

# IMPATTO DEI FORZANTI CLIMATICI A VITA BREVE SUL CLIMA ARTICO, SULLA QUALITÀ DELL'ARIA E SULLA SALUTE UMANA

**SINTESI PER I DECISORI POLITICI**

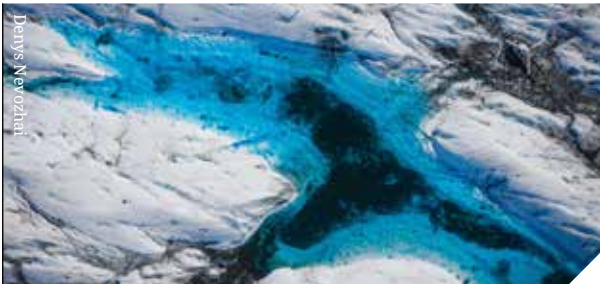
PROGRAMMA DI VALUTAZIONE E MONITORAGGIO DELL'ARTICO (AMAP)



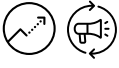
**AMAP**

# RISULTATI PRINCIPALI

Questa sintesi è tratta dal rapporto *AMAP Assessment 2021: Impacts of Short-lived Climate Forcers on Arctic Climate, Air Quality, and Human Health*. La valutazione prende in considerazione principalmente le emissioni dei Paesi membri e osservatori del Consiglio artico e l'impatto degli aerosol di nero di carbonio, metano, ozono e solfato sulla qualità dell'aria, sulla salute dell'uomo e sul clima



Dennis Novozhat

**1**  **La riduzione delle emissioni di forzanti climatici avrà un impatto a breve termine sul clima artico, nell'arco dei prossimi 20-30 anni. Per limitare nel lungo periodo il riscaldamento delle regioni artiche, è necessario agire immediatamente a livello globale per ridurre le emissioni di anidride carbonica, coinvolgendo anche i Paesi membri e osservatori del Consiglio artico.**


Il nero di carbonio, l'ozono e il metano hanno contribuito al riscaldamento dell'Artico. Gli aerosol di solfato derivanti dalle emissioni di anidride solforosa hanno invece un effetto di raffreddamento del clima, compensando in parte il riscaldamento dovuto all'anidride carbonica e ai forzanti climatici di breve durata. Pertanto, la diminuzione delle emissioni globali di anidride solforosa ha messo in luce la reale entità del riscaldamento dell'Artico negli ultimi decenni. Nel periodo 1990-2015, il riscaldamento rivelato dalla diminuzione delle emissioni di anidride solforosa è stato di entità simile a quello attribuito alle emissioni di anidride carbonica.

Tuttavia, le preoccupazioni per la salute e per l'ambiente spingono verso ulteriori riduzioni delle emissioni di anidride solforosa. Al fine di salvaguardare il clima e la salute, è fondamentale agire immediatamente per limitare i forzanti climatici di breve durata e ridurre le emissioni del nero di carbonio, dei precursori dell'ozono e del metano.

La riduzione delle emissioni di climalteranti di breve durata e del loro effetto di riscaldamento del clima può controbilanciare l'aumento delle temperature messo in luce dalle misure di limitazione dell'inquinamento atmosferico per la salute e l'ecosistema.




Bryan & Cherry Alexander

**2**  **Ulteriori riduzioni delle emissioni dei forzanti climatici di breve durata porterebbero notevoli benefici alla salute umana, sia in Artico che a livello globale.**


A livello globale, l'inquinamento atmosferico rappresenta la principale minaccia per la salute dell'ambiente e una delle principali cause di morti premature. Ridurre l'inquinamento atmosferico causato da particelle e ozono ridurrebbe gli effetti avversi sulla salute. Nell'Artico, fonti principalmente locali ma anche regionali di forzanti climatici possono aggravare l'inquinamento dell'aria e i suoi effetti sulla salute umana. Sforzi più ambiziosi rispetto all'attuale legislazione potrebbero prevenire centinaia di migliaia di morti premature nei Paesi membri e nei Paesi osservatori del Consiglio artico.



**3**  Grazie alle politiche e alle tecnologie per limitare le emissioni di forzanti climatici, l'aria nell'Artico è più pulita rispetto ai primi anni '90. Le concentrazioni di aerosol di solfato continuano a diminuire ma recentemente sono state osservate solo modeste riduzioni delle concentrazioni di ozono e di nero di carbonio.



Gli scenari di emissione futuri presi in considerazione per questa valutazione AMAP indicano che l'impegno volontario collettivo del Consiglio artico per la riduzione, entro il 2025, delle emissioni di nero di carbonio del 25-33% al di sotto dei livelli del 2013 è perseguibile implementando le politiche attuali. Un'ulteriore significativa riduzione delle emissioni potrebbe essere ottenuta utilizzando le migliori tecnologie disponibili. Parallelamente, la continua riduzione delle emissioni di anidride solforosa è importante per migliorare la qualità dell'aria e salvaguardare la salute umana.



**5**  Gli incendi di tundra, torbiere e foreste danno origine ad emissioni sempre più consistenti di particelle di nero di carbonio e di carbonio organico in Artico, mentre il riscaldamento del clima può essere causa di incendi sempre più vasti e frequenti.

La gestione del rischio di incendi attraverso misure appropriate a livello locale (gestione del carburante, limitazione degli inneschi, risposta agli incendi nelle terre selvagge) sarà fondamentale per limitare le emissioni di particelle dannose per la salute umana e che possono ulteriormente contribuire al riscaldamento ambientale. Gli incendi boschivi nelle zone boreali dovranno essere gestiti in modo diverso rispetto agli incendi nei paesaggi artici tenendo anche in considerazione le pratiche indigene di gestione del rischio.



**4**   Le emissioni antropogeniche globali e i livelli di metano nell'atmosfera artica sono in continuo aumento.

Il Programma Quadro del Consiglio artico per la riduzione delle emissioni di nero di carbonio e metano prevede un impegno formale da parte degli Stati artici a ridurre le emissioni complessive di metano in maniera significativa. Poiché si prevede che le emissioni continueranno ad aumentare anche con l'applicazione della normativa vigente, il rispetto di questo impegno richiede l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, soprattutto nel settore petrolifero e del gas.

Un ulteriore riscaldamento influirà probabilmente sulle emissioni di metano da sorgenti naturali, come ad esempio le zone umide, ma le stime delle emissioni future da queste fonti sono complicate da grandi incertezze.

## LEGENDA DEI SIMBOLI:



OSSERVAZIONE



PREVISIONE



NUOVO  
RISULTATO



RISULTATO  
AGGIORNATO



GAP DI  
CONOSCENZA



MESSAGGIO  
INCORAGGIANTE

# INTRODUZIONE E CONTESTO

L'inquinamento derivante dalla combustione di carburanti fossili e biomassa influisce sia sulla qualità dell'aria che sul clima. La scarsa qualità dell'aria è dannosa per la salute delle persone ed è una delle principali cause di morte prematura. Inoltre, vi sono molti **forzanti climatici** che influiscono sul cambiamento climatico. Mentre l'aumento delle temperature a lungo termine è principalmente determinato dalle emissioni globali di anidride carbonica, le attuali emissioni globali di inquinanti ambientali di breve durata impattano in maniera significativa sul tasso di riscaldamento previsto per i prossimi 20-30 anni.

Sulla base delle precedenti valutazioni AMAP, nel 2015 il Consiglio artico ha adottato un Programma Quadro per la riduzione delle emissioni di nero di carbonio e metano. Oltre a richiedere un miglior monitoraggio delle emissioni e promuovere iniziative di mitigazione, il Consiglio artico ha sottolineato l'importanza di svolgere un'attività continuativa di osservazione e ricerca. Ha richiesto inoltre di prendere in considerazione un periodo di rendicontazione scientifica di quattro anni che includa la valutazione dell'andamento degli inquinanti atmosferici di breve durata, con particolare attenzione al loro impatto sul clima artico e sulla salute pubblica. La valutazione AMAP 2021: Effetti degli Inquinanti Ambientali di Breve Durata sul Clima Artico, sulla Qualità dell'Aria e sulla Salute Umana (AMAP SLCF 2021) rientra in questo quadro e mira ad ampliarne gli obiettivi. Essa è inoltre rilevante per altri importanti forum internazionali per le decisioni relative agli inquinanti atmosferici, come la Convenzione Aerea e la Convenzione sul Clima.

Mentre le precedenti valutazioni AMAP sugli inquinanti atmosferici di breve durata si sono concentrate sull'impatto di nero di carbonio, metano e ozono troposferico, questo rapporto include anche un'analisi estesa dei precursori di altri inquinanti atmosferici emessi dalle stesse fonti, in particolare l'anidride solforosa. La valutazione AMAP SLCF 2021 ha tra i suoi obiettivi la comprensione approfondita delle fonti di emissione antropogeniche e del loro impatto sulla qualità dell'aria e sul clima attraverso osservazioni aggiornate e modelli nuovi. Il rapporto evidenzia come la riduzione degli inquinanti atmosferici di breve durata sia cruciale per la salute umana e per il clima artico e identifica le azioni che potrebbero ridurne in modo più efficace l'impatto sulla salute e allo stesso tempo rallentare il ritmo del cambiamento climatico in Artico. La valutazione

AMAP SLCF 2021 inoltre chiarisce il ruolo del cambiamento climatico sull'aumento del rischio di incendi. Questo è un argomento nuovo con importanti implicazioni per le future emissioni di inquinanti di breve durata e il conseguente impatto sia sul clima che sulla salute.

## PERCHE' GLI INQUINANTI ATMOSFERICI DI BREVE DURATA SONO IMPORTANTI?

Gli inquinanti di breve durata includono gas serra, particelle e altri inquinanti atmosferici che influenzano fortemente il clima ma permangono nell'atmosfera per un periodo relativamente breve rispetto all'anidride carbonica.

La riduzione delle emissioni di questi inquinanti è importante anche per proteggere la salute umana e dell'ecosistema. Essa avrà un impatto sul ritmo di riscaldamento dell'Artico nei prossimi decenni. I Paesi membri e osservatori del Consiglio artico sono attualmente responsabili per circa la metà delle emissioni antropogeniche globali di nero di carbonio, anidride solforosa e metano.

Le azioni intraprese da questi Paesi possono quindi avere un impatto significativo sulle emissioni globali e sugli effetti degli inquinanti sul clima e sulla salute. I risultati di un'analisi estesa condotta per la valutazione AMAP SLCF 2021 sull'effetto di raffreddamento del solfato evidenziano come la riduzione dell'inquinamento atmosferico nei Paesi membri e osservatori del Consiglio artico influenzi il clima in tutto l'Artico sottolineando la necessità di una comprensione integrata degli effetti sul clima e sulla salute degli inquinanti di breve durata.

## forzanti DI BREVE DURATA

Il **metano** è un potente gas serra, soprattutto in un arco di tempo di decenni. Sebbene esso sia 28-36 volte più potente dell'anidride carbonica in un intervallo temporale di 100 anni, secondo il Quinto rapporto di valutazione dell'IPCC il suo potenziale di riscaldamento sarebbe 84 volte superiore a quello dell'anidride carbonica considerando un periodo di soli 20 anni. Il metano influisce anche sulla qualità dell'aria a causa del suo ruolo nella formazione dell'ozono.

<sup>1</sup> Enhanced Black Carbon and Methane Emissions Reductions: An Arctic Council Framework for Action (Programma Quadro per la riduzione delle emissioni di nero di carbonio e metano)

<sup>2</sup> La Convenzione aerea è anche nota come Convenzione ECE dell'ONU sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lungo raggio (CLRTAP)

<sup>3</sup> Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici

<sup>4</sup> Canada, Finlandia, Islanda, Regno di Danimarca, Norvegia, Svezia, Federazione Russa e Stati Uniti

<sup>5</sup> Francia, Germania, Repubblica italiana, Giappone, Paesi Bassi, Repubblica popolare cinese, Polonia, Repubblica indiana, Repubblica di Corea, Repubblica di Singapore, Spagna, Svizzera e Regno Unito

<sup>6</sup> PM2.5 si riferisce alle particelle di 2,5 micrometri e più piccole.

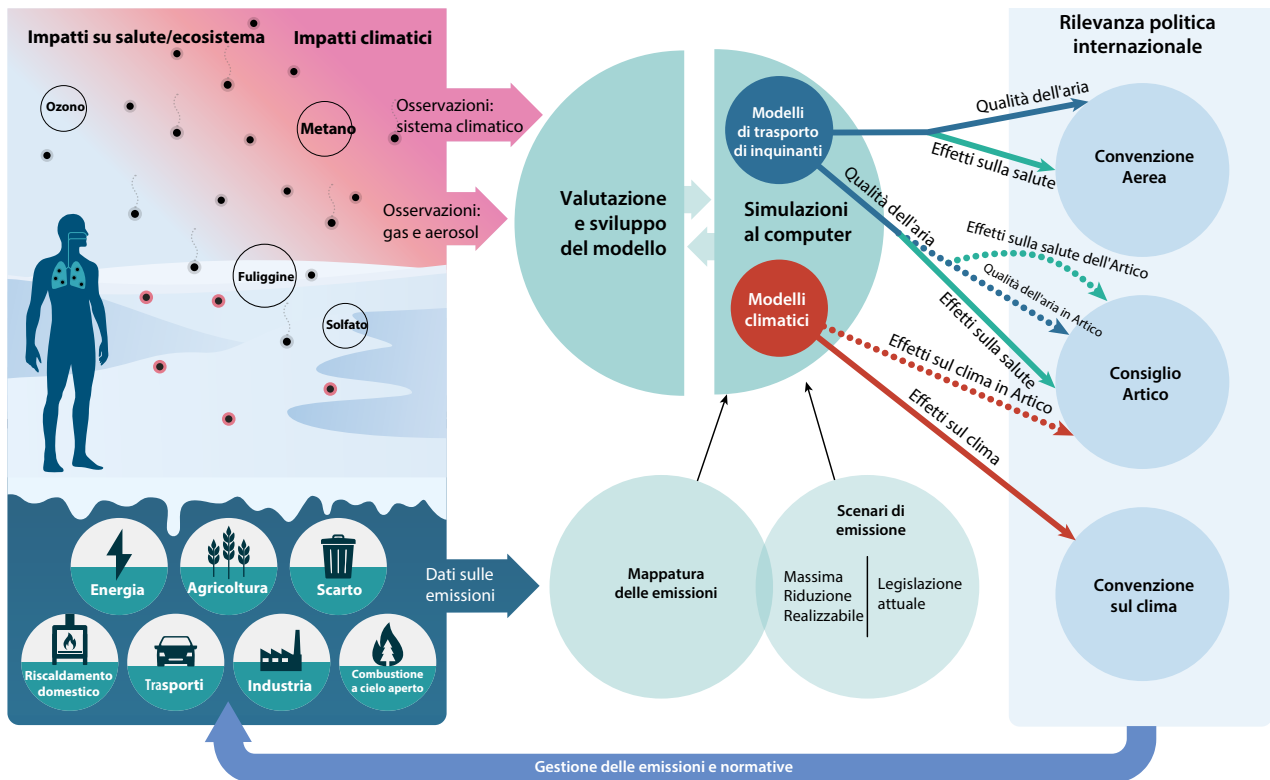


Illustrazione che mostra in maniera semplificata come i risultati principali e le raccomandazioni della valutazione AMAP SLCF 2021 si basino su una combinazione di dati di emissioni e osservazioni, scenari futuri, e simulazioni di modelli per stimare gli impatti sulla qualità dell'aria e sul clima, e come queste informazioni possano influenzare lo sviluppo delle politiche.

L'**ozono** è un inquinante atmosferico che si forma nella bassa atmosfera quando la luce solare interagisce con i gas precursori: ossidi di azoto, monossido di carbonio, composti organici volatili e metano. È anche un gas serra e può influenzare la permanenza del metano nell'atmosfera. È dannoso per la salute umana e la vegetazione.

Gli **aerosol di solfato** si formano dall'emissione di composti di zolfo, come l'anidride solforosa. Gli aerosol di solfato costituiscono una parte significativa del particolato fine nell'ambiente PM<sub>2,5</sub>, che è dannoso per la salute umana e oggetto di molte linee guida sulla qualità dell'aria. Gli aerosol di solfato disperdono la luce solare in modo efficiente e aumentano la luminosità delle nuvole. Ciò provoca un raffreddamento del clima, compensando alcuni degli effetti del riscaldamento dovuti ai gas serra e ad altri forzanti climatici. Gli impatti climatici delle nuvole rappresentano uno dei fattori di maggiore incertezza nei modelli sul clima.

Il **nero di carbonio** (spesso indicato come **fuliggine**) e il carbonio organico contribuiscono ai livelli di particelle nell'ambiente che degradano la qualità dell'aria e sono dannosi per la salute umana. Il nero di carbonio assorbe la luce solare e quindi contribuisce al riscaldamento climatico, mentre il carbonio organico tende a riflettere la luce. Quando si deposita sulla neve, il nero di carbonio diminuisce la capacità della superficie di riflettere la luce solare, aumentando il riscaldamento climatico. L'impatto sul clima del carbonio organico è minimo.

## VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEI FORZANTI CLIMATICI DI BREVE DURATA

La valutazione AMAP dell'impatto dei forzanti climatici si basa su informazioni provenienti da una serie di fonti diverse ma coerenti l'una con l'altra:

- Mappature aggiornate delle emissioni antropogeniche che includono informazioni contenute nelle relazioni presentate dai singoli Paesi alle convenzioni internazionali e dal gruppo di esperti del Consiglio artico su nero di carbonio e metano; nonché stime elaborate sulla base di statistiche internazionali sull'energia e sull'industria e dati sulle spedizioni.
- Scenari di future emissioni antropogeniche basati su diverse ipotesi, si veda di seguito per i dettagli.
- Monitoraggio delle concentrazioni di inquinanti di breve durata nell'atmosfera artica e nella neve.
- Modelli di trasporto atmosferico per valutare in che modo gli inquinanti di breve durata influiscono sulla qualità dell'aria nell'Artico e nelle regioni di origine al di fuori dell'Artico.
- Modelli climatici, inclusi modelli del sistema terrestre e un simulatore del clima e della qualità dell'aria (ovvero uno strumento di valutazione rapida) che consentono un'analisi specifica dell'influenza delle emissioni di inquinanti di origine antropogenica sul cambiamento climatico nell'Artico.
- I cambiamenti futuri delle emissioni di inquinanti dovuti a cause naturali o agli incendi non sono stati inclusi nelle simulazioni. Potenzialmente alcune delle fonti naturali di emissione potrebbero accelerare il riscaldamento mentre altre potrebbero avere un effetto di raffreddamento.
- Rapporti esposizione-risposta basati sulla letteratura tra le concentrazioni di inquinamento atmosferico e gli esiti avversi per la salute.

## SCENARI

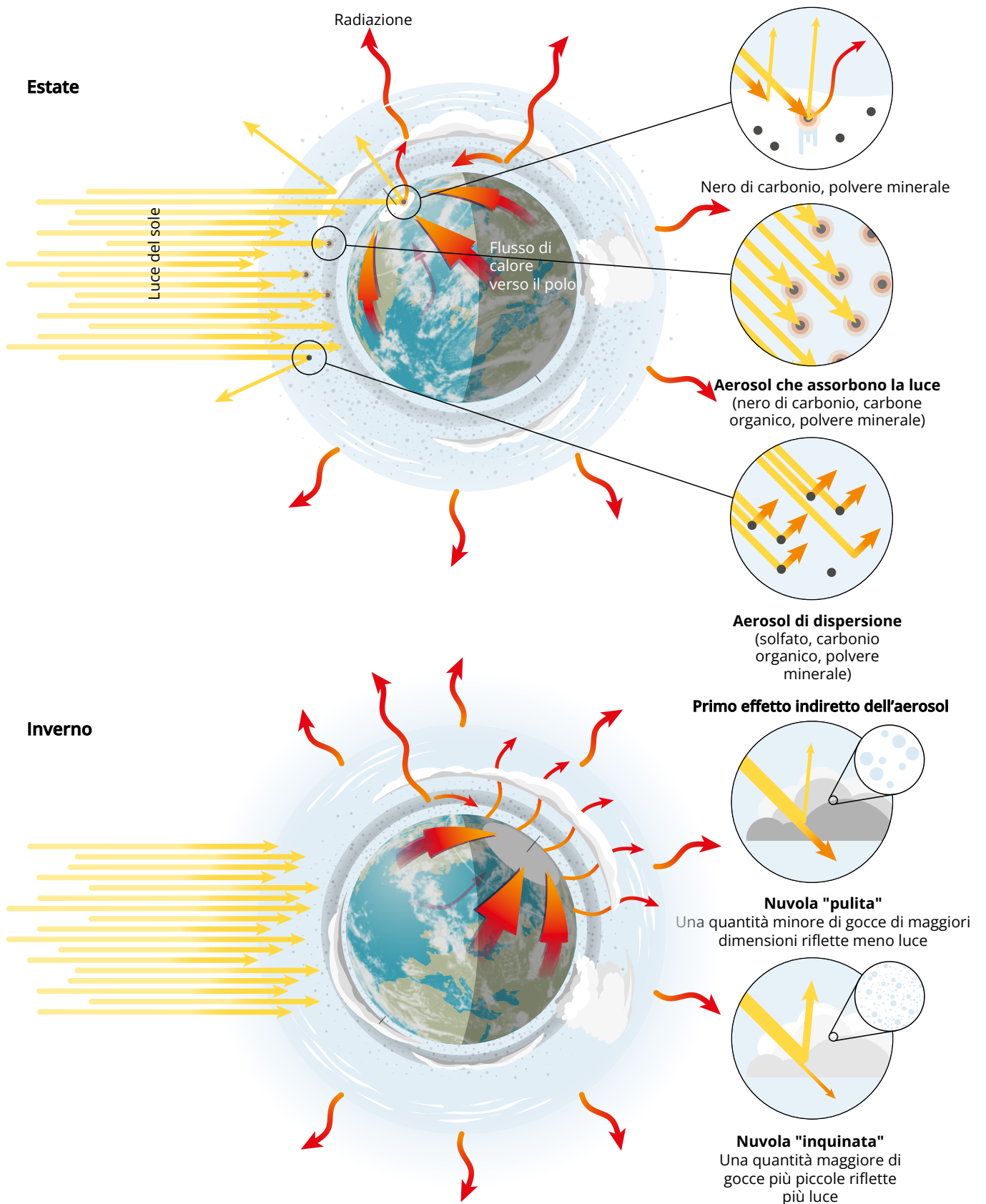
- Per stimare l'impatto futuro dei forzanti climatici di breve durata, sono stati sviluppati scenari di emissione basati su diverse ipotesi di sviluppo demografico, economico, tecnologico e politico. La valutazione AMAP SLCF 2021 presenta affinità e differenze con l'approccio alla base del Sesto Rapporto di Valutazione dell'IPCC e l'Aggiornamento AMAP 2021 sul cambiamento climatico in Artico: principali tendenze ed impatti. Gli scenari utilizzati per questa valutazione si basano su ipotesi intermedie di sviluppo socioeconomico globale e sul percorso di emissione di anidride carbonica, coerentemente con lo scenario SSP2-4.5 utilizzato anche nel rapporto dell'IPCC. Secondo questo scenario, le emissioni globali di anidride carbonica si stabilizzeranno intorno al 2050. La differenza principale tra i due rapporti è che i risultati del modello di AMAP si basano sulla mappatura aggiornata e sulla valutazione delle emissioni di forzanti climatici, che considerano anche il recente calo delle emissioni di anidride solforosa e di nero di carbonio in Asia orientale, che non sono ben rappresentati nello scenario SSP2-4.5. L'analisi dei benefici della mitigazione degli forzanti climatici su salute e clima nella valutazione AMAP SLCF si basa sui dati ricavati dagli stessi modelli del sistema terrestre utilizzati per la Sesta Valutazione IPCC e per l'aggiornamento AMAP 2021 sul Cambiamento Climatico in Artico: principali tendenze e impatti.
- Per valutare le implicazioni delle diverse azioni, sono state formulate ipotesi aggiuntive sull'attuazione delle politiche e sull'introduzione delle migliori tecnologie disponibili sulla base di due scenari principali:
- Legislazione attuale (CLE): questo scenario presuppone la piena attuazione dell'attuale legislazione nazionale e regionale sull'inquinamento atmosferico, nonché la piena realizzazione degli impegni nell'ambito dei Contributi determinati a livello nazionale (a partire dal 2018) verso l'Accordo di Parigi.
- Massima riduzione realizzabile (MFR): scenario ambizioso in cui le migliori tecnologie disponibili vengono introdotte a livello globale per ridurre tutti gli inquinanti atmosferici e il metano senza alcun vincolo legato ai costi di investimento o di implementazione ma tenendo conto della durata delle apparecchiature attualmente installate e della fattibilità tecnica. Lo scenario MFR differisce dalle ipotesi formulate nella valutazione AMAP SLCF 2015 includendo la possibilità di un'ulteriore riduzione delle emissioni di biossido di zolfo e ossido di azoto insieme ad agenti riscaldanti mirati.

## RISULTATI

### EFFETTI SUL CLIMA DELLA RIDUZIONE DEI FORZANTI CLIMATICI DI BREVE DURATA

Le emissioni di forzanti climatici di breve durata hanno un impatto sul clima sia a livello regionale che su larga scala. Gli inquinanti emessi o trasportati nell'Artico influenzano il trasporto di calore nell'atmosfera artica e provocano una diminuzione dell'albedo quando particelle scure, come quelle di nero di carbonio, si depositano sulla neve e sul ghiaccio e assorbono il calore invece di rifletterlo. L'effetto più significativo - per unità di emissione - sul riscaldamento dell'Artico si verifica alle alte latitudini. Tuttavia, poiché le emissioni e le concentrazioni alle medie latitudini sono maggiori di quelle in Artico, le misure per ridurre l'inquinamento atmosferico alle medie latitudini hanno maggiori probabilità di influenzare il riscaldamento dell'Artico. Considerando invece unità di emissioni ridotte, è maggiore l'effetto delle misure alle alte latitudini.

Per stimare l'impatto delle diverse traiettorie di emissione sul clima artico, la valutazione AMAP del 2021 ha utilizzato cinque modelli del sistema terrestre insieme a un simulatore multi-modello per riprodurre le variazioni di temperatura dell'Artico. La presente sintesi combina questi modelli al fine di ottenere stime più precise delle variazioni passate e future di temperature in Artico dovute ai diversi forzanti climatici e al biossido di carbonio.



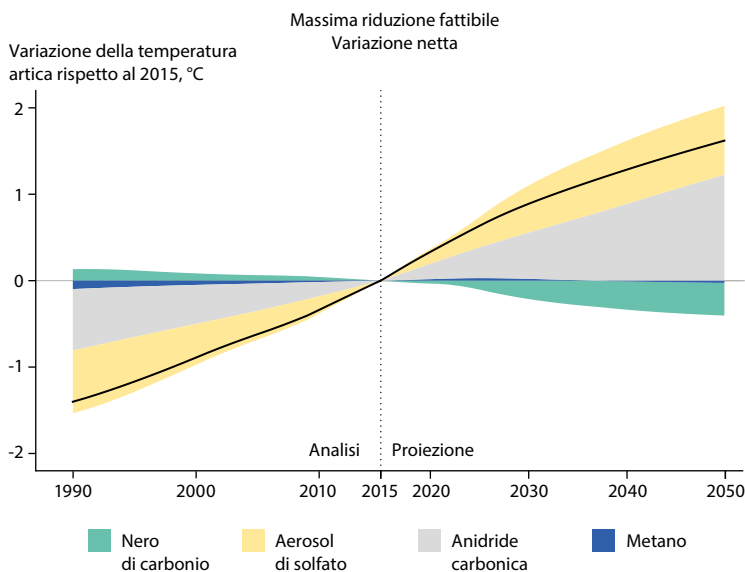
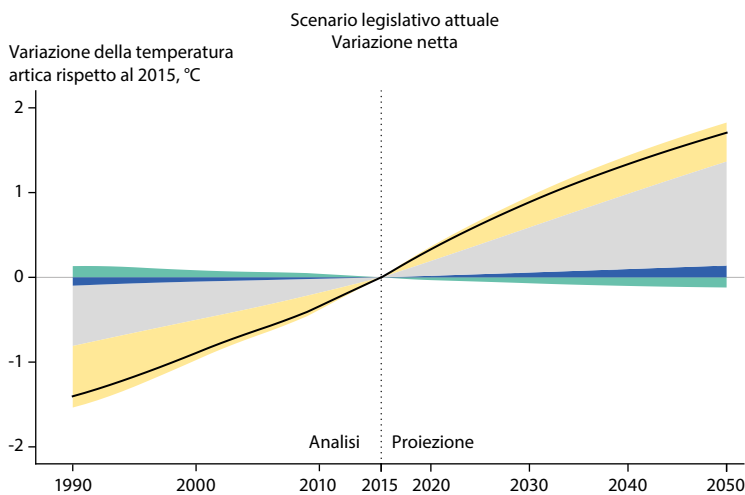
I meccanismi attraverso i quali i forzanti climatici di breve durata possono influenzare il clima artico includono gli effetti sul bilancio termico della regione dovuti al fatto che gli aerosol assorbono o disperdono l'energia solare nell'atmosfera, i gas serra assorbono il calore e le particelle oscurano le superfici chiare, come neve e ghiaccio, rendendole meno efficaci nel riflettere l'energia solare. Gli aerosol influenzano anche le proprietà delle nuvole e la loro capacità di riflettere la luce. Oltre alle conseguenze dirette in Artico, gli effetti dei forzanti climatici sul bilancio

## EFFETTO DEGLI FORZANTI CLIMATICI DI BREVE DURATA SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI NEL PASSATO

Le simulazioni effettuate per il periodo dal 1990 al 2015 mostrano riduzioni considerevoli delle emissioni di zolfo da fonti fossili e di biocarburanti tra i membri del Consiglio artico e il resto d'Europa. Le variazioni delle emissioni osservate nello stesso periodo di tempo in Asia e nel resto del mondo sono invece minime. Gli aerosol di solfato raffreddano l'atmosfera e hanno in parte compensato il riscaldamento causato dall'anidride carbonica e dai forzanti climatici di breve durata. Con il calo dei livelli di aerosol di solfato a latitudini medio-basse (miglioramento della qualità dell'aria), è diminuito anche il loro effetto di raffreddamento o mascheramento. Nel corso dei 25 anni osservati, il riscaldamento dell'Artico dovuto alle emissioni globali di anidride carbonica e quello dovuto alla riduzione delle emissioni di zolfo a latitudini medio-basse (raffreddamento indebolito) appaiono di entità quasi uguale. L'impatto degli inquinanti non solfurei sull'andamento della temperatura dell'Artico dal 1990 al 2015 è stato molto ridotto, soprattutto a causa delle variazioni modeste nelle emissioni globali di questi composti nel periodo di riferimento. Il riscaldamento netto dell'Artico simulato nel periodo 1990-2015 derivante dalle interazioni degli inquinanti da fonti antropogeniche globali con radiazioni, nuvole e albedo superficiale è di 0,275 °C per decennio (vedi Figura a pagina 9). La diminuzione delle interazioni tra il solfato presente in atmosfera e le nuvole ha probabilmente avuto un impatto netto sul riscaldamento dell'Artico. L'entità del riscaldamento calcolata con delle simulazioni è elevata ma molto incerta. In dettaglio, la riduzione delle emissioni globali di zolfo potrebbe aver prodotto un impatto sul riscaldamento dell'Artico di 0,290°C per decennio a causa della diminuzione delle interazioni degli aerosol di solfato con radiazioni, nuvole e albedo superficiale. Le variazioni delle emissioni globali di anidride solforosa hanno quindi prevalso sull'impatto di tutti i forzanti climatici di breve durata sul clima artico. Inoltre, le simulazioni condotte per il rapporto AMAP dimostrano che le emissioni antropogeniche globali di anidride carbonica e la diminuzione delle emissioni antropogeniche globali di zolfo hanno contribuito in modo significativo e pressoché uguale al tasso netto di riscaldamento dell'Artico dal 1990 al 2015 (0,285°C per decennio per l'anidride carbonica). Le simulazioni per il periodo dal 1990 al 2015 mostrano che il calo delle emissioni globali di nero di carbonio di origine antropica ha causato nel periodo di riferimento un effetto di raffreddamento dell'Artico (-0,053°C per decennio). Contemporaneamente, le emissioni antropogeniche globali di metano hanno prodotto un impatto sul riscaldamento relativamente basso (0,038 °C per decennio).

Tutti gli scenari di previsione delle emissioni antropogeniche di forzanti climatici e tutti i modelli utilizzati per la valutazione AMAP SLCF 2021 confermano che l'Artico continuerà a riscaldarsi rapidamente, poiché le future emissioni di inquinanti di lunga e breve durata porteranno a un aumento globale della temperatura media con un effetto amplificato in Artico. Inoltre, il previsto aumento di anidride carbonica e la riduzione delle emissioni globali di zolfo continueranno ad avere un notevole impatto sul riscaldamento dell'Artico. A seconda dell'andamento delle emissioni di forzanti climatici di breve durata, tra il 2015 e il 2030 la riduzione delle emissioni globali di anidride solforosa di origine antropica produrrà un riscaldamento della temperatura dell'Artico che potrà essere compreso tra il 69% (con lo scenario della legislazione attuale) e il 103% (con lo scenario delle riduzioni massime realizzabili) di quello dell'anidride carbonica. I risultati del modello mostrano anche che le riduzioni massime realizzabili di nero di carbonio e metano possono quasi compensare l'effetto riscaldante di un'ulteriore diminuzione delle emissioni di zolfo. In particolare, le riduzioni massime realizzabili delle emissioni globali di metano da tutte le fonti di combustione antropiche potrebbero portare a una diminuzione del tasso di riscaldamento dell'Artico di 0,047 °C per decennio dal 2015 al 2050, relativo alla sola applicazione della normativa vigente. Minori interazioni di nero di carbonio con radiazioni, nuvole e albedi superficiali potrebbero inoltre ridurre il tasso di riscaldamento dell'Artico di 0,074 °C per decennio dal 2015 al 2050 nello scenario di riduzione massima realizzabile, rispetto allo scenario della legislazione attuale. La preoccupazione per la salute è il fattore fondamentale per affrontare l'inquinamento atmosferico e dovrà continuare a motivare la riduzione delle emissioni di anidride solforosa in futuro. È evidente la necessità di ridurre sensibilmente le emissioni sia di anidride carbonica che di forzanti climatici di breve durata che contribuiscono al riscaldamento, poiché questo rallenterà il tasso di riscaldamento rispetto all'attuale andamento delle emissioni. La riduzione dei forzanti climatici di breve durata è particolarmente rilevante per influenzare il tasso di riscaldamento nei prossimi decenni. Per rallentare il riscaldamento dell'Artico, è fondamentale ottenere la massima riduzione possibile delle emissioni globali di nero di carbonio derivante da combustione di gas, trasporto terrestre e combustione residenziale. Una minore deposizione di nero di carbonio su neve e ghiaccio aumenterebbe la riflettività di queste superfici e quindi raffredderebbe l'Artico. Ridurre queste emissioni dai Paesi del Consiglio artico sarebbe di particolare efficacia dato che si verificano all'interno o in prossimità dell'Artico. Anche la massima riduzione possibile delle emissioni di metano dal settore petrolifero e del gas nei paesi del Consiglio artico è di importanza critica per compensare il riscaldamento previsto.





Variazione della temperatura artica in due diversi scenari di emissioni di forzanti climatici di breve durata: legislazione vigente e riduzioni massime realizzabili.

La linea continua mostra la variazione netta della temperatura artica rispetto alle variazioni combinate di tutte le emissioni (nero di carbonio, anidride carbonica, anidride solforosa, metano). Le aree ombreggiate indicano come le variazioni osservate e previste delle emissioni di forzanti climatici di breve durata a partire dal 1990 hanno contribuito ai cambiamenti netti della temperatura artica relativi al 2015. È da notare che il calo delle emissioni di agenti riscaldanti come il nero di carbonio si manifesta sotto forma di raffreddamento durante questo periodo. L'Artico è qui definito come l'area a nord di 60° N. Le variazioni di emissione che sono state utilizzate nella modellizzazione dei due diversi scenari sono illustrate nella figura a pagina 14. Il messaggio fondamentale è che le emissioni passate e future di anidride carbonica (area ombreggiata in grigio) svolgono e svolgeranno un ruolo determinante per il riscaldamento dell'Artico.

Per quanto riguarda gli aerosol di solfato (giallo), dal 1990 una decisa diminuzione delle emissioni ha contribuito al recente riscaldamento dell'Artico. L'entità di questo contributo è simile a quella dell'anidride carbonica. Si prevede che ulteriori riduzioni degli aerosol di solfato porteranno ad un ulteriore riscaldamento dell'Artico nei prossimi 20-30 anni. L'effetto sul riscaldamento conseguente al calo delle concentrazioni è particolarmente pronunciato nello scenario di massima riduzione realizzabile.

Il nero di carbonio (verde) contribuisce al riscaldamento, ma la diminuzione delle emissioni di nero di carbonio in atto dal 1990 ha ridotto il suo impatto relativo. Ulteriori diminuzioni nette delle emissioni di nero di carbonio ne riducono l'impatto sul riscaldamento contrastando parte del riscaldamento futuro dovuto all'anidride carbonica e al calo delle riduzioni degli aerosol di solfato, in misura maggiore nello scenario di massima riduzione che in quello della legislazione attuale.

Il metano (blu) contribuisce al riscaldamento dell'Artico. L'aumento delle emissioni a partire dal 1990 ha accelerato questo processo che permarrà nello scenario di legislazione attuale. Nello scenario di massima riduzione realizzabile, si prevedono solo lievi variazioni nette nelle emissioni di metano e il contributo alle future variazioni della temperatura dell'Artico sarà quindi minimo. In termini assoluti, il metano contribuirà comunque al riscaldamento dell'Artico, sebbene questo contributo sia appena distinguibile nella figura.



Patrick Henry

## COMPARAZIONE TRA LE VALUTAZIONI EFFETTUATE NEL 2015 E NEL 2021 DELL'IMPATTO SUL CLIMA DEI FORZANTI CLIMATICI DI BREVE DURATA

Le valutazioni AMAP SLCF 2015 hanno preso in considerazione separatamente ciascun inquinante atmosferico per stimare l'influenza delle emissioni di metano e di nero di carbonio sul clima artico e per confrontare gli impatti di diverse fonti di emissione a livello regionale. La valutazione AMAP SLCF 2021 utilizza un numero maggiore di modelli che integrano una migliore conoscenza della sensibilità climatica regionale e una rappresentazione più dettagliata dei processi che alterano il clima. Si basa inoltre su mappature e proiezioni aggiornate delle emissioni e presuppone una maggiore attenzione, in particolare, alle variazioni delle emissioni di anidride solforosa. Come risultato, è stato possibile fornire un quadro più dettagliato di come l'effetto integrato dei forzanti climatici cambia nel tempo e collocare accuratamente l'impatto di una loro riduzione nel contesto delle conseguenze della diminuzione delle emissioni di anidride carbonica. La simulazione al 2050 dell'impatto sul riscaldamento in Artico derivante dall'implementazione della riduzione massima realizzabile delle emissioni di inquinanti di breve durata nell'attuale valutazione (0,16 °C per decennio dal metano e 0,26 °C per decennio dai forzanti radiativi del nero di carbonio) è paragonabile all'impatto sulla temperatura stimato nella valutazione AMAP SLCF 2015.

# INQUINAMENTO ATMOSFERICO E SALUTE

L'inquinamento atmosferico è tra i 10 principali fattori di rischio di morte precoce tra i Paesi membri e osservatori del Consiglio artico. Sono note le relazioni tra le particelle fini (PM2,5) e le malattie cardiovascolari e respiratorie nonché il rapporto con i casi di morte precoce. Risulta sempre più evidente l'esistenza di un legame tra inquinamento atmosferico e rischio di diabete, nascite premature e basso peso alla nascita. L'ozono è associato ad un aumento del rischio di malattie respiratorie, che possono causare morte precoce, nonché di altri esiti avversi per la salute (ad es. effetti metabolici).

## IMPATTO SULLA SALUTE IN ARTICO

Esiste un numero limitato di studi sull'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla popolazione dell'Artico. Gli studi che riguardano l'Alaska mostrano che l'esposizione al PM2,5 rappresenta una seria causa di preoccupazione per la salute. Sebbene sia complicato stimare l'influenza dell'inquinamento atmosferico sulle malattie che colpiscono le popolazioni artiche, la conoscenza attuale delle relazioni causa-effetto suggerisce che gli sforzi per ridurre le emissioni avrebbero un effetto benefico sulla salute.

Per aumentare i benefici sulla salute locale è fondamentale gestire le fonti locali attraverso misure volte a ridurre le emissioni provocate dal riscaldamento residenziale, dalla combustione dei rifiuti, dai generatori diesel e dal trasporto di superficie. È inoltre importante garantire che l'aumento del trasporto marittimo non influisca sull'inquinamento atmosferico locale. Un'ulteriore preoccupazione è infine dovuta all'aumento di incendi boschivi e agli effetti sulla salute delle emissioni di fumo.

## QUALITÀ DELL'ARIA ED EFFETTI SULLA SALUTE NEI PAESI MEMBRI E OSSERVATORI DEL CONSIGLIO ARTICO

Nuovi studi condotti per la valutazione AMAP SLCF 2021 hanno utilizzato le stime di emissioni future per valutare la qualità dell'aria e la salute, con particolare attenzione all'influenza delle particelle fini (PM2,5) e dell'ozono sulle morti premature.

Laddove i livelli di inquinamento atmosferico sono elevati, come in molti Paesi osservatori asiatici, l'attuazione della legislazione vigente porterebbe a un miglioramento della qualità dell'aria locale. Nell'attuale scenario legislativo, le diminuzioni previste dovrebbero verificarsi per la maggior parte tra il 2020 e il 2025. L'applicazione delle migliori tecnologie disponibili a livello globale per limitare tutti i forzanti climatici e il metano migliorerebbe ulteriormente la qualità dell'aria, soprattutto nelle regioni che attualmente hanno emissioni elevate.



Il potenziale di riduzione delle concentrazioni di ozono in aree con alti livelli di inquinamento atmosferico dipende principalmente dalla riduzione delle emissioni di metano, che è un precursore dell'ozono.

Sulla base della relazione nota in letteratura tra le concentrazioni di inquinamento atmosferico e gli effetti avversi per la salute, la valutazione AMAP SLCF 2021 ha anche stimato, attraverso diversi scenari di emissione, la quantità di morti premature che si potrebbero evitare riducendo l'inquinamento atmosferico. La conclusione è che la piena attuazione della legislazione attuale potrebbe ridurre la mortalità prematura globale attribuibile al PM2,5 del 24% nel 2030 rispetto al 2015. Lo scenario più ambizioso di riduzione massima realizzabile comporterebbe un ulteriore 22% di riduzione delle morti premature legate all'inquinamento atmosferico, rispetto all'attuale legislazione.

Nell'attuale scenario legislativo, le concentrazioni



### USA

Scenario, anno	Decessi prematuri previsti rispetto al numero stimato di riferimento del 2015
2015	52940
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

### Unione Europea (escluso paesi nordici)

Scenario, anno	Decessi prematuri previsti rispetto al numero stimato di riferimento del 2015
2015	81870
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

### Russia

Scenario, anno	Decessi prematuri previsti rispetto al numero stimato di riferimento del 2015
2015	55710
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

### Canada

Scenario, anno	Decessi prematuri previsti rispetto al numero stimato di riferimento del 2015
2015	2580
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

### Resto d'Europa

Scenario, anno	Decessi prematuri previsti rispetto al numero stimato di riferimento del 2015
2015	99810
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

### Paesi nordici

Scenario, anno	Decessi prematuri previsti rispetto al numero stimato di riferimento del 2015
2015	4710
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

### Cina

Scenario, anno	Decessi prematuri previsti rispetto al numero stimato di riferimento del 2015
2015	948700
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

### Giappone, Corea del Sud, Singapore

Scenario, anno	Decessi prematuri previsti rispetto al numero stimato di riferimento del 2015
2015	37150
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

### India

Scenario, anno	Decessi prematuri previsti rispetto al numero stimato di riferimento del 2015
2015	835300
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

Numero di morti premature collegate all'esposizione a PM<sub>2,5</sub> nelle regioni del Consiglio artico nel 2030 e nel 2050 rispetto al 2015 nell'ipotesi di uno scenario di emissioni ridotte attuando la normativa vigente (scenario CLE) e applicando la massima riduzione possibile delle emissioni (scenario MFR).



di ozono a livello globale rimangono stabili ma si stima comunque che il numero di persone che muoiono prematuramente per esposizione all'ozono aumenterà.

Al contrario, nello scenario più ambizioso di riduzione massima realizzabile, la mortalità globale correlata all'ozono dovrebbe diminuire rispetto ai livelli odierni.

Per i Paesi membri del Consiglio artico, l'adesione

alla legislazione vigente al fine di ridurre il PM2,5 e l'ozono eviterebbe circa 66.000 morti premature nel 2030 rispetto al 2015. Nello scenario più ambizioso di riduzione massima realizzabile, si potrebbero evitare 97.000 morti premature nel 2030. Per i paesi osservatori, si stima che le riduzioni delle emissioni massime realizzabili eviterebbero 880.000 decessi prematuri nel 2030 rispetto al 2015. Solo l'attuazione della legislazione vigente eviterebbe 540.000 decessi prematuri nel 2030 rispetto al 2015.

## CREDIBILITÀ DEI RISULTATI DEL MODELLO

- I singoli modelli variano nel modo in cui rappresentano i forzanti climatici rispetto alle osservazioni storiche, ma una media tra essi può fornire risultati vicini o entro l'intervallo di incertezza dei livelli osservati di nero di carbonio, ozono e metano nell'atmosfera. I modelli che rappresentano l'impatto sul clima delle emissioni di inquinanti sono molto attendibili per quanto riguarda la direzione del cambiamento mentre l'entità di tale cambiamento è più incerta. Una grande incertezza riguarda le traiettorie future delle emissioni, a causa dell'imprevedibilità dei percorsi di sviluppo socioeconomico. Un ulteriore elemento critico di incertezza è rappresentato dai cambiamenti delle nuvole e dal forzante radiativo che ne deriva. Una valutazione delle implicazioni delle incertezze del modello sulle previsioni a breve termine dell'impatto sul clima e sulla salute mostra che:
  - Il riscaldamento da metano è un fattore certo sia a livello globale che in Artico.
  - Il riscaldamento dovuto al nero di carbonio potrebbe essere sottostimato in Artico e l'incertezza è elevata principalmente a causa della variabilità tra i modelli.
- Il raffreddamento da aerosol di solfato in Artico potrebbe essere sottostimato; l'incertezza è dovuta principalmente alla mancanza di osservazioni su tutta la colonna d'aria e all'alto grado di variabilità tra le stime del modello.
- Il riscaldamento dovuto all'ozono è un fattore certo a livello globale e in Artico, ma sussistono incertezze tra i modelli di simulazione dell'ozono e dei suoi precursori.
- L'impatto sul clima del cambiamento delle proprietà delle nubi è altamente incerto a causa dell'ampia gamma di nubi prese in considerazione dai modelli e dalle misurazioni.
- La mortalità dovuta a malattie respiratorie attribuibile all'ozono potrebbe essere sovrastimata a causa della sopravvalutazione delle concentrazioni di ozono. L'impatto complessivo dell'ozono sulla salute al contrario potrebbe essere sottovalutato perché altri effetti dannosi per la salute non sono stati inclusi nella valutazione (ad es. esiti metabolici).
- L'impatto sulla salute dell'esposizione al PM2,5 potrebbe essere sottovalutato a causa della sottostima delle concentrazioni, in particolare in Asia e vicino ai centri abitati, e perché alcuni effetti avversi non sono stati inclusi nella valutazione (ad es. parti prematuri o scarso peso alla nascita nonché deficit cognitivi).

# OSSERVAZIONI E TENDENZE

Le variazioni misurate nel corso del tempo dei livelli di inquinanti nell'atmosfera artica mostrano gli effetti delle politiche di inquinamento atmosferico e i cambiamenti nell'attività industriale.

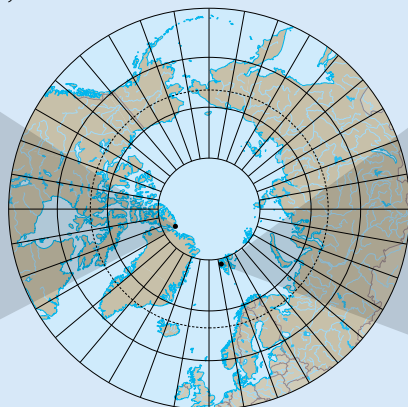
Misurazioni atmosferiche a lungo termine mostrano ad esempio che la qualità dell'aria artica è migliorata dopo il 1990 a seguito delle politiche messe in atto in Europa e Nord America e dopo una forte crisi economica in Unione Sovietica. Tuttavia, in questo stesso periodo le emissioni provenienti dalla Cina e dal resto dell'Asia hanno iniziato ad aumentare, mantenendosi stabili per poi diminuire leggermente dall'inizio del secondo decennio del 2000. Nell'atmosfera artica, i livelli di nero di carbonio sono diminuiti tra il 1990 e il 2010, ma questa diminuzione si è stabilizzata negli ultimi 10 anni. Alcune stazioni di monitoraggio dell'Artico mostrano una riduzione continua delle concentrazioni atmosferiche di solfati, mentre altre

stazioni mostrano che il declino si sta stabilizzando o è addirittura in leggero aumento.

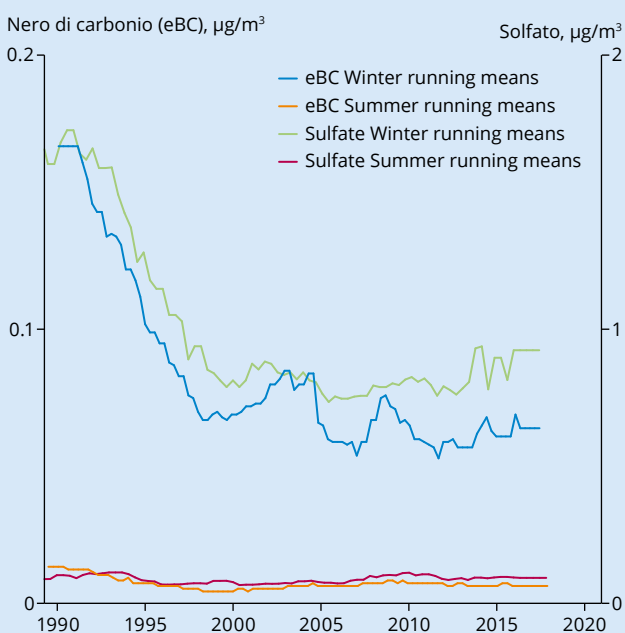
I livelli di metano nell'atmosfera artica riflettono le concentrazioni globali e sono più che raddoppiati rispetto all'era preindustriale in base a quanto risulta dalle misurazioni effettuate nei carotaggi di ghiaccio. Dal 2000 al 2005 non è stato rilevato alcun aumento, ma all'incirca a partire dal 2007 è emersa una nuova tendenza di crescita, con un ritmo ancora più rapido dal 2015. Il trasporto a lungo raggio ha contribuito all'aumento dei livelli di inquinanti nell'atmosfera artica ma le aree di maggior concentrazione delle emissioni antropogeniche in Artico hanno ulteriormente accentuato questa tendenza.



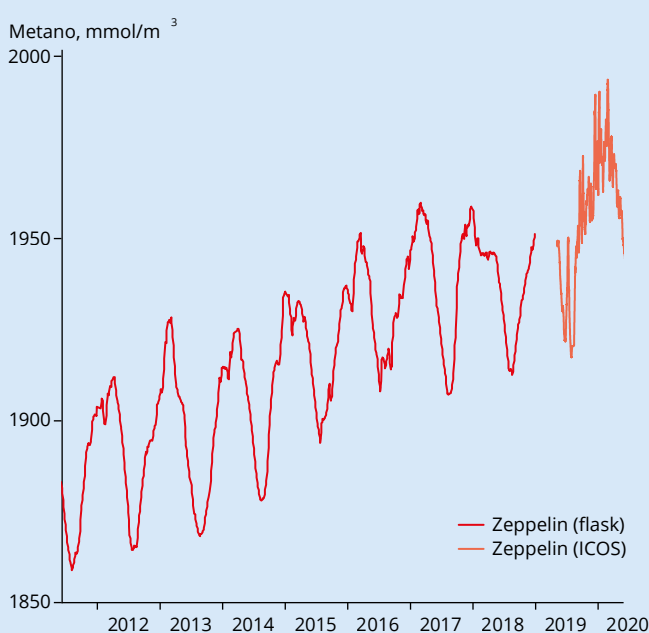
Alert



Zeppelin



Dati di monitoraggio di Alert, Canada che mostrano la storica diminuzione degli aerosol di nero di carbonio e solfato.



Andamento del metano allo Zeppelin (Svalbard).

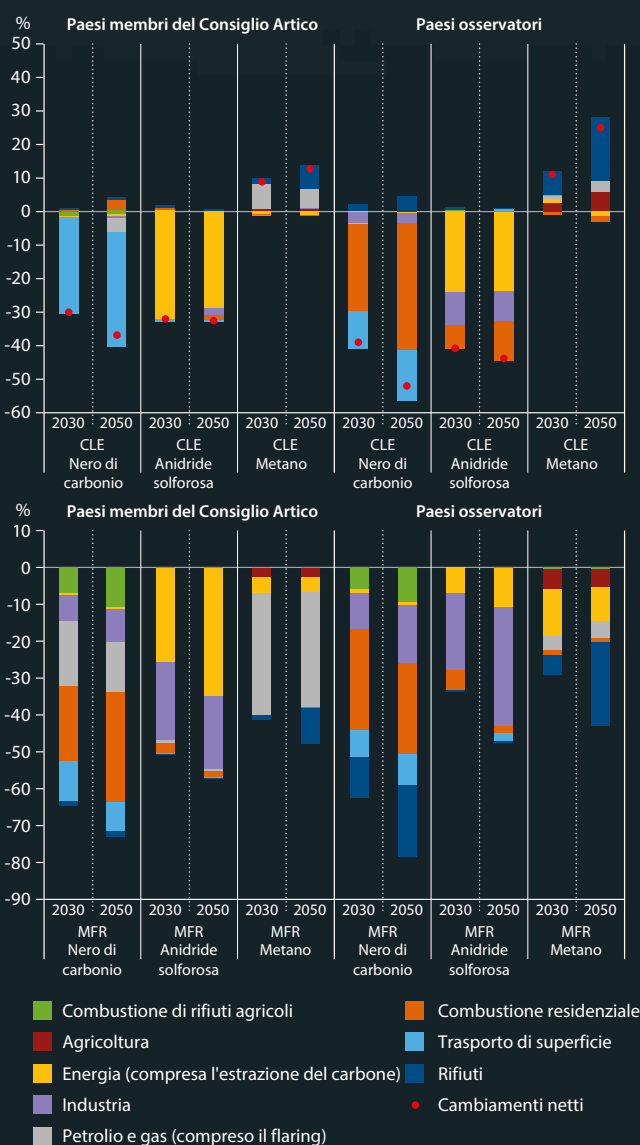
## FONTI DI EMISSIONE

I Paesi membri e osservatori del Consiglio artico sono collettivamente responsabili di circa la metà delle attuali emissioni antropogeniche globali di nero di carbonio, anidride solforosa e metano. Sebbene vi siano differenze tra le stime disponibili di emissioni di inquinanti, soprattutto a livello settoriale, il contributo relativo delle diverse fonti è considerevole. Secondo i dati sulle emissioni raccolti per questo rapporto, nel 2015 i Paesi membri del Consiglio artico hanno prodotto l'8% delle emissioni globali di nero di carbonio di origine antropica. La fonte principale di emissione è rappresentata dal trasporto terrestre, seguito dalla combustione residenziale e dal gas flaring nel settore petrolifero. I Paesi osservatori sono stati responsabili del 40% delle emissioni antropogeniche globali di nero di carbonio nel 2015, per la maggior parte prodotte da Cina e India e con la combustione residenziale come principale fonte, seguita dal trasporto terrestre.

Il trasporto marittimo in Artico è attualmente una fonte minore delle emissioni complessive di nero di carbonio.

Per quanto riguarda il biossido di zolfo, i Paesi membri del Consiglio artico hanno prodotto il 13% delle emissioni globali nel 2015 e i Paesi osservatori il 30%. Le fonti più importanti sia nei Paesi membri che osservatori sono rappresentate dal settore energetico e industriale.

Per quanto riguarda il metano, i Paesi membri del Consiglio artico hanno prodotto il 20% delle emissioni antropogeniche globali nel 2015, principalmente dal settore energetico (esplorazione e distribuzione di petrolio e gas), contribuendo in maniera sostanziale anche con i settori rifiuti e agricoltura. I Paesi osservatori sono responsabili del 30% delle emissioni globali di metano. Le emissioni prodotte dal settore agricolo rappresentano attualmente quasi il 50% mentre la previsione futura è dominata dall'aumento delle emissioni legate alla gestione dei rifiuti.



Variazioni relative delle emissioni nello scenario della Legislazione attuale (CLE) rispetto al 2015 e ulteriore potenziale di riduzione nello scenario di riduzione massima realizzabile (MFR) nel 2030 e nel 2050.

## EMISSIONI ANTROPOGENICHE FUTURE

La piena attuazione della legislazione attuale dovrebbe portare ad una riduzione delle emissioni di forzanti climatici sia nei Paesi membri del Consiglio artico che nei Paesi osservatori. Si prevede un calo delle emissioni di nero di carbonio rispetto ai valori del 2015 del 37% nei Paesi del Consiglio artico e del 52% nei Paesi osservatori entro il 2050. Gli scenari di emissione futuri utilizzati per questa valutazione AMAP indicano che l'obiettivo collettivo del Consiglio artico per la riduzione delle emissioni di nero di carbonio ad un livello inferiore del 25-33% a quello del 2013 entro il 2025 può essere quasi raggiunto attuando le politiche vigenti. Infatti, secondo le previsioni, le politiche attuali dovrebbero portare a una riduzione del 22% entro il 2025. L'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili consentirebbe di realizzare un'ulteriore significativa riduzione delle emissioni.

Si prevede che le emissioni di metano aumenteranno del 13% entro il 2050 nei Paesi membri del Consiglio artico e del 25% nei Paesi osservatori nonostante la legislazione attuale. La stima dell'andamento futuro delle emissioni, nel quadro della legislazione attuale, non è coerente con l'obiettivo del Programma del Consiglio artico per la Riduzione delle Emissioni di Black Carbon e Metano "... di ridurre significativamente le nostre emissioni complessive di metano".

Per quanto riguarda il biossido di zolfo, gli scenari nel quadro della legislazione attuale indicano un forte calo delle emissioni di circa il 33% per i Paesi membri e del 45% per i Paesi osservatori entro il 2050. Le attuali politiche in materia di aria pulita potrebbero ridurre le emissioni di nero di carbonio dai settori residenziale e dei trasporti e in una certa misura dall'industria. Si potrebbero ottenere considerevoli ulteriori riduzioni delle emissioni utilizzando le migliori tecnologie disponibili. Ciò è particolarmente evidente per il nero di carbonio proveniente dalla combustione residenziale (riscaldamento e cottura) e dalla produzione industriale di petrolio e gas, per le emissioni di



anidride solforosa derivanti dalla produzione di energia e dall'industria e per le emissioni di metano dalla produzione di petrolio e gas, insieme ad una migliore gestione dei rifiuti urbani e industriali.

## EMISSIONI NATURALI DI METANO E PARTICELLE

Le emissioni naturali sono importanti in Artico per la presenza di numerose zone umide nella regione che costituiscono la fonte principale di metano. Tuttavia, le emissioni naturali sono circa 2,5 volte inferiori rispetto a quelle antropogeniche globali causate dai combustibili fossili. L'andamento futuro delle emissioni naturali è incerto. Sulla base di una serie di scenari di riscaldamento climatico, si prevede che l'aumento del metano artico proveniente da fonti naturali sarà inferiore alla potenziale riduzione delle emissioni globali di metano antropogenico. I modelli per l'analisi dell'impatto climatico degli inquinanti non considerano i possibili cambiamenti futuri delle emissioni naturali (ad es. a causa del riscaldamento che porta al degrado del permafrost o a un ambiente più umido) a causa della grande incertezza che li caratterizza.

Le emissioni dell'Oceano Artico, ovvero gli spruzzi marini e i gas biogenici marini che formano il particolato, cambieranno con il cambiamento climatico, influenzando così il clima artico. Con gli strumenti attuali non è ancora possibile stimare quantitativamente questi effetti.



1 L'EGBCM del Consiglio artico utilizza i dati sulle emissioni e le proiezioni riportate a livello nazionale come base per valutare i progressi verso il raggiungimento degli obiettivi del Programma del Consiglio artico per la riduzione delle emissioni di nero di carbonio e metano. Per maggiori informazioni sui dati utilizzati per la valutazione AMAP, vedere "Valutazione degli impatti dei forzanti climatici di breve durata".

# INCENDI E CAMBIAMENTO CLIMATICO

Un'importante fonte di nero di carbonio e carbonio organico nell'atmosfera è rappresentata dagli incendi boschivi e dagli incendi intenzionali di campi agricoli, praterie e foreste. Le stime attuali indicano che il 12-15% della deposizione totale di nero di carbonio in Artico proviene da incendi boschivi boreali in Siberia, Canada e Alaska rispetto alle emissioni globali di combustione antropica e di biomassa causate da tutti i tipi di incendi. Il contributo degli inquinanti sulla concentrazione atmosferica può cambiare al variare del clima. La tempistica delle emissioni degli incendi rispetto all'estensione della neve e del ghiaccio è un fattore importante in relazione al loro impatto sul clima artico. L'alterazione della stagionalità e della posizione degli incendi potrebbe portare a una differente deposizione di fuliggine sulla neve o sul ghiaccio marino artico, maggiore nel caso di regimi di incendi settentrionali combinati con incendi agricoli all'aperto e minore nel caso di incendi che si verificano tra l'estate e l'autunno nei paesaggi boreali e temperati. Ai fini della valutazione AMAP SLCP 2021 è stata effettuata una revisione della letteratura insieme ad un confronto dei modelli pubblicati sulle emissioni degli incendi, integrati con un modello specifico per AMAP, per fornire informazioni sulle emissioni attuali e una previsione per il futuro.

Sebbene gli incendi facciano naturalmente parte di alcuni ecosistemi artici, il cambiamento climatico probabilmente determinerà condizioni più asciutte e un aumento della durata della stagione degli incendi. Aumenterà inoltre la frequenza dei fulmini e il rischio che questi diano luogo ad ulteriori incendi. Anche altri fattori influenzano questa tendenza, tra essi l'aumento dell'attività umana nelle aree selvagge e l'elevato carico di carburante dovuto allo spegnimento degli incendi e alla lotta ai parassiti. I database che raccolgono i dati delle emissioni degli incendi a livello globale indicano una tendenza all'aumento degli incendi ad una latitudine superiore a 60° N dal 2005 al 2018, maggiore dell'attività degli incendi alla latitudine compresa tra 50° e 60° N, che un modello stima in diminuzione. Un modello che misura le emissioni dell'attuale attività degli incendi sviluppato appositamente per la valutazione AMAP SLCP 2021 indica che la maggior parte dell'attività e delle emissioni legate agli incendi si verificano tra 50° e 60°N, corrispondente all'estensione meridionale

della regione boreale. Per lo stesso periodo, sono state osservate pochissime emissioni da combustione di biomassa tra 70° e 80°N. Al di sopra di 80° di latitudine nord, non sono stati osservati incendi a causa della limitata copertura satellitare.

Vi sono prove crescenti del ruolo del cambiamento climatico nel favorire i grandi incendi incontrollabili di inizio stagione nelle remote foreste boreali. Il cambiamento climatico ha anche influito sull'inizio anticipato della stagione degli incendi nella tundra artica, con eventi estremi nelle aree più popolate. Gli incendi nella Groenlandia occidentale alla fine dell'estate del 2017 e del 2019 dopo periodi di clima caldo, secco e soleggiato sono un fenomeno nuovo. Sebbene ancora relativamente limitato su scala globale, il futuro riscaldamento dell'Artico potrebbe portare a incendi sempre più grandi in regioni in cui in precedenza gli incendi erano rari.

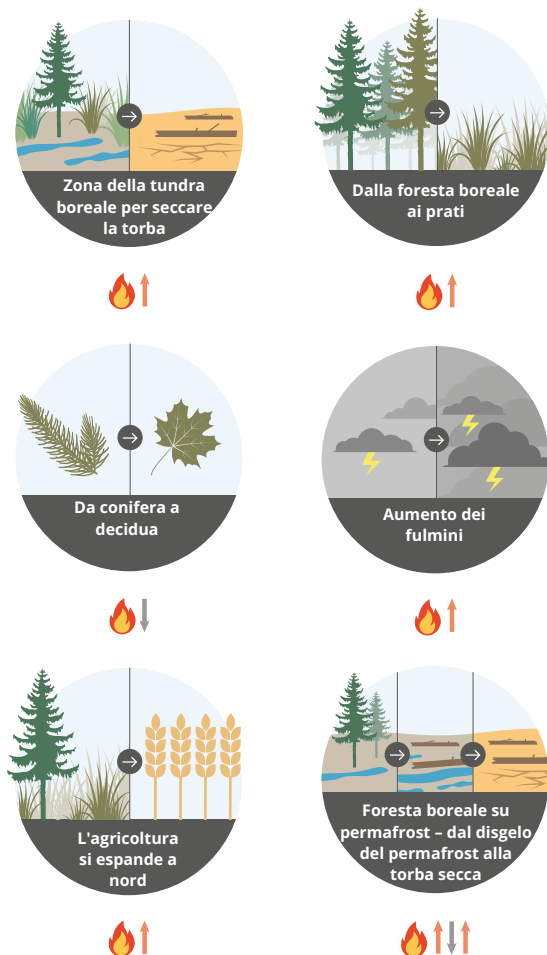
## PROSPETTIVE FUTURE

I cambiamenti climatici continueranno ad influenzare il rischio di incendi in futuro. In alcuni casi, l'incendio potrebbe essere tanto grave da provocare un cambiamento dell'ecosistema in modi che aumentano la probabilità di futuri incendi. Oltre all'aumento del numero di fulmini e a una stagione degli incendi più lunga, il degrado del permafrost può aumentare la quantità di vegetazione secca e di combustibili di torba ad alto tenore di carbonio. Gli incendi di torba possono covare sotto la cenere per molto tempo, portando a grandi emissioni di fumo. Sono fuochi anche estremamente difficili da estinguere e possono bruciare sotto la superficie durante l'inverno e riemergere in primavera. Talvolta sono anche chiamati zombie o fuochi di sospensione. La dimensione totale delle emissioni provocate dagli incendi di torba è difficile da stimare e prevedere. Ad esempio, lo scongelamento del permafrost discontinuo può aumentare la quantità di combustibile di torba disponibile per alimentare gli incendi, ma può anche umidificare nuovamente i terreni, limitando l'innescò e la diffusione degli incendi. La torba nel boreale e nell'Artico è un enorme pozzo naturale di carbonio e gli incendi delle torbiere possono rilasciare molta più anidride carbonica di un tipico incendio di terre selvagge per unità di area bruciata, che va ad aggiungersi ai forzanti climatici di breve durata.



Un altro fattore da considerare è legato all'evoluzione delle attività umane con l'aumento dell'attività turistica e del disboscamento e la tendenza ad estendere verso nord l'agricoltura. Lo spostamento dell'agricoltura e delle pratiche di combustione associate verso nord può anche portare a un aumento delle emissioni all'interno o intorno all'Artico. L'attività umana rimane la principale causa di innesco, anche per l'Artico.

Il cambiamento climatico influenzerà la silvicoltura e la crescita delle foreste impattando direttamente sui danni causati dagli insetti e dagli agenti atmosferici. La conclusione del rapporto AMAP SLCF 2021 è che le condizioni climatiche future favoriranno gli incendi boschivi nella zona boreale, anche nelle foreste altamente gestite. Gli incendi ad alta intensità compresi i mega-incendi difficili da controllare diventeranno più frequenti. Gli incendi nella regione del Consiglio artico continueranno a essere fonti locali di nero di carbonio, metano e anidride carbonica e si prevede che in futuro aumenteranno.



Andamento del rischio di incendi dovuti alle modificazioni degli ecosistemi e dei modelli meteorologici entro la seconda metà del XXI secolo a causa del cambiamento climatico; Le frecce in "su" indicano un aumento del rischio di incendio e le frecce in "giù" indicano una diminuzione del rischio di incendio. Nelle transizioni per la foresta boreale sul permafrost, i rischi di incendio possono prima aumentare, poi diminuire e quindi aumentare di nuovo quando l'ecosistema cambia, con l'umidità del suolo che funge da motore principale degli incendi a livello del terreno, nell'Artico così come nei sistemi boreali.

# RACCOMANDAZIONI

Sulla base della valutazione 2021 dell'impatto dei **forzanti climatici** di breve durata (SLCF) sulla qualità dell'aria, sulla salute umana e sul clima nell'Artico, il gruppo di lavoro AMAP fornisce le seguenti raccomandazioni:

## 1 LA NORMATIVA ATTUALE DEVE ESSERE APPLICATA EFFICACEMENTE E DEVE ESSERE FORTEMENTE SOSTENUTO L'UTILIZZO TEMPESTIVO ED EFFICACE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI PER RIDURRE ULTERIORMENTE LE EMISSIONI DI FORZANTI CLIMATICI

- L'efficace attuazione della legislazione nazionale vigente e degli accordi internazionali per ridurre l'inquinamento atmosferico porterà sostanziali benefici per la salute nei Paesi membri e osservatori del Consiglio artico. Ulteriori benefici per la salute, insieme a quelli per il clima, possono essere ottenuti aumentando l'uso delle migliori tecnologie disponibili per ridurre le emissioni, specialmente nei Paesi osservatori del Consiglio artico.
- Sarà necessaria la piena implementazione delle migliori tecnologie disponibili per ridurre le emissioni di nero di carbonio e metano per compensare l'ulteriore riscaldamento dell'Artico causato dalla riduzione delle emissioni di anidride solforosa in uno scenario di riduzioni massime possibili. La riduzione delle emissioni di zolfo è ben motivata dalla qualità dell'aria e dalle preoccupazioni per la salute. La riduzione del nero di carbonio e del metano è particolarmente importante per ridurre il riscaldamento a breve termine. Per limitare il riscaldamento dell'Artico a lungo termine, rimane fondamentale ridurre in maniera decisa e immediata le emissioni di anidride carbonica.
- Le proiezioni delle future emissioni di metano indicano che la legislazione attuale è insufficiente per realizzare l'obiettivo del programma del Consiglio artico per la massima riduzione delle emissioni di nero di carbonio e metano "...di ridurre in maniera significativa le nostre emissioni complessive di metano". È quindi necessario aumentare gli sforzi per la riduzione delle emissioni di metano, in particolare prevenendone le perdite nel processo di produzione di petrolio e gas (nell'Artico e altrove).
- Per ridurre ulteriormente la presenza di nero di carbonio nei Paesi membri del Consiglio artico, sarà particolarmente importante agire sulle emissioni dei motori diesel, sul gas flaring e sulla combustione residenziale (stufe a legna).

## 2 I PAESI MEMBRI E OSSERVATORI DEL CONSIGLIO ARTICO DEVONO SOSTENERE E MIGLIORARE IL MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI PER VALUTARE I PROGRESSI DELLE POLITICHE DI RIDUZIONE

- Le relazioni nazionali sulle emissioni di inquinanti atmosferici di breve durata presentate agli organismi internazionali competenti sostengono la necessità di sviluppare scenari di emissione e mitigazione affidabili, sottolineando l'importanza di garantire che informazioni tempestive, trasparenti e complete sulle emissioni siano condivise nelle pertinenti sedi internazionali, anche quando non è obbligatorio.
- È necessario migliorare il monitoraggio e la previsione delle emissioni di nero di carbonio attraverso i nuovi strumenti scientifici per sostenere lo sviluppo di metodologie comuni, contribuendo così a migliorare la raccolta di dati a livello nazionale come previsto dalla Convenzione aerea e dal Panel Intergovernativo sui cambiamenti climatici.



AFFRONTARE  
UN NUOVO  
RISULTATO



MESSAGGIO  
RINFORZANTE



COLMARE I GAP  
DI CONOSCENZA

### **3** **LE FONTI DI EMISSIONE LOCALE DI NERO DI CARBONIO DEVONO ESSERE IDENTIFICATE E QUANTIFICATE MEGLIO PER SOSTENERE L'ATTUAZIONE DI MISURE EFFICACI PER RIDURRE L'INQUINAMENTO DELL'ARIA NELLE COMUNITÀ ARTICHE**

- L'uso delle migliori tecnologie e pratiche operative disponibili potrebbe ridurre le emissioni locali di inquinanti dovute al riscaldamento residenziale, alla combustione dei rifiuti e all'uso di generatori diesel, e quindi ridurre l'impatto sulla salute della scarsa qualità dell'aria.

### **4** **È NECESSARIO ATTUARE STRATEGIE EFFICACI PER LIMITARE GLI INCENDI AGRICOLI E BOSCHIVI AL FINE DI RIDURRE LE EMISSIONI E IL RELATIVO INQUINAMENTO AMBIENTALE E RISCALDAMENTO CLIMATICO**

- Gli incendi nelle terre selvagge e gli incendi intenzionali all'interno e nelle vicinanze dell'Artico sono una fonte crescente di nero di carbonio in Artico, con conseguenze negative sia sulla salute che sul clima. Il cambiamento climatico aumenterà probabilmente il rischio di incendi più grandi e frequenti nelle terre selvagge.
- L'attività umana e le comunità dell'Artico dovranno adattarsi all'aumento del rischio di incendi. Comprendere se o quanto le tecniche di gestione degli incendi possono ridurre le emissioni di nero di carbonio può essere utile a sviluppare strategie di gestione degli incendi con un ampio consenso delle comunità indigene e locali dell'Artico.

### **5** **LA BASE DI CONOSCENZE PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SULLA SALUTE E SUL CLIMA DELLE EMISSIONI E DEGLI SFORZI DI MITIGAZIONE DEVE ESSERE SOSTENUTO E MIGLIORATO, IN PARTICOLARE RIGUARDO A:**

- **Monitoraggio:** è fondamentale che i sistemi di osservazione siano mantenuti e potenziati al fine di fornire dati per la valutazione dell'efficacia delle politiche sulle emissioni, la modellizzazione degli impatti sul clima e sulla salute delle emissioni di inquinanti e per la sorveglianza ambientale e della salute pubblica. Quest'ultima è particolarmente importante nelle regioni abitate dell'Artico. Inoltre, il monitoraggio satellitare e la mappatura degli incendi è un complemento essenziale alla comunicazione ufficiale sulle emissioni di inquinanti di breve durata dovute agli incendi.
- **Ricerca:** sono necessarie ulteriori ricerche in merito all'impatto del cambiamento climatico sulle emissioni di inquinanti da fonti naturali, come il metano delle zone umide e lo scongelamento del permafrost e degli aerosol di solfato dagli spruzzi marini.
- **Effetti sulla salute:** sebbene la comprensione scientifica degli effetti sulla salute dell'inquinamento atmosferico sia solida, sono necessari ulteriori studi per quantificare le emissioni locali e i rischi per la salute delle comunità artiche e per distinguere tra gli effetti delle emissioni provenienti da fonti di inquinamento locali e regionali che influenzano la qualità dell'aria. Sono inoltre necessarie ulteriori ricerche per comprendere meglio i livelli di esposizione e gli effetti sulla salute associati ai combustibili solidi residenziali, ad esempio per il riscaldamento domestico.
- **Modellazione:** per stimare in modo attendibile gli effetti sia sul clima che sulla qualità dell'aria, è necessario integrare meglio i modelli climatici globali e i modelli di dispersione atmosferica.
- **Analisi costi-benefici:** basandosi sul lavoro svolto dall'OCSE, sono necessarie ulteriori analisi dei costi economici e dei benefici di misure specifiche per la riduzione delle emissioni di inquinanti.

AMAP, istituito nel 1991 nell'ambito della Strategia di protezione ambientale dell'Artico in otto paesi, monitora e valuta lo stato della regione artica rispetto all'inquinamento e ai cambiamenti climatici. AMAP produce valutazioni di rilevanza politica su base scientifica e prodotti di sensibilizzazione del pubblico per informare i processi decisionali e politici. Dal 1996, AMAP è uno dei sei gruppi di lavoro del Consiglio Artico.

Questo documento è stato preparato dal Programma di monitoraggio e valutazione dell'Artico (AMAP) e non rappresenta necessariamente il punto di vista del Consiglio artico, dei suoi membri o dei suoi osservatori.

Questa sintesi si basa sul rapporto *AMAP Assessment 2021: Impacts of Short-lived Climate Forcers on Arctic Climate, Air Quality, and Human Health*, uno dei numerosi rapporti e valutazioni pubblicati da AMAP nel 2021. I lettori sono invitati a leggere questo rapporto e quelli di seguito elencati, per ulteriori approfondimenti sui temi del clima e dell'inquinamento:

- *Valutazione AMAP 2020: POP e sostanze chimiche di interesse per l'Artico emergente: influenza dei cambiamenti climatici*
- *Valutazione AMAP 2021: Analisi della presenza di Mercurio nell'ambiente artico*
- *Valutazione AMAP 2021: Salute umana nell'Artico*
- *Aggiornamento AMAP 2021 sul cambiamento climatico in Artico:*



#### AMAP Secretariat

The Fram Centre,  
Box 6606 Stakkevollan,  
9296 Tromsø, Norway

Tel. +47 21 08 04 80  
Fax +47 21 08 04 85

amap@amap.no  
www.amap.no

**AMAP**  
Arctic Monitoring and  
Assessment Programme