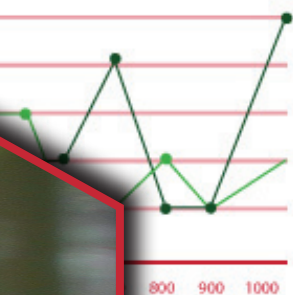
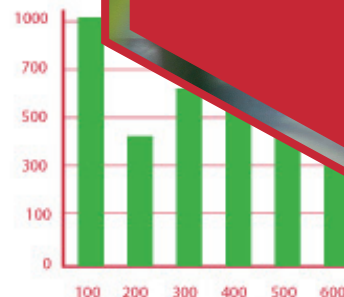


25%

1000



2018



0%



Analisi degli scenari di clima regionale del periodo 2011- 2100



Sommario

Introduzione	2
Temperature	4
Precipitazioni	6
Gradi giorno di riscaldamento e raffreddamento	8
Siccità	9
Evapotraspirazione	10
Incendio boschivo	11





Introduzione

L'utilizzo dei modelli regionali di ultima generazione disponibili a livello europeo, opportunamente trattati per adeguarli al clima del territorio regionale, consentono di tracciare un quadro di quella che sarà l'evoluzione climatica del Piemonte fino a fine secolo e quantificare le incertezze, a supporto dello sviluppo delle politiche regionali sul clima e sulla sostenibilità.

Sia con scenari emissivi di mitigazione, in linea con l'accordo di Parigi per quanto riguarda l'incremento della temperatura media globale (RCP4.5), sia nello scenario tendenziale a elevate emissioni (RCP8.5) i cambiamenti attesi sono importanti e determineranno, in modo diretto o indiretto, impatti su tutti i comparti naturali e antropici, che questa sintesi vuole evidenziare.

Anche in presenza di incertezze connesse alla difficoltà di effettuare stime di variabili atmosferiche che dipendono da processi estremamente complessi e tra loro interagenti, gli effetti del cambiamento climatico potranno essere drammatici, generare situazioni irreversibili e impedire lo sviluppo sostenibile.

Considerando i benefit ambientali e sociali delle politiche di riduzione delle emissioni e di contrasto e adattamento al cambiamento climatico, l'incertezza dello scenario diventa sempre meno importante.





Temperature

A livello regionale sia le temperature massime sia le minime mostrano un trend positivo significativo dal punto di vista statistico al 2100, per entrambi gli scenari emissivi. Il tasso di aumento risulta di circa 0,2 °C ogni 10 anni nello scenario di mitigazione RCP4.5, mentre per lo scenario tendenziale RCP8.5 supera i 0,5 °C ogni 10 anni. Questo porta a un incremento complessivo di circa 2 °C a fine secolo nello scenario di mitigazione e 4 °C per lo scenario tendenziale.

Nello scenario RCP4.5, vi è un incremento importante della temperatura a metà secolo, mentre successivamente l'incremento è più modesto, in coerenza con la stabilizzazione del livello di CO₂ in atmosfera previsto dallo scenario emissivo. Nello scenario RCP8.5, la temperatura aumenta fino alla fine del secolo, con un incremento maggiore nell'ultimo trentennio.

Non si rileva una differenza sostanziale nell'aumento delle massime rispetto alle minime, mentre in montagna (al di sopra dei 700 m di quota) il riscaldamento è leggermente più importante (3 decimi di grado), alle quote più elevate (superiori ai 1500 m) gli incrementi sono ancora superiori (fino a 0,7-0,8 °C nell'ultimo trentennio del secolo).

A livello regionale si evidenzia un incremento maggiore delle temperature, sulla pianura e nelle valli, in particolare nelle zone più affacciate alle pianure. Una differenza importante è l'aumento della temperatura sulle zone alpine di confine.

Nello scenario RCP4.5, per tutte le stagioni le temperature sembrano aumentare in modo graduale, con un incremento ridotto nell'ultimo periodo, ad eccezione della temperatura invernale, in particolare nel settore alpino occidentale e settentrionale. Per





quanto riguarda le temperature minime si osserva un incremento anche nell'ultimo periodo durante l'inverno, meno accentuato nelle altre stagioni.

Nello scenario RCP8.5, la temperatura mostra un incremento maggiore nell'ultimo trentennio, soprattutto in estate e in inverno. Durante l'estate la temperatura massima media in pianura arriva ad essere ovunque al di sopra dei 30 °C. Nel corso dell'inverno la media della temperatura minima in pianura sarà intorno ai 10 °C, in primavera in montagna non vi saranno aree con temperatura minima inferiore agli 0 °C, il riscaldamento estivo raggiungerà anche le quote più elevate e in autunno la temperatura minima media della zona prealpina risulterà uguale alla temperatura minima media estiva attuale.

A livello regionale e stagionale, le variazioni di temperatura sui diversi trentenni 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100 nello scenario RCP4.5 sono distribuite in modo abbastanza uniforme fino al 2040, successivamente si accentua l'incremento invernale, soprattutto in montagna, ed estivo. Anche nell'ultimo trentennio del XXI secolo estate e inverno vedono aumenti superiori, mentre anche in montagna in primavera e autunno gli aumenti sono superiori a quelli della pianura. Nello scenario RCP8.5, già nel trentennio intermedio, molte zone della regione vedono un aumento superiore ai 3 °C, in particolare in montagna, più elevato in inverno e in estate. Nell'ultimo trentennio le variazioni superano 4 °C su gran parte della regione. Anche in questo scenario, in inverno in montagna e durante l'estate gli aumenti sono maggiori. Anche l'autunno, soprattutto in montagna, mostra valori molto elevati.

Il numero di notti tropicali mostra un deciso aumento in entrambi gli scenari, con valori che superano i 30 giorni a fine secolo per lo scenario RCP4.5 e i 60 giorni per lo scenario RCP8.5. Naturalmente questa variazione è superiore per le zone di pianura anche se alcune zone di fondovalle iniziano ad essere interessate a partire dalla metà del secolo.

Anche il numero di giorni tropicali mostra un deciso aumento, con valori che arrivano





fino a 30 giorni a fine secolo nello scenario RCP4.5 e superano i 60 giorni per lo scenario RCP8.5. Poiché si ipotizza che questo incremento sia legato principalmente alla stagione estiva, si può affermare che più della metà del periodo estivo a metà secolo sarà caratterizzato da giorni tropicali e quasi l'intera estate a fine secolo, in particolare nello scenario tendenziale. Anche in questo caso la variazione è superiore per le zone di pianura anche se alcune zone di fondovalle iniziano ad essere interessate a partire dalla metà del secolo.

Il numero di giorni di gelo tende a diminuire in entrambi gli scenari, in modo abbastanza graduale per lo scenario RCP4.5 raggiungendo anche valori di -40gg sulle zone prealpine a fine secolo. Per lo scenario RCP8.5 la variazione è via via più importante e raggiunge, a fine secolo, valori di -60gg. La diminuzione, in questo scenario, interessa dapprima le zone prealpine ma, a metà secolo, tutte le aree anche alle quote più elevate.





Precipitazioni

A livello regionale complessivo, le tendenze delle precipitazioni cumulate annuali mostrano tendenze negative per entrambi gli scenari, che però non risultano significative dal punto di vista statistico. La variabilità inter-annuale rimane molto elevata e non si riscontrano, anche qualitativamente, delle periodicità.

Analizzando il ciclo annuale della precipitazione, si osserva una modifica del regime pluviometrico, con una diminuzione della precipitazione primaverile, che, nel corso del secolo tende a non essere più la stagione a maggiore piovosità. Il mese di luglio, risulta il secondo mese più asciutto dopo il minimo invernale di dicembre. Il mese di gennaio, e quello di febbraio nel solo scenario RCP4.5, sono i mesi in cui si ha un lieve incremento di precipitazione. Nello scenario RCP8.5 la diminuzione della precipitazione primaverile è più graduale rispetto a quella dello scenario RCP4.5.

Nello scenario RCP4.5 la variazione percentuale della precipitazione cumulata stagionale nei trentenni 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100 mostra un aumento nel periodo invernale, tra il 10 e il 15%, che nel periodo intermedio arriva fino al 20% sulle zone montane. L'estate vede una diminuzione, in particolare sulle pianure meridionali e sul Verbano. Nel primo trentennio risulta una lieve variazione positiva sul Cuneese. Nello scenario RCP8.5 si osserva un aumento della precipitazione invernale, anche consistente, solo nell'ultimo trentennio. L'estate vede una diminuzione graduale, già all'inizio sulla zona del Cuneese e successivamente su tutta la regione, con un deficit che arriva fino al 30% a fine secolo. Anche la primavera vede una diminuzione della precipitazione a partire da circa metà secolo.

Un aspetto importante delle piogge è la loro distribuzione nel tempo. Negli scenari futuri il numero di giorni piovosi tende a diminuire, in modo uniforme nello scenario con miti-





gazione e limitato mediamente a 5-8 giorni, più importante a fine secolo nello scenario tendenziale, dove arriva fino a 15 giorni su gran parte della regione. Se consideriamo una quantità di pioggia giornaliera più elevata (ad esempio 30 mm) si evince invece un aumento del numero di giorni piovosi, intorno al 10-20% nello scenario RCP4.5 e del 10-15% nello scenario RCP8.5. Questo fornisce un'indicazione di incremento delle precipitazioni più intense e, nello stesso tempo, che i meccanismi di formazione degli eventi estremi non dipendono linearmente dagli scenari emissivi, ma giocano un ruolo importante i meccanismi di retroazione, che rendono difficile la loro previsione, anche climatica.

Per quanto riguarda lo scenario RCP4.5, si evince una generale tendenza all'aumento della durata dei periodi secchi (numero massimo di giorni consecutivi con assenza di precipitazione), anche se permane una discreta variabilità fino a fine secolo, che alterna periodi più piovosi a periodi secchi pluriannuali. L'incremento si ha soprattutto dopo la metà del secolo, dove interessa anche le quote più elevate, che sembrano soffrire di una diminuzione dei periodi piovosi più accentuata. Per quanto riguarda lo scenario RCP8.5 questa tendenza è ancora più evidente a partire dalla seconda metà del secolo con valori che, a partire dal 2070 diventano più importanti, così come la frequenza degli anni siccitosi e l'interessamento delle quote più alte. Dal 2080 la possibilità di avere anni mediamente più piovosi tenderà a ridursi significativamente.

La variazione del rapporto tra la componente nevosa della precipitazione e la precipitazione totale mostra una tendenza alla diminuzione in entrambi gli scenari, più marcata nello scenario RCP8.5. Le zone a quote più elevate nelle zone di confine vedono ridotto questo rapporto da 0,5-0,7 a 0,2-0,3 già a metà secolo anche con lo scenario RCP4.5, con qualche punto isolato sulle zone più sudoccidentali, dove rimane a 0,4. A fine secolo, le aree dove il rapporto rimane tra 0,2 e 0,3 sono molto limitate. Nello scenario RCP8.5 tutta la fascia prealpina vede azzerare questo rapporto dalla seconda metà del secolo.





Gradi giorno di riscaldamento e raffrescamento

I gradi giorno di riscaldamento mostrano una diminuzione del valore percentuale in entrambi gli scenari, più marcato per lo scenario RCP8.5 a fine secolo. Nello scenario RCP4.5 la variazione, nell'ultimo trentennio del secolo, raggiunge al massimo il 15-20%. Questo comporterà una variazione della fascia climatica limitata ad alcune zone di pianura dalla E alla D e alcune aree fino alla fascia prealpina dalla fascia climatica F alla E. Nessun cambiamento di fascia climatica è atteso invece per le zone di montagna, dove, tra l'altro, la variazione percentuale è inferiore. Nello scenario RCP8.5, la variazione percentuale del 15-20% si raggiunge intorno alla metà del secolo, mentre nell'ultimo trentennio la variazione raggiunge il 25-30%. Questo comporterà una variazione di classe per la maggior parte del territorio regionale, ad eccezione delle zone montane dove attualmente i gradi giorno sono superiori a 4000. Le variazioni attese sono dalla classe F alla E, e dalla E alla D. Nessun punto del territorio raggiungerà una classe climatica inferiore alla D.

Nello scenario RCP4.5, gli aumenti dei gradi giorno di raffrescamento vanno dal 75% nel primo trentennio, al 150% nel secondo, fino al 200-300% nell'ultimo trentennio, dove i valori più elevati riguardano la fascia prealpina. Nello scenario tendenziale RCP8.5 i valori sono superiori, arrivando al 100% nel primo trentennio, tra il 150% e il 200% nel secondo trentennio, con valori superiori al 200% sulla fascia prealpina e, nell'ultimo trentennio i valori sono intorno al 400% in pianura e sulle zone montane di confine, superando il 600-700% nella fascia prealpina. Questo significa che la necessità di raffrescamento per adattarsi alle nuove temperature estive aumenteranno fino a triplicare rispetto alle attuali nello scenario con iniziative di mitigazione, e fino a 8-9 volte rispetto alle attuali nello scenario tendenziale.





Siccità

L'indicatore più diffuso a livello internazionale per monitorare la siccità a diverse scale temporali è l'Indice di Precipitazione Standard (SPI), che fornisce una indicazione di quanto si discosta una serie temporale di precipitazione rispetto a una media climatologica (in termini di numero di deviazioni standard), aggregando i dati su diverse scale temporali.

Per ottenere anomalie di precipitazione annuali ed inter-annuali abbiamo scelto 12 e 24 mesi. Nello scenario RCP4.5 non si evince un trend riconoscibile nel corso del secolo, si alternano in modo pressoché uniforme periodi siccitosi e periodi piovosi.

Nello scenario RCP 8.5 si nota una variabilità inter-annuale piuttosto uniforme soltanto fino a metà secolo; un aumento marcato e persistente dei periodi di siccità severa o estrema si raggiunge invece nell'ultimo trentennio dal 2071 al 2100, soprattutto sull'aggregazione a 24 mesi.

Anche dagli istogrammi gli ultimi 20 anni mostrano che la maggior parte dell'anno sembra soggetto a condizioni di siccità almeno severa in quasi tutto il territorio regionale.





Evapotraspirazione

L'evapotraspirazione potenziale, che rappresenta la quantità di acqua che viene trasferita dal sistema suolo/vegetazione all'atmosfera attraverso i processi di evaporazione e traspirazione in condizioni "ottimali", ovvero quando il contenuto idrico del suolo non costituisce un fattore limitante, rappresenta un buon indicatore per quanto riguarda l'impatto del cambiamento climatico sull'agricoltura.

L'indicatore è fortemente dipendente dalla temperatura che regola sia i processi evaporativi che traspirativi.

Nello scenario di mitigazione, l'evapotraspirazione potenziale aumenta, con un trend di +13,3 mm ogni 10 anni e nello scenario tendenziale di +34,6 mm ogni 10 anni.

L'incremento complessivo nel corso del secolo è, in media, di circa l'8% nello scenario RCP4.5 e del 15% nello scenario RCP8.5. Se consideriamo l'ultimo trentennio del secolo (2071-2100) queste percentuali salgono rispettivamente al 15% e tra il 30% ed il 35%.

Trattandosi di un valore potenziale, l'indicatore non tiene conto della reale disponibilità idrica del terreno, quindi tali aumenti potrebbero essere compensati da incrementi della precipitazione, che però dalle analisi non si evincono, facendo ipotizzare un aumento delle condizioni di siccità per la componente agricola.





Incendio boschivo

Per capire come le condizioni climatiche influiscono sul potenziale di incendio boschivo, l'indice FWI (Fire Weather Index) fornisce una indicazione sulle difficoltà operative di spegnimento, basata sulle condizioni meteorologiche che influenzano lo stato dei combustibili e lo sviluppo e propagazione dell'incendio.

Negli scenari climatici futuri si nota un aumento marcato dei valori estremi della distribuzione di FWI, soprattutto durante la stagione vegetativa (da aprile ad ottobre).

I valori corrispondenti al 90° percentile, che rappresentano le condizioni più favorevoli all'incendio, aumentano in un range del 8-25% nella stagione non vegetativa, e del 10-44% nella stagione vegetativa.

Per il 99° percentile, che rappresenta i valori estremi, la variazione è in linea con un intervallo tra 0-12% nella stagione non vegetativa e del 1-25% nella stagione vegetativa.

Questa variazione, soprattutto nel periodo vegetativo, si traduce in un incremento molto marcato del numero di giorni in cui si verificano condizioni favorevoli all'innesco dell'incendio, spostando l'attenzione verso una stagione che non è quella tipica degli incendi boschivi in Piemonte.

Complessivamente ci si attende un aumento marcato non soltanto nel numero di giorni con condizioni predisponenti l'innesco, ma anche incendi ad alta velocità di propagazione, persistenti e caratterizzati da difficoltà di spegnimento.

