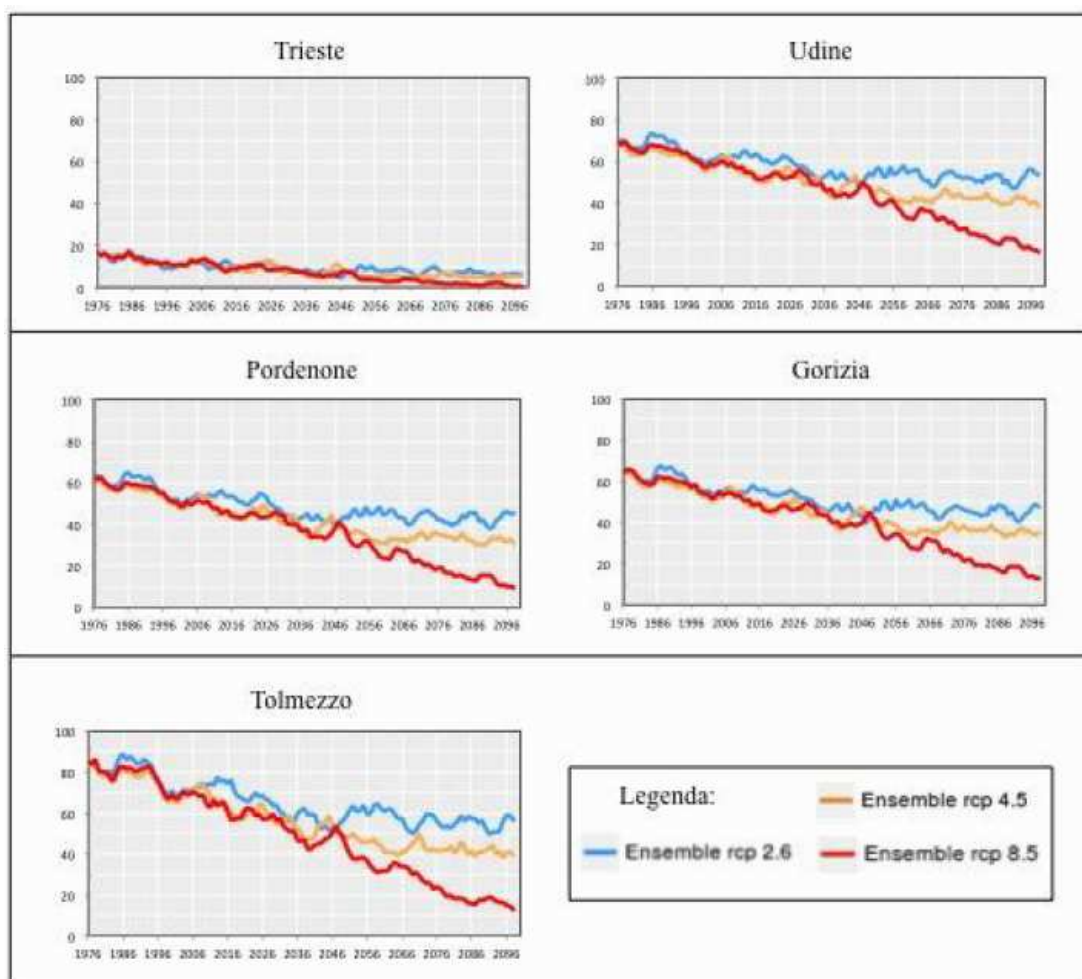


Figura 16. Media quinquennale di ensemble delle proiezioni del numero di giorni di gelo (cioè con temperature minime inferiori a 0 °C) nelle cinque località (Trieste, Udine, Pordenone, Gorizia, Tolmezzo) per gli scenari RCP 2.6 (linea azzurra), 4.5 (linea arancione) e 8.5 (linea rossa). Fonte: ICTP, Earth System Physics.

Passiamo ora all'analisi degli eventi estremi idro-climatici, cioè di quegli eventi che potrebbero per esempio portare a fenomeni alluvionali o di forte erosione.

Uno degli indicatori che vengono comunemente usati per identificare questi eventi è il cosiddetto 95mo percentile della distribuzione delle precipitazioni giornaliere. Questo indice essenzialmente identifica la soglia di intensità di precipitazione al di sopra della quale si trova il 5% degli eventi più intensi e quindi più dannosi. Questa soglia viene normalmente calcolata per un periodo di riferimento (nel nostro caso 1986-2005) e viene poi usata anche come identificatore degli eventi più intensi nei periodi futuri.

La fig. 17 presenta la differenza percentuale di precipitazione al di sopra del 95mo percentile per i due periodi temporali futuri 2021-2050 e 2071-2100 rispetto al periodo di riferimento 1986-2005 per i due scenari RCP2.6 e RCP8.5 e le stagioni invernali (DJF) ed estive (JJA).

Analogamente, la fig. 18 presenta la stessa informazione ma per il cambiamento del numero dei giorni in cui la precipitazione è maggiore del 95mo percentile di riferimento. Il raffronto delle fig. 17 e fig. 18 con la fig. 13 mostra un sostanziale accordo fra i cambiamenti di precipitazione

media e quelli di precipitazione estrema, almeno dal punto di vista qualitativo e soprattutto per lo scenario RCP85.

Quindi in inverno vediamo un aumento di precipitazione media, della precipitazione estrema e dei giorni di precipitazione estrema, mentre in estate si osserva una diminuzione in tutte e tre le grandezze.

Il segnale poi aumenta in maniera consistente nel periodo più lontano, 2071-2100, rispetto a quello più prossimo, 2021-2050. Un elemento interessante di questo confronto è che mentre l'entità del cambiamento di precipitazione intensa è in linea con quella della precipitazione media, il cambiamento nel numero di giorni con precipitazione intensa è minore. Questo vuole dire che **in media l'intensità dei singoli eventi estremi tende a variare più marcatamente.**

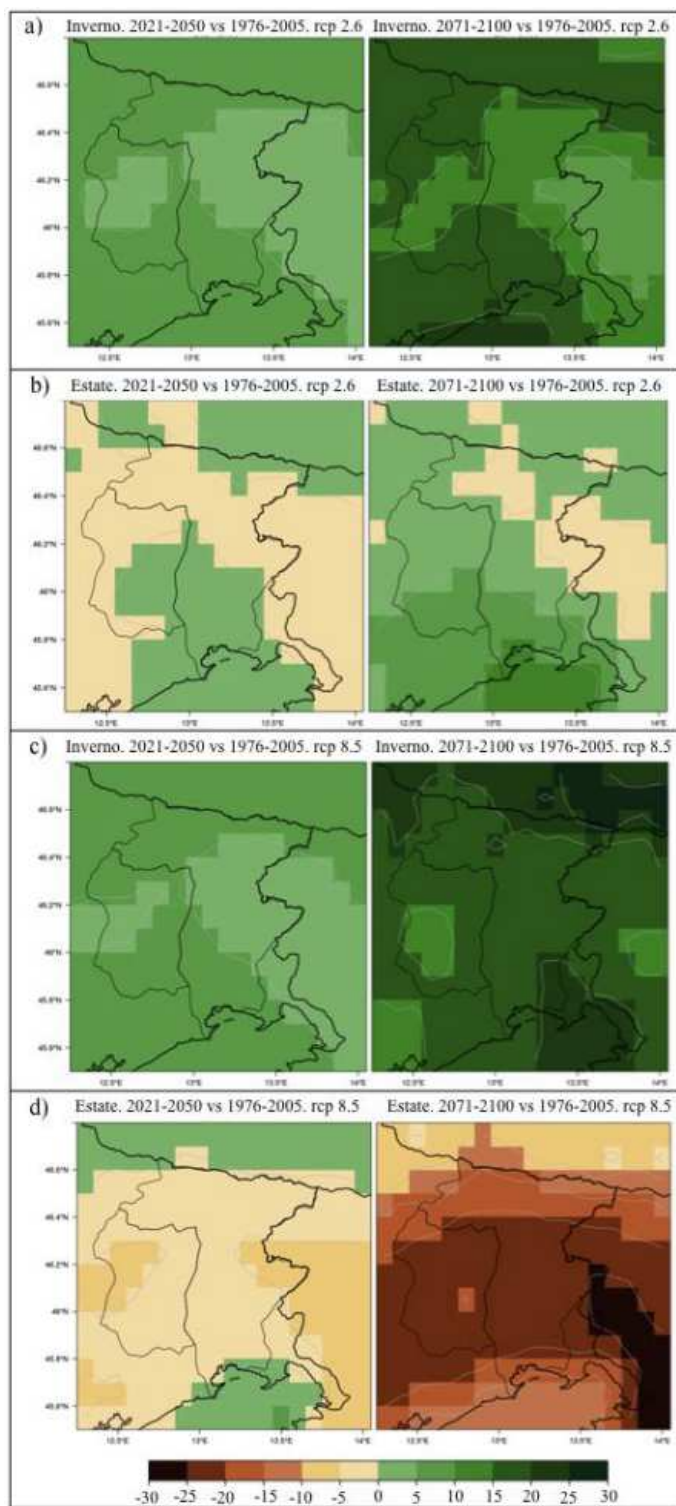


Figura 17. Variazione dell'anomalia delle precipitazioni cumulate oltre il 95esimo percentile per i trentenni 2021-2050 (colonna sinistra) e 2071-2100 (colonna destra) rispetto al periodo di riferimento 1976-2005 per gli scenari RCP 2.6 (a e b) e 8.5 (c e d). Fonte: ICTP, Earth System Physics.

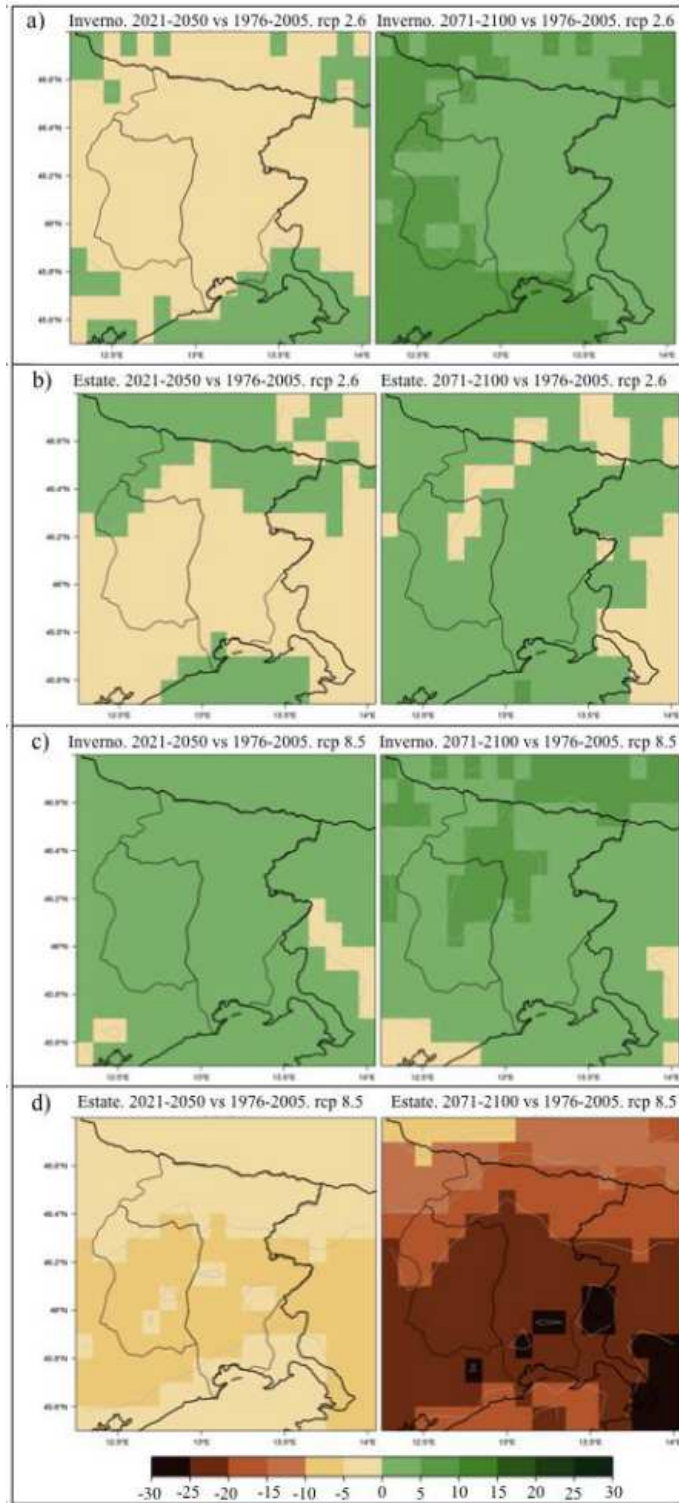


Figura 18. Variazione dell'anomalia di giorni con precipitazioni oltre il 95esimo percentile per i trentenni 2021-2050 (colonna sinistra) e 2071-2100 (colonna destra) rispetto al periodo di riferimento 1976-2005 per gli scenari RCP 2.6 (a e b) e 8.5 (c e d). Fonte: ICTP, Earth System Physics.

Effetti dei cambiamenti climatici sulla disponibilità di risorsa idrica

Attualmente ogni anno in Friuli Venezia Giulia vengono prelevati 1.872 milioni di m³ dalle falde, 173 milioni di m³ dalle sorgenti e 15.151 milioni di m³ dai corsi d'acqua (Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, 2015); quanto derivato viene utilizzato per l'alimentazione della rete acquedottistica, per irrigare, per la produzione di energia idroelettrica, per il funzionamento delle industrie e degli allevamenti ittici e per l'innevamento artificiale (fig. 19).

La figura 19 illustra come sia distribuito tra i diversi usi il prelievo da acque superficiali e sotterranee; in particolare si osserva come la metà dell'acqua derivata dalle acque sotterranee sia destinata all'uso domestico.

In questa categoria di uso sono conteggiati tutti quei pozzi ubicati soprattutto nella Bassa Pianura Friulana che siamo abituati a vedere zampillare nei cortili delle case. La possibilità di costruire un pozzo a servizio della propria abitazione per esigenze domestiche, per irrigare l'orto o per l'abbeveraggio degli animali, viene consentita dal legislatore ai cittadini a condizione che l'uso dell'acqua non sia legato ad una attività economica e che non vada a discapito dell'equilibrio della risorsa.

Tale uso è talmente radicato nella Bassa Pianura che numerosi Comuni sono attualmente privi di una rete acquedottistica.

Purtroppo tale diritto è spesso esercitato senza riflettere sulle conseguenze sull'ambiente, considerato che il prelievo d'acqua da pozzo ad uso domestico è molto superiore (circa 72 volte) al reale fabbisogno (Zini et al., 2011).

Non si deve poi dimenticare che l'acqua, oltre ad essere importante per le attività antropiche, è fondamentale per il mantenimento della biodiversità nei corsi d'acqua, oltre ad essere funzionale al paesaggio, al turismo e alle attività di fruizione in generale (es. pesca). Spesso le esigenze tra i vari usi dell'acqua sono contrapposte e allo stato attuale emergono alcune criticità che sono state messe in luce dallo studio "Risorse idriche sotterranee del Friuli Venezia Giulia: sostenibilità dell'attuale utilizzo" (Zini et al., 2011) che ha analizzato le risorse idriche regionali nella loro globalità sia dal punto di vista geologico (individuazione e caratterizzazione degli acquiferi) che idrogeologico/idrologico (portata dei corsi d'acqua, ricarica, deflussi, ubicazione dei punti di prelievo, consumi, redazione del bilancio idrogeologico).

La definizione del bilancio delle risorse idriche elaborato all'interno del suddetto studio ha evidenziato un impoverimento delle falde freatiche e artesiane, in particolare nella Pianura in Destra Tagliamento.

Le conseguenze sono tangibili: depressurizzazione degli acquiferi artesiani, arretramento verso valle della fascia delle risorgive e "richiamo" di acqua con caratteristiche qualitativamente meno buone dalla falda freatica di Alta Pianura verso gli acquiferi artesiani pregiati.

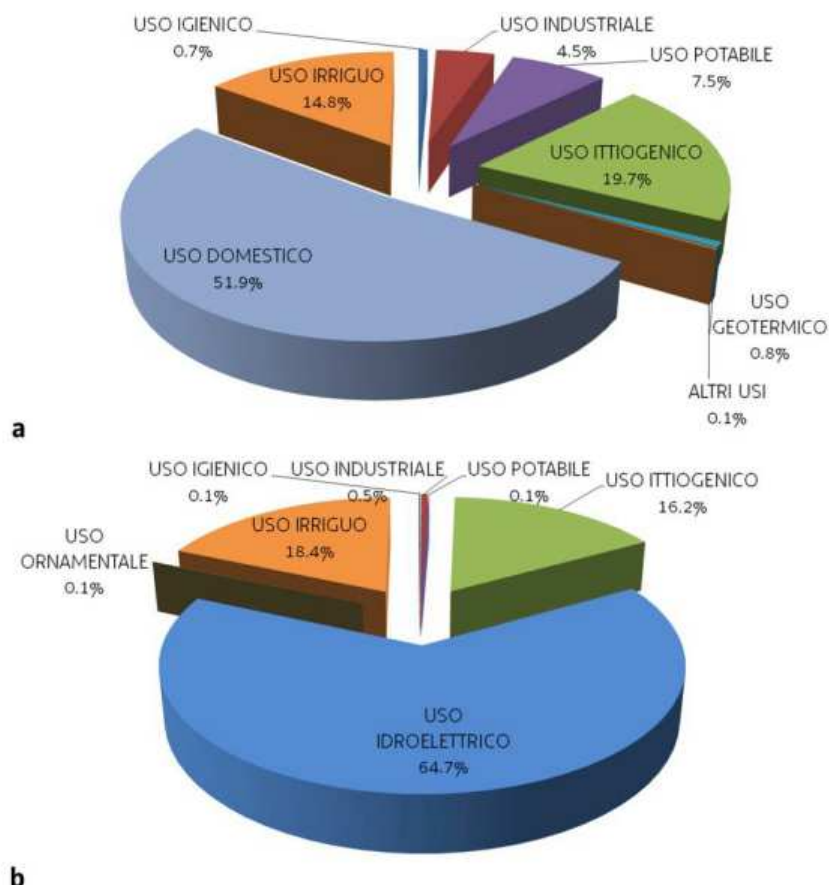


Figura 19. Distribuzione del prelievo da acque sotterranee (a) e da acque superficiali (b).

Il confronto tra i valori medi mensili che potrebbero verificarsi nei due periodi futuri con il dato storico, evidenzia cambiamenti particolarmente significativi nel periodo 2071 – 2100 in particolare per lo scenario 8.5.

La variazione della componente di temperatura media è stata ampiamente trattata nel paragrafo dedicato; osservando per tutti e tre gli scenari e in tutti i macroareali un aumento generalizzato dei valori di temperatura media mensile.

Per quanto riguarda la precipitazione totale si riscontra, in generale, un aumento del volume annuale piovuto, tuttavia è ben evidente la diminuzione delle precipitazioni nel periodo estivo.

L'aumento generale della temperatura media, è particolarmente significativo nelle aree montane: secondo le proiezioni dei modelli climatologici, in montagna la temperatura media aumenta assestandosi costantemente su valori superiori allo zero. Di conseguenza, il predetto aumento di precipitazione nei mesi invernali non si traduce in un corrispondente aumento della precipitazione nevosa, che invece diminuisce in maniera sensibile soprattutto verso la fine del secolo, ma nell'aumento dell'afflusso al suolo.

I cambiamenti nelle componenti precipitazione e temperatura si riflettono anche sulla componente ruscellamento dove si osserva in generale un aumento dei volumi per tutti gli scenari a cui fa da contrasto una diminuzione nei mesi estivi.

Gli scenari relativi al periodo 2071-2100 enfatizzano l'andamento non omogeneo durante l'anno della variazione: **nei mesi invernali si assiste ad un aumento particolarmente significativo del volume di ruscellamento**, che nello scenario RCP 8.5 arriva a circa il 110%, cui si contrappone, nel medesimo scenario, una riduzione media di circa il 30% nel periodo estivo (fig. 20).

Pertanto è plausibile aspettarsi una minore portata dei corsi d'acqua in estate che, in combinazione con il possibile aumento delle temperature anche di 5°C nel periodo estivo e in area montana, potrebbe causare una possibile sofferenza degli habitat legati all'acqua, ma anche una conseguente minor disponibilità di risorsa idrica per la produzione di energia idroelettrica e per l'agricoltura.

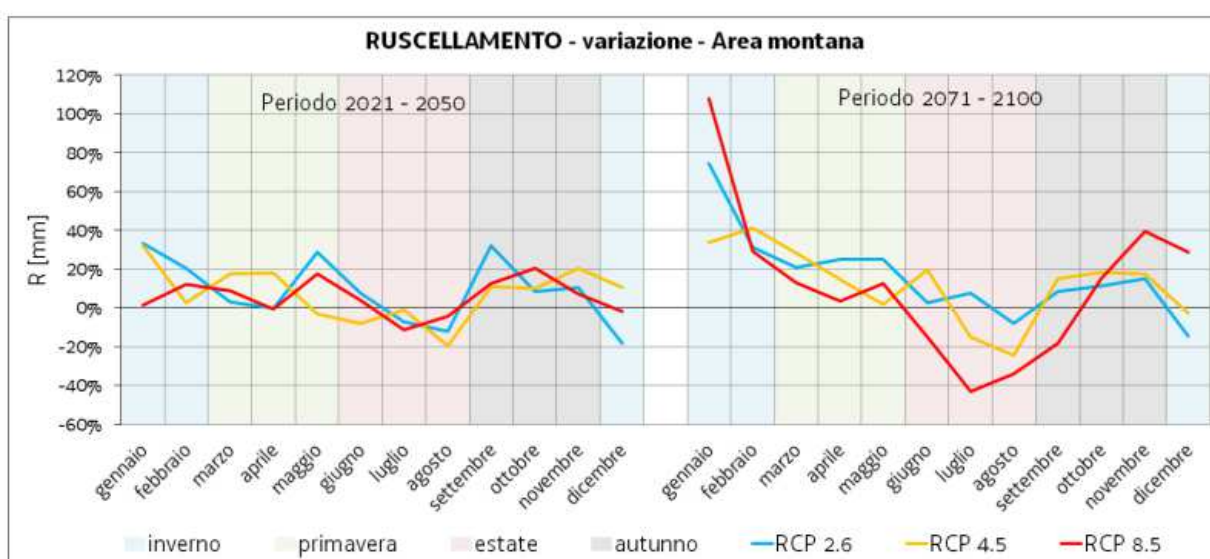


Figura 20. *Variazione della componente ruscellamento nell'area montana rispetto al dato storico.*

Dal punto di vista della disponibilità di acque sotterranee, la falda freatica dell'Alta Pianura friulana ha un ruolo chiave sia come riserva di acqua sia come "regolatore" della pressione delle falde artesiane della Bassa Pianura.

La ricarica di questo complesso idrogeologico è costituita dalla componente infiltrazione e dalla portata dispersa dai corsi d'acqua allo sbocco in pianura.

Per quanto riguarda la componente infiltrazione, in Alta Pianura, si osserva un aumento del volume annuo infiltrato nello scenario RCP 2.6 e una lieve diminuzione del volume annuo infiltrato nello scenario RCP 8.5. Anche in questo caso si riscontra una differente distribuzione durante l'anno rispetto allo storico (fig. 21)

In particolare risulta particolarmente evidente il possibile calo nel periodo estivo per lo scenario RCP 8.5.

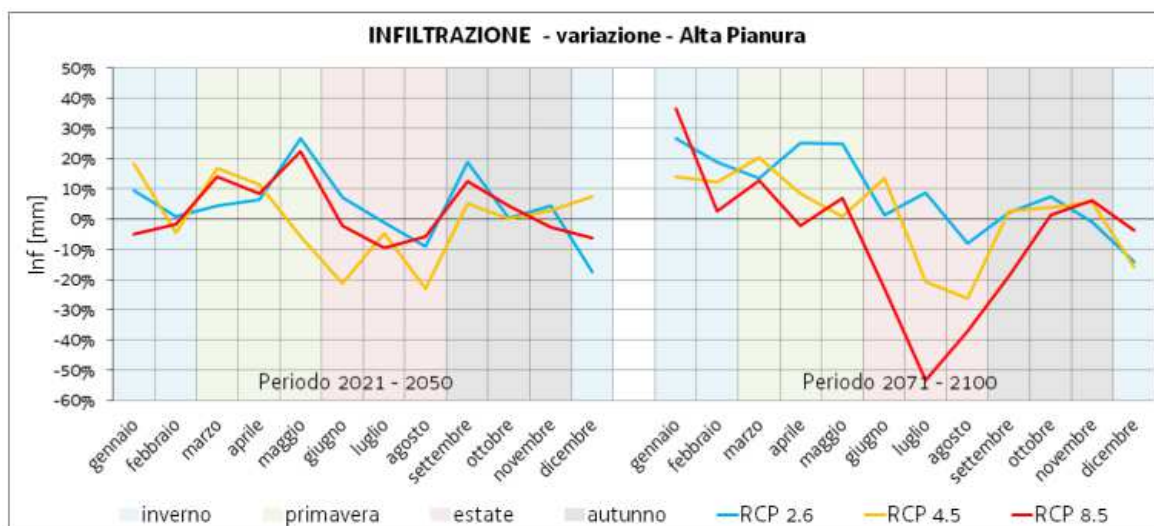


Figura 21. Variazione della componente infiltrazione in Alta Pianura rispetto al dato storico.

Per quanto riguarda le dispersioni dai corsi d’acqua alcune valutazioni possono essere fatte analizzando la somma delle componenti ruscellamento e infiltrazione dell’area montana che rappresentano il deflusso idrico globale ovvero la massima potenzialità espressa in termini di volume disponibile (fig. 22).

L’esame conferma un andamento analogo a quanto osservato per la componente infiltrazione in Alta Pianura sia a scala annuale che a scala stagionale.

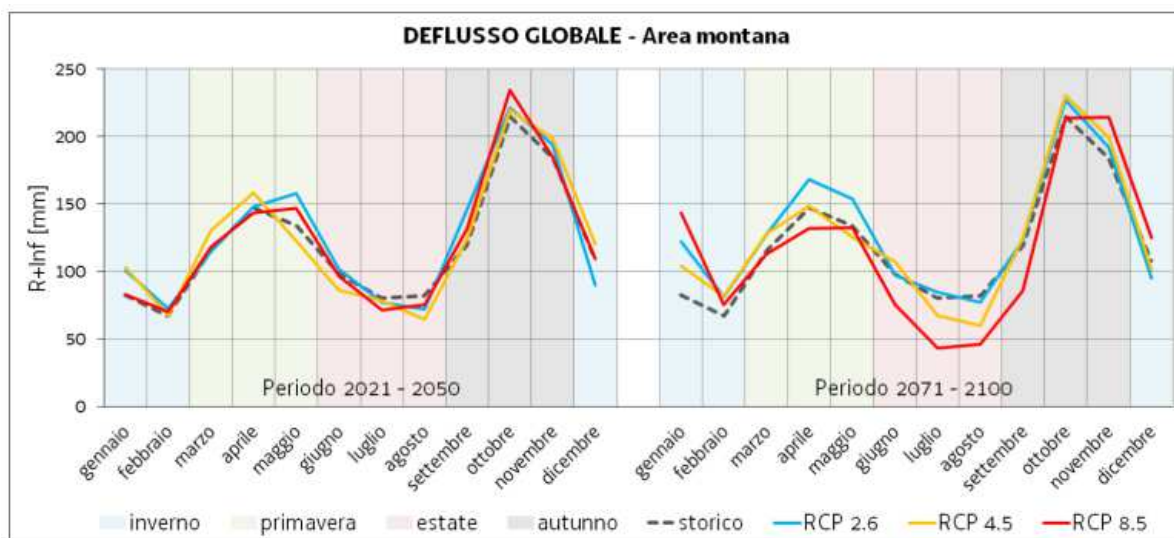


Figura 22. Valore medio mensile della componente deflusso globale nell’area montana.

I cambiamenti osservati nelle diverse componenti del ciclo dell’acqua hanno come diretta conseguenza un aumento dei giorni in cui le coltivazioni subiscono uno stress idrico (fig. 23) e un aumento del deficit evapotraspirativo in particolare nei mesi estivi (fig. 24). **Complessivamente, in pianura, nello scenario RCP 8.5 il periodo di stress idrico delle colture potrebbe aumentare anche di 5/6 giorni nel periodo 2071-2100 con la conseguente necessità di aumentare la frequenza dell’irrigazione.** La diminuita

disponibilità di acqua per la vegetazione non riguarda però la sola agricoltura, ma coinvolge anche parte del territorio montano e dunque il patrimonio boschivo.

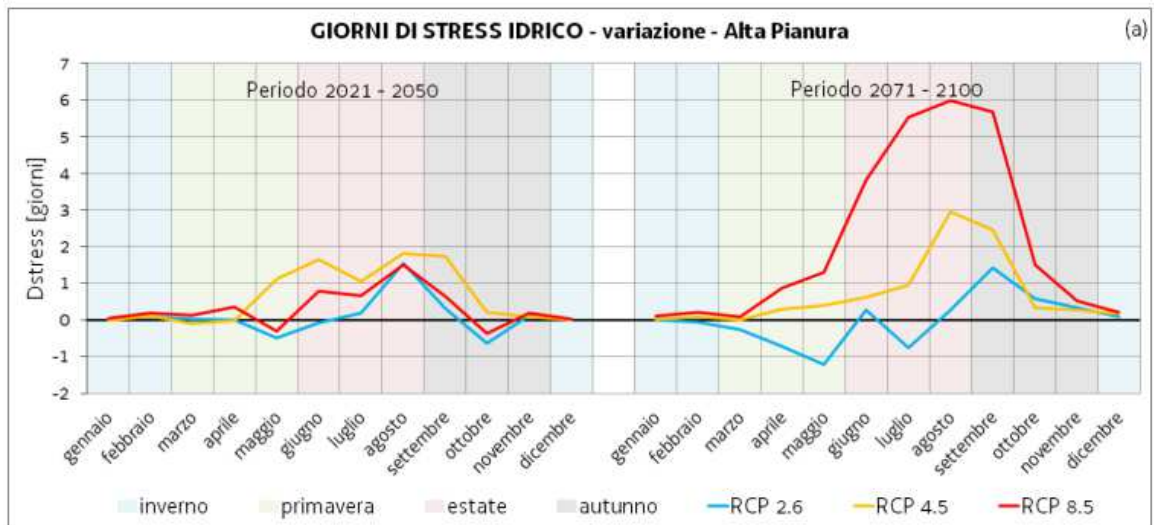


Figura 23. Variazione della componente giorni di stress idrico rispetto al dato storico in Alta Pianura.

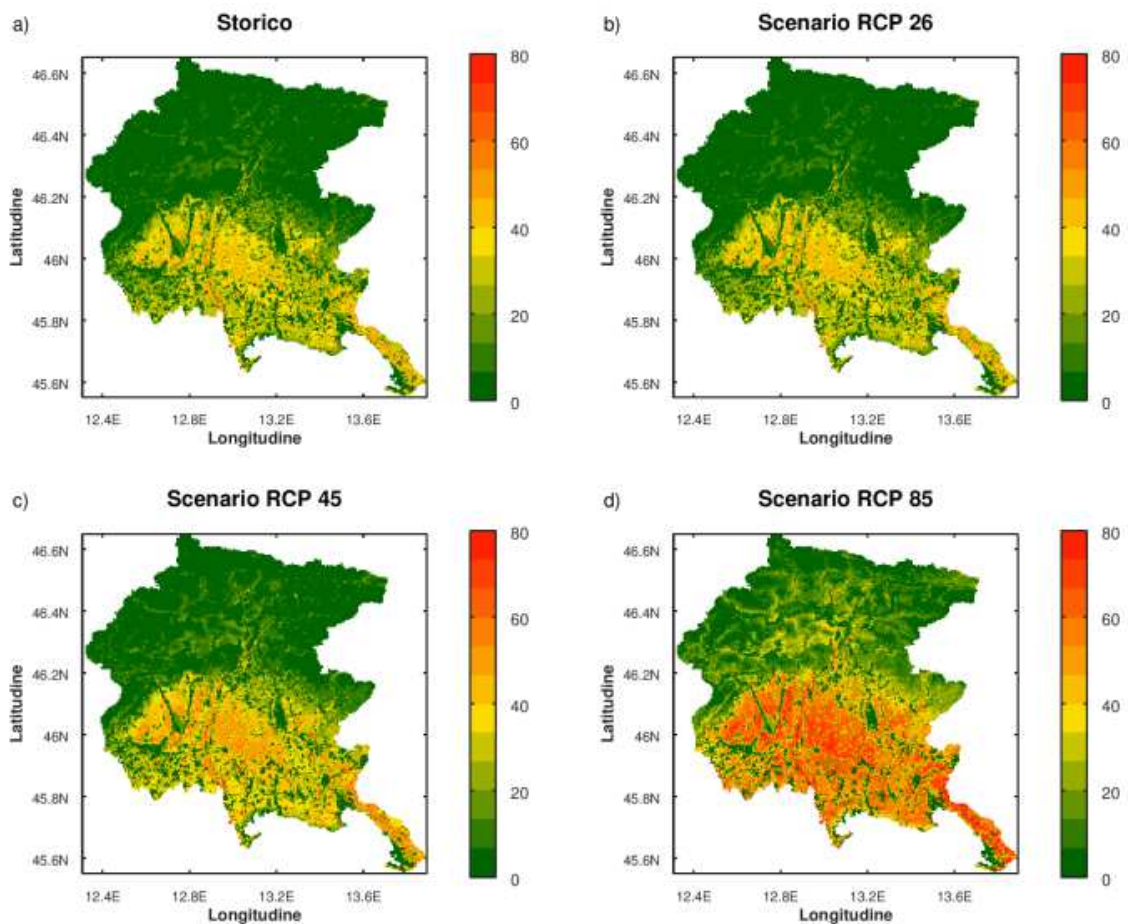


Figura 24. Distribuzione nei mesi estivi della componente deficit evapotraspirativo suddivisa per periodi e scenari: storico (a), 2071-2100 RCP 2.6 (b), 2071-2100 RCP 4.5 (c) e 2071-2100 RCP 2.5 (d).

Conclusioni

Le proiezioni rappresentate da ARPA FVG mostrano che per lo scenario "business as usual" (RCP8.5), il FVG potrebbe subire un aumento di temperatura per la fine del XXI secolo fino a 5°C in inverno e fino a 6°C in estate, con un forte aumento di stress termico associato ad ondate di calore e numero di giorni e notti calde. Secondo le indicazioni dei modelli, la precipitazione dovrebbe generalmente aumentare in inverno, con un corrispondente aumento di eventi piovosi molto intensi, e diminuire anche fortemente in estate, quindi con un inaridimento estivo della regione.

Chiaramente i cambiamenti del clima del FVG nello scenario "business as usual" avrebbero forti ripercussioni su molti settori socioeconomici regionali, come le risorse idriche, l'agricoltura, i servizi ecosistemici, la salute, il turismo e così via. La loro forte riduzione nello scenario RCP2.6, che è vicino a quello prospettato dall'accordo di Parigi, rinforza l'importanza di produrre il massimo sforzo per raggiungere gli obiettivi posti dall'accordo stesso.

Dai risultati della modellazione emerge inoltre come l'impatto dei cambiamenti climatici sulla disponibilità di risorsa idrica potrebbe portare ad un aumento complessivo, in termini di volume medio annuo, del quantitativo d'acqua affluito al suolo; tale aumento, tuttavia, risulta maggiore per lo scenario 2.6 e molto piccolo per lo scenario 8.5. È inoltre particolarmente significativo l'andamento non omogeneo durante l'anno della variazione: **nei mesi invernali si assiste ad un aumento della risorsa disponibile, cui si contrappone nei mesi estivi un significativo calo, particolarmente evidente per lo scenario 8.5.** Tale andamento risulta accentuato negli scenari relativi al periodo 2071-2100. Si osserva inoltre una riduzione delle precipitazioni di tipo nevoso, a causa dell'aumento di temperatura, ed un conseguente aumento di quelle di tipo piovoso.

Evidente anche l'effetto dell'aumento della temperatura media sulla vegetazione: si osserva infatti una maggiore esigenza evapotraspirativa con un aumento dei giorni in cui le coltivazioni subiscono uno stress idrico che è necessario compensare con una maggiore irrigazione.

La maggiore necessità di irrigazione combinata a un'inferiore disponibilità di risorsa idrica per i corsi d'acqua, nel periodo estivo, potrebbe rendere difficoltoso l'approvvigionamento per l'agricoltura, in particolare nell'Alta Pianura in sinistra Tagliamento, dove il quantitativo di acqua disponibile per l'irrigazione dipende direttamente dalla portata del Fiume Tagliamento.

7. PROIEZIONI CLIMATICHE PER IL FRIULI VENEZIA GIULIA

La Piattaforma Proiezioni Climatiche per il Nord-Est di ARPA FVG e OSMER con ARPA Veneto, propone le proiezioni climatiche per il territorio del Nord-Est Italia attraverso undici indicatori calcolati per possibili scenari climatici futuri.

Tali proiezioni vengono fornite in termini di mappe e di serie temporali, per varie scale temporali e vari scenari, con possibilità di estrazione e download dei dati per specifici punti di interesse.

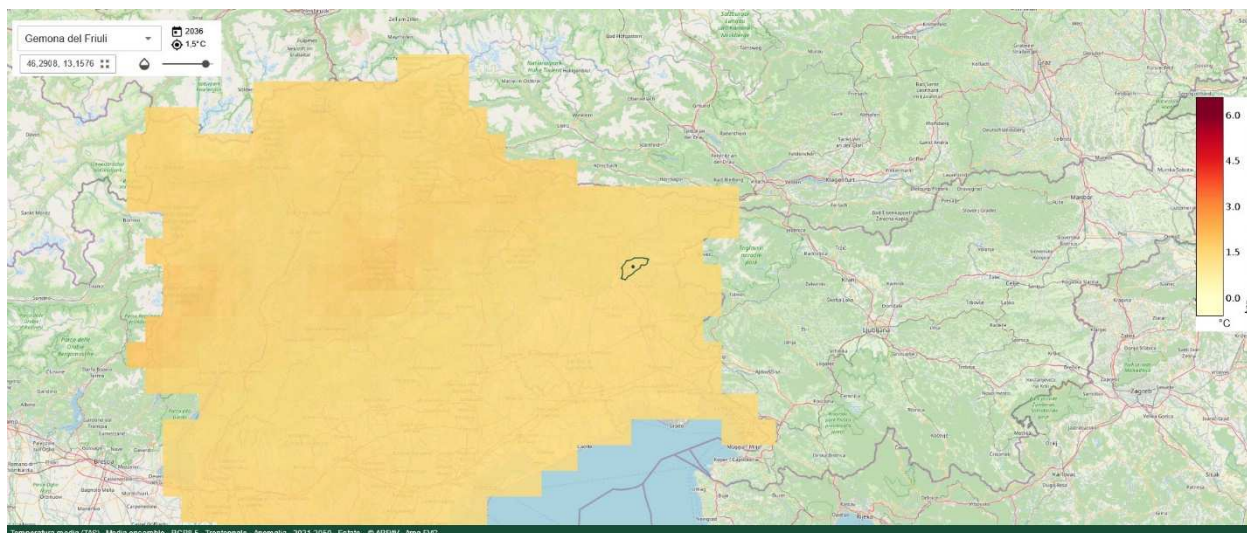
Nella piattaforma i dati delle simulazioni regionali modellistiche del progetto EURO-CORDEX, su griglia passo 11 km, sono stati corretti tramite *bias-correction* con i dati delle stazioni delle reti meteorologiche regionali caratterizzati da una griglia passo 5 km per la precipitazione e passo 500 m per la temperatura: l'informazione è quindi accessibile su base comunale.

Gli output degli indicatori sono disponibili per i 3 scenari di emissione *Representative Concentration Pathways*: *RCP2.6*, *RCP4.5*, *RCP8.5*.

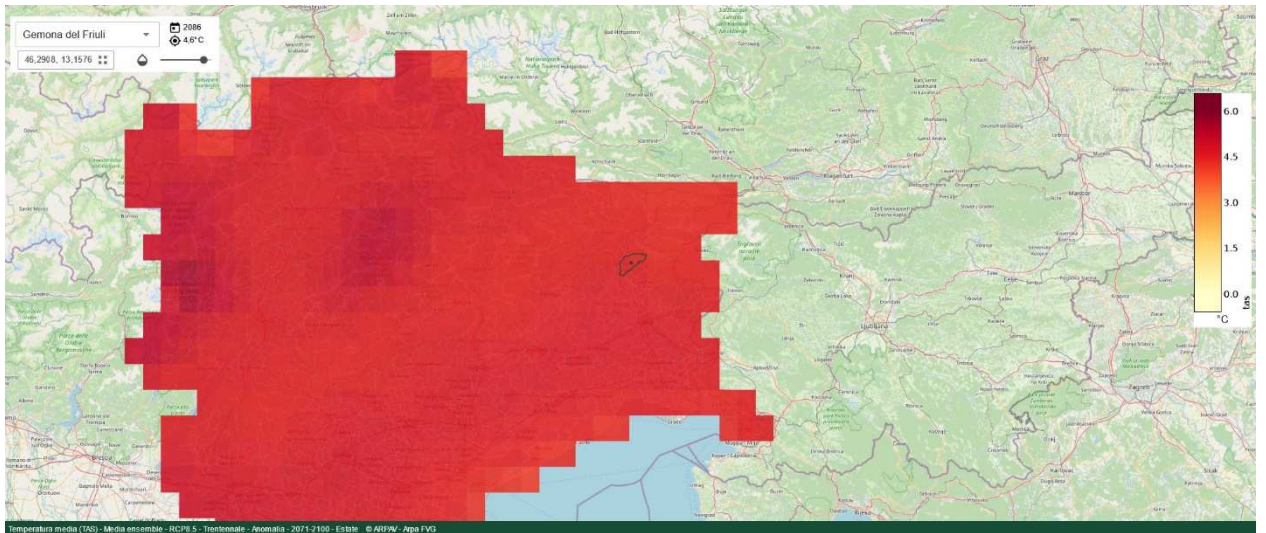
Fonte: **Piattaforma Proiezioni Climatiche per il Nord-Est (PPCNE)**

Elaborazione sviluppata sul Comune di Gemona del Friuli in quanto baricentrico rispetto all'area del Gemonese.

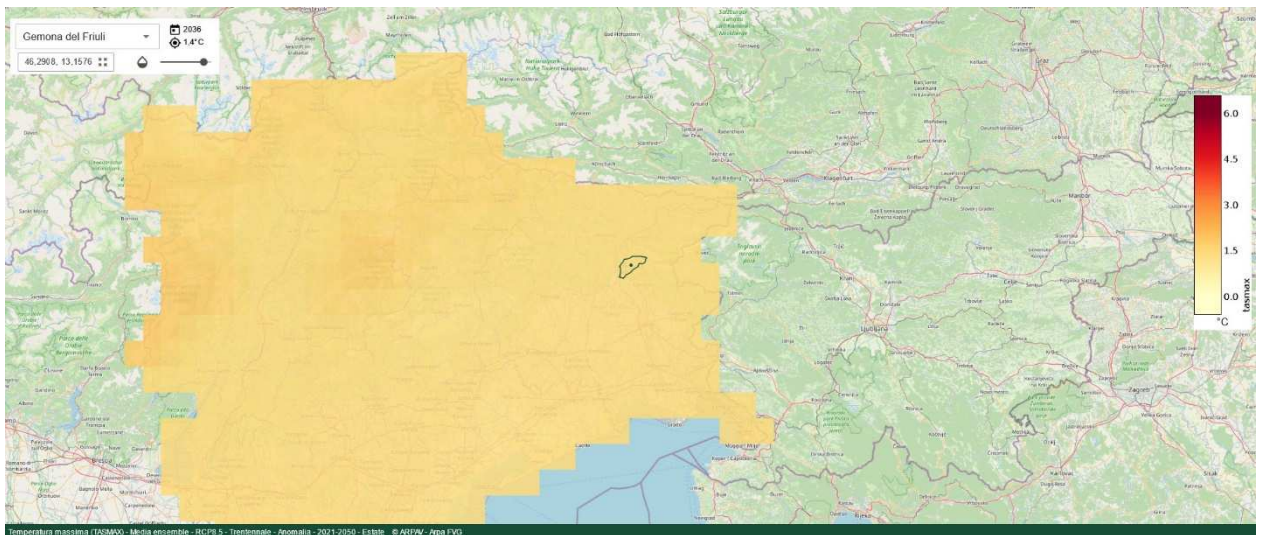
Modello e scenario: Media ensemble – **RCP8.5 (attuale andamento)**



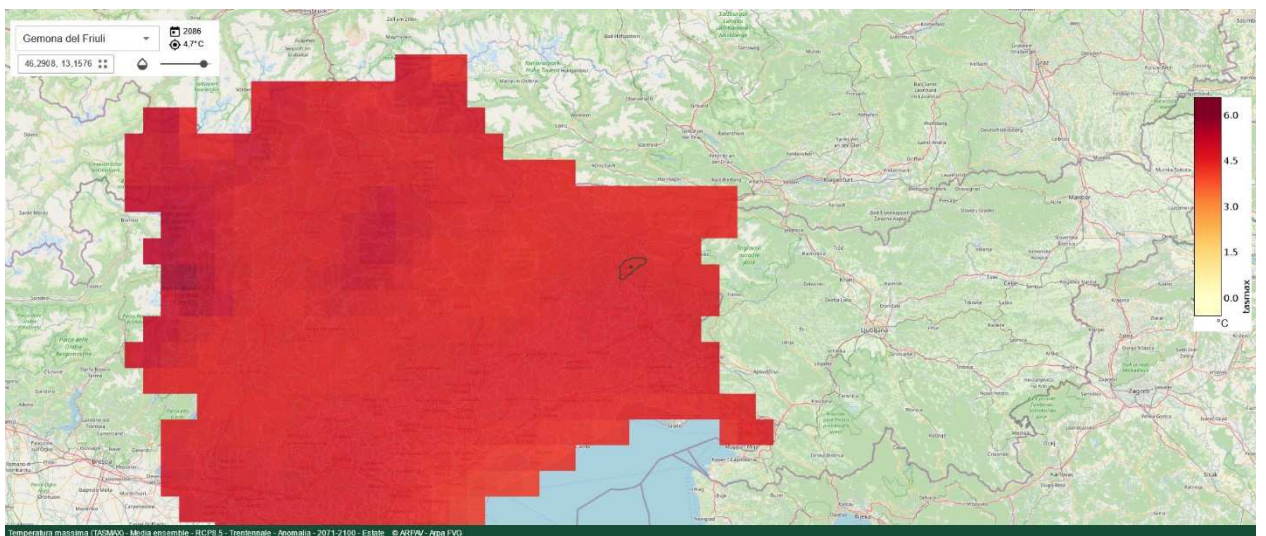
Sopra: *Temperatura media (anomalia) – RCP 8.5 – Trentennale 2021-2050 (Estate)*



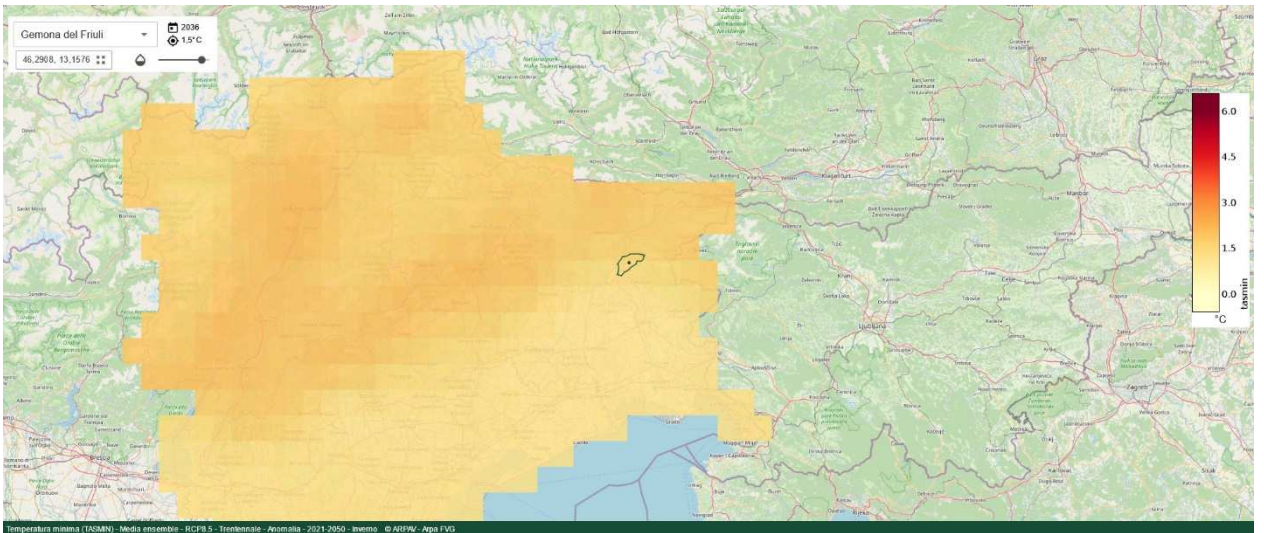
Sopra: Temperatura media (anomalia) – RCP 8.5 – Trentennale 2071-2100 (Estate)



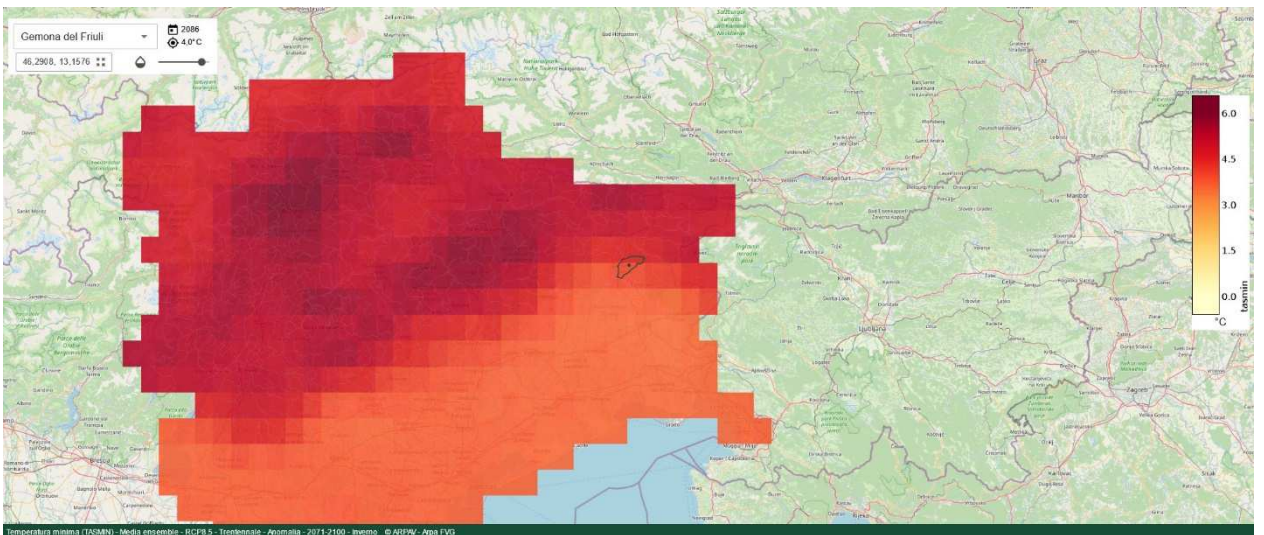
Sopra: Temperatura massima (anomalia) – RCP 8.5 – Trentennale 2021-2050 (Estate)



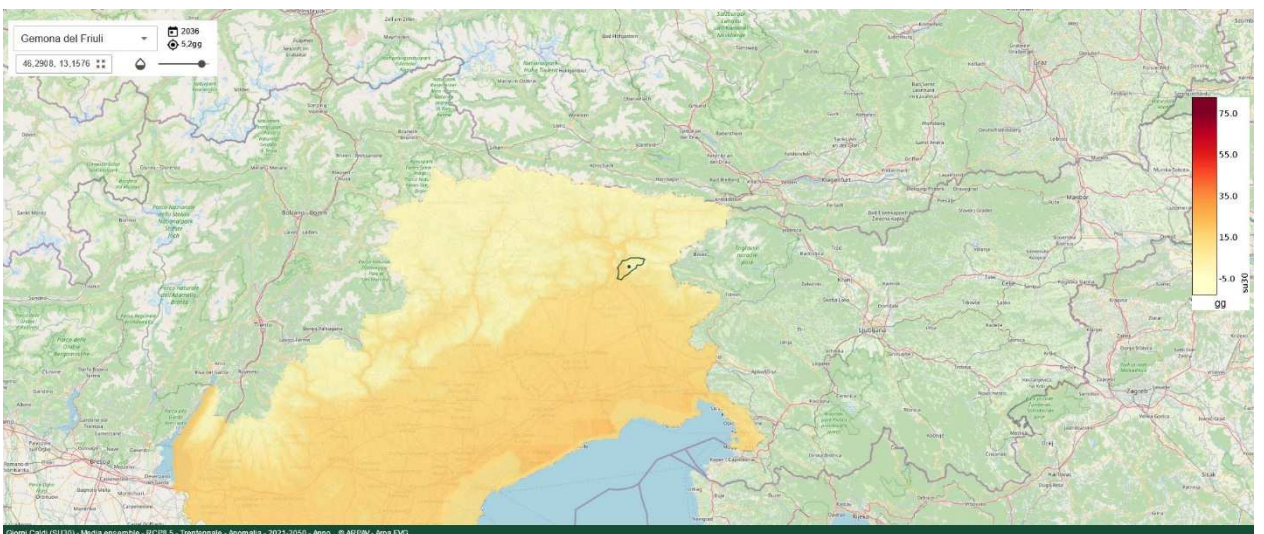
Sopra: Temperatura massima (anomalia) – RCP 8.5 – Trentennale 2071-2100 (Estate)



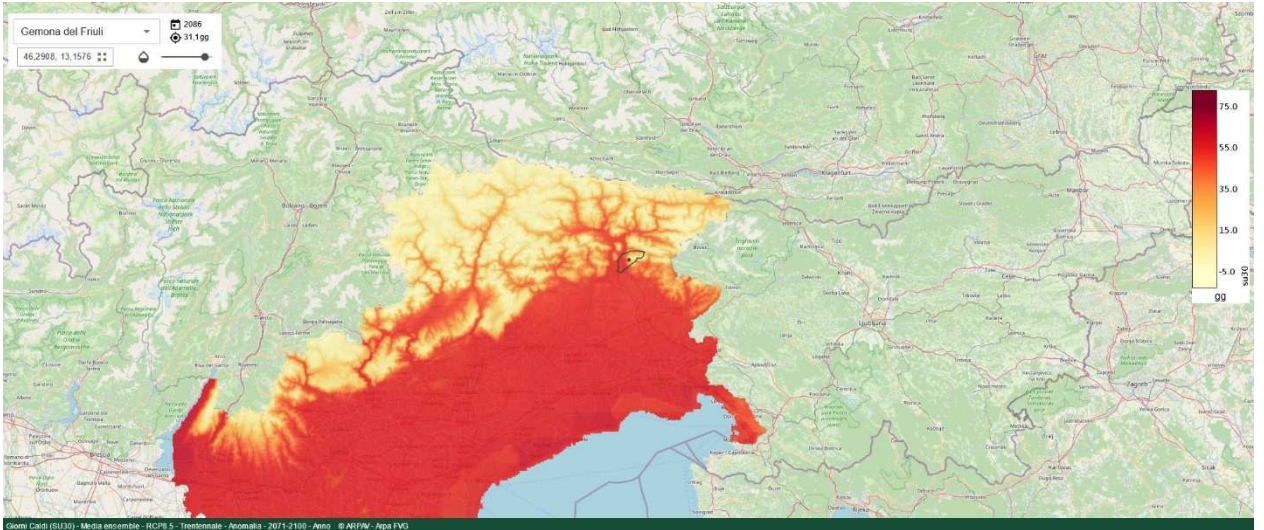
Sopra: Temperatura minima (anomalia) – RCP 8.5 – Trentennale 2021-2050 (Inverno)



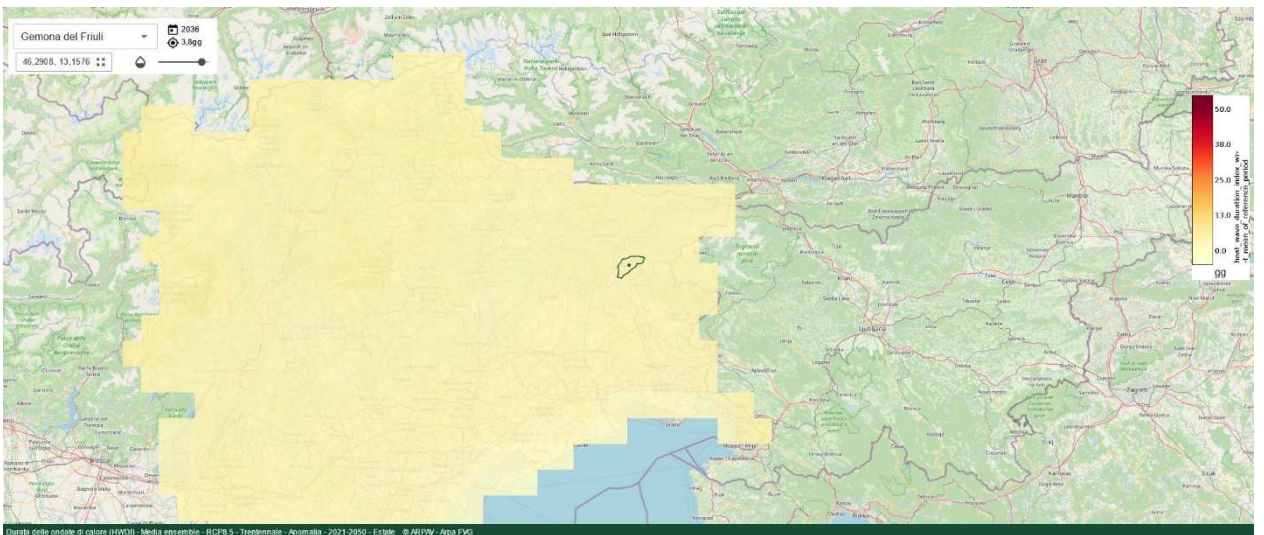
Sopra: Temperatura minima (anomalia) – RCP 8.5 – Trentennale 2071-2100 (Inverno)



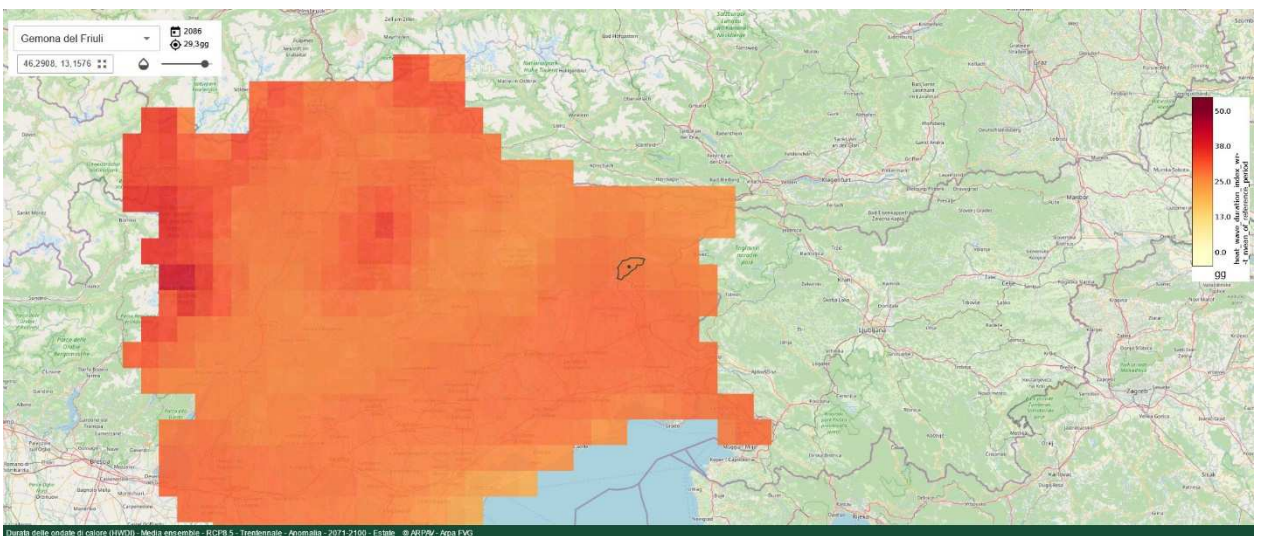
Sopra: N. giorni caldi (>30°C) – RCP 8.5 – Trentennale 2021-2050



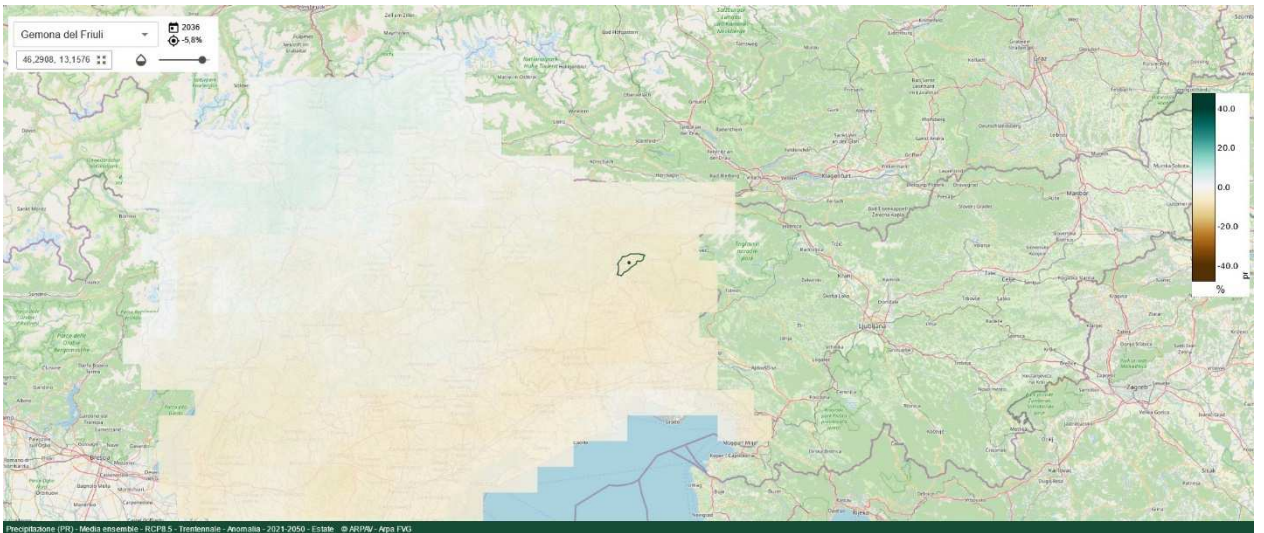
Sopra: N. giorni caldi (>30°C) – RCP 8.5 – Trentennale 2071-2100



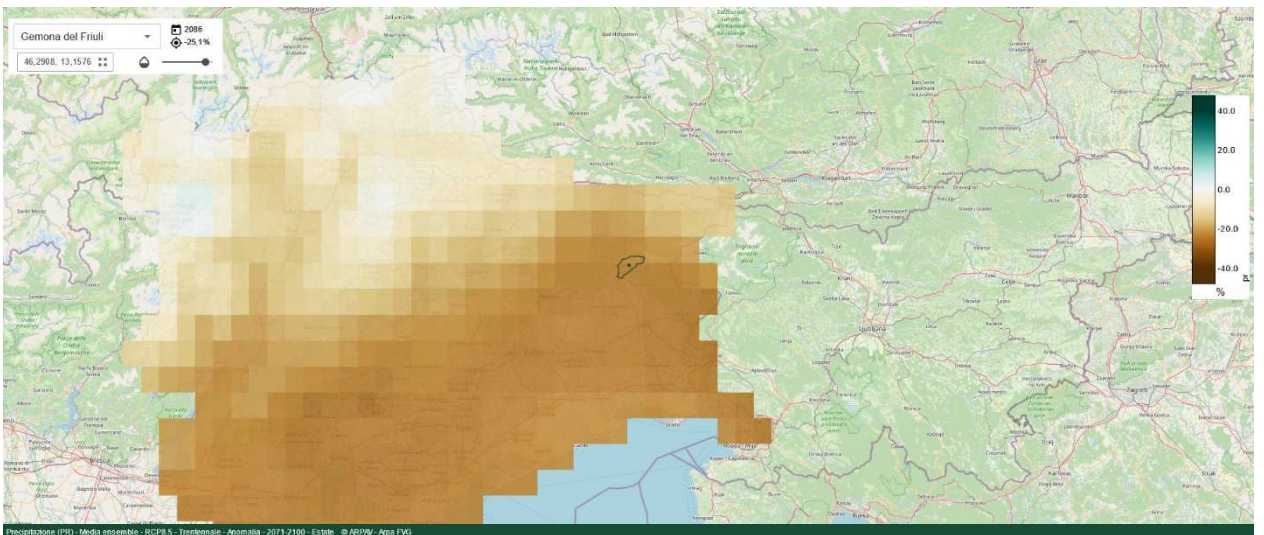
Sopra: Durata ondate di calore – RCP 8.5 – Trentennale 2021-2050



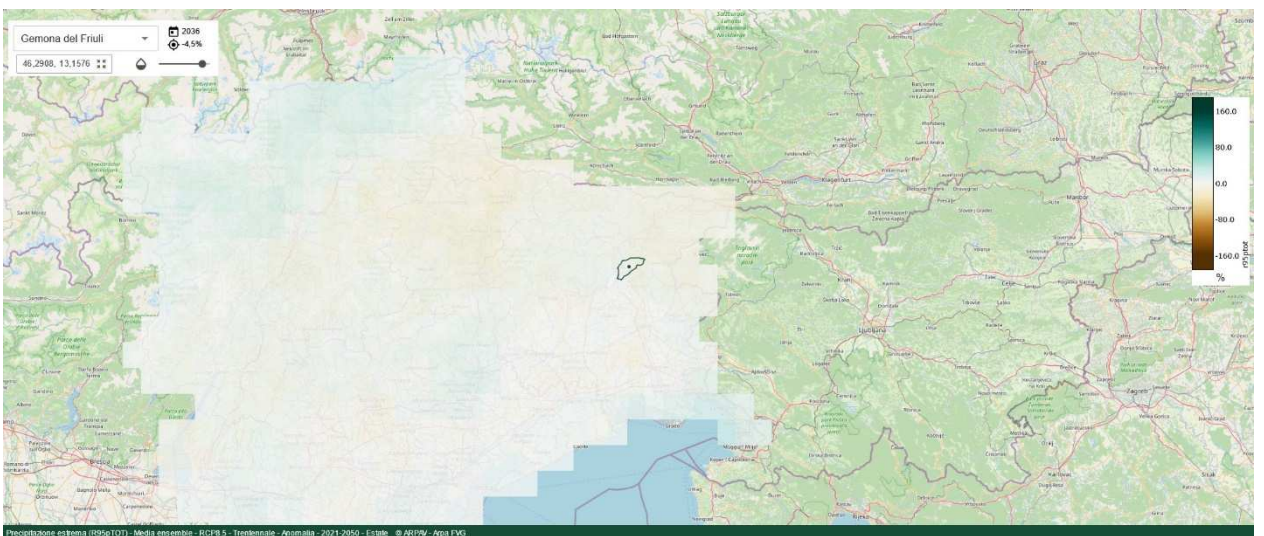
Sopra: Durata ondate di calore – RCP 8.5 – Trentennale 2071-2100



Sopra: *Precipitazione (var. %) – RCP 8.5 – Trentennale 2021-2050*



Sopra: *Precipitazione (var. %) – RCP 8.5 – Trentennale 2071-2100*



Sopra: *Precipitazione estrema (var. %) – RCP 8.5 – Trentennale 2021-2050*



Sopra: *Precipitazione estrema (var. %) – RCP 8.5 – Trentennale 2071-2100*

RIEPILOGO VARIAZIONI GRANDEZZE CLIMATICHE – RCP 8.5		
Stazione: Gemona del Friuli (UD)		
Grandezza	Periodo 2021-2050	Periodo 2071-2100
Temperatura media	+1,5 °C	+4,6 °C
Temperatura massima (estate)	+1,4 °C	+4,7 °C
Temperatura minima (inverno)	+1,5 °C	+4,0 °C
Numero giorni caldi (> 30°C)	5,2 giorni	31,1 giorni
Durata ondate di calore	3,8 giorni	29,3 giorni
Precipitazione	-5,8 %	-25,1 %
Precipitazione estrema	-4,5 %	-22,1 %

BIBLIOGRAFIA

- Arpa FVG (2018) – Studio conoscitivo dei cambiamenti climatiche e di alcuni loro impatti in Friuli Venezia Giulia – Primo report, Regione Friuli Venezia Giulia
- Arpa FVG (2023) – Segnali dal clima in FVG (cambiamenti – impatti – azioni), Regione Friuli Venezia Giulia
- Arpa FVG (2023) – Il clima del Friuli Venezia Giulia, Regione Friuli Venezia Giulia
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2022) – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all’ambiente (cd. DNSH), Edizione aggiornata allegata alla circolare RGS n. 33 del 13 ottobre 2022

- Piattaforma Proiezioni Climatiche per il Nord-Est (arpa.veneto.it)
https://clima.arpa.veneto.it/?variable=TAS&forecast_model=ens5&scenario=Rcp85&data_series=no&year_period=djf&time_window=tw1&value_type=anomaly&city=Remanzacco&lat=46.081342908271154&lng=13.347228928806583
- CAM vigenti (Green Public Procurement) <https://gpp.mite.gov.it/CAM-vigenti>

8. CALCOLO IMPRONTA DI CARBONIO

La carbon footprint (impronta di carbonio) è una misura che esprime il totale delle emissioni di gas ad effetto serra espresse generalmente in tonnellate di CO₂ equivalente associate direttamente o indirettamente ad un prodotto o ad un servizio; nel caso in analisi contempla il risparmio energetico determinato dalla produzione di energia stimata/attesa dall'impianto fotovoltaico in analisi.

Si prevede la realizzazione di impianto fotovoltaico a isola avente potenza di picco pari a **10,08 kWp** (10 kW nominali), per una produzione stimata attesa annua di energia pari a circa **11.163,70 kWh/anno** come illustrato nel documento di progetto "RTS - RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA" al quale si rimanda per approfondimenti.

L'impianto contribuirà alla riduzione di emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	8,14 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	10,24 kg
Polveri:	0,36 kg
Anidride carbonica (CO₂):	6,05 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	0,36 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	0,07 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	2,17 TEP

9. ASSEVERAZIONE RISPETTO DNSH (DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO DI NOTORIETÀ - Articoli 47, 75 e 76 del D.P.R. n. 445 del 28 dicembre 2000)

Il sottoscritto Per. Ind. Stefano Del Medico, nato ad Udine il 08/03/1971, con studio in Tricesimo (UD), Piazza G. Mazzini n. 17 ed iscritto all'Ordine dei Periti Industriali della provincia di Udine al numero di posizione 2978, in qualità di professionista incaricato per la progettazione esecutiva dei lavori in argomento, consapevole delle sanzioni penali nel caso di dichiarazioni mendaci, formazione e uso di atti falsi, e della decadenza dai benefici conseguenti a provvedimenti emanati sulla base di dichiarazioni non veritiere ai sensi degli articoli 75 e 76 del D.P.R. n. 445 del 28 dicembre 2000,

DICHIARA CHE

che il progetto esecutivo in parola finanziato con fondi PNRR – Piano nazionale ripresa resilienza - ascrivito alla Missione 2 – Rivoluzione verde e Transizione ecologica, Componente 1 – Economia circolare e agricoltura sostenibile (M2C1), Investimento 3.2 Green Communities, è stato redatto in conformità ai vincoli DNSH di cui alla Scheda 1 della Guida operativa del MEF (Circo-lare 33/2022 della Ragioneria Generale dello Stato) e rispetta pertanto il principio DNSH.

Il Tecnico

Per. Ind. Stefano Del Medico

