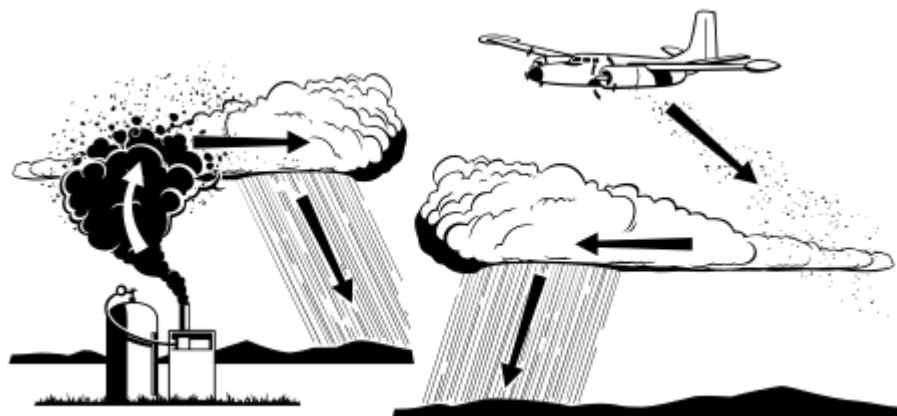


Recente è la notizia secondo cui, all'inizio di quest'anno, le autorità cinesi sono riuscite [con successo](#) a modificare le condizioni meteorologiche in occasione del centenario del Partito Comunista. Grazie ad una manipolazione artificiale della densità nuvolosa, hanno garantito cielo sereno e basso inquinamento atmosferico. Inducendo delle precipitazioni nelle ore precedenti l'evento, i meteorologi cinesi hanno fatto sì che **la concentrazione di polveri sottili si abbassasse ed hanno aumentato la probabilità che il cielo successivamente si schiarisse**. La Cina, non a caso, è il paese che più di tutti ha investito nella manipolazione artificiale del meteo. La tecnica è però nota per un intento diverso rispetto a quello realizzato in occasione dell'importante celebrazione: ovvero, generare pioggia in aree agricole particolarmente siccitose. Allo scopo, già [nel 2017](#), il governo di Pechino aveva stanziato 159 milioni di euro per un progetto finalizzato ad **aumentare le precipitazioni atmosferiche su un'area di 960.000 km quadrati, equivalente a circa il 10% del paese**. La carenza d'acqua - insieme all'inquinamento - è infatti la principale problematica ambientale della nazione, ma alterare le condizioni meteorologiche potrebbe essere davvero la soluzione? E soprattutto, la tecnica è esente da impatti ed effetti collaterali?

## Dalla teoria alla pratica

La tecnologia dietro la manipolazione artificiale del meteo è il *cloud seeding*, letteralmente, "inseminazione delle nuvole". Questa consiste **nell'accelerare il naturale processo di condensazione grazie al rilascio, da terra o per via aerea, di sostanze chimiche**. Normalmente, quando l'aria sale verso l'atmosfera, si raffredda e forma particelle chiamate nuclei di ghiaccio, che si raggruppano per formare le nuvole. Quando un numero sufficiente di questi si combina, diventa abbastanza pesante da cadere, per effetto della forza di gravità, sulla superficie terrestre sotto forma dell'una o l'altra precipitazione. Allo stato attuale, accelerare ed amplificare questo fenomeno richiede l'immissione in atmosfera di anidride carbonica congelata, il cosiddetto ghiaccio secco, oppure, di ioduro di argento. Nel primo caso, si agisce raffreddando le nuvole dall'interno favorendo la condensazione di un numero maggiore di particelle, mentre, nel secondo, viene direttamente indotta una reazione di congelamento del vapore acqueo. **In entrambi i casi l'obiettivo è generare piogge che diversamente non si verificherebbero**. In linea teorica, il processo ha tutte le carte in regola per funzionare, ma che questo poi si traduca effettivamente nella pratica è, dopo oltre settant'anni dalla sua invenzione, ancora oggetto di discussione.

Cloud seeding, la manipolazione del meteo continua con dubbi su efficacia e impatti



## Il dibattito sull'efficacia è ancora aperto

La storia del *cloud seeding* inizia nel 1946 quando Vincent Schaefer, collaboratore del chimico premio Nobel Irving Langmuir, utilizzò per la prima volta del ghiaccio secco allo scopo di raffreddare l'aria. Più o meno parallelamente, il climatologo Bernard Vonnegut, combinando iodio e argento al fine di favorire la cristallizzazione del vapore acqueo, elaborò il metodo basato sullo ioduro di argento. In laboratorio le evidenze ci furono fin dal principio, **ma il successo su larga scala, sebbene le prime conferme inizino ad arrivare, ancora semina scetticismo**. Nel 2014, il *Wyoming Weather Modification Pilot Program* ha pubblicato uno [studio](#) durato sei anni, dal 2008 al 2013, stimando che il *cloud seeding* può aumentare le precipitazioni di circa il 3,3% nella stagione invernale. Questi risultati, tuttavia, non hanno dimostrato di avere una significatività statistica particolarmente rilevante. In altre parole, gli scienziati non sono stati in grado di dire con certezza se le piogge extra fossero state prodotte artificialmente o se ci sia stato lo zampino del caso. Per risultati scientificamente più robusti, si è dovuto aspettare fino al 2020, quando dei ricercatori statunitensi hanno pubblicato, sul *Proceedings of the National Academies of Sciences*, dei risultati inequivocabili: il *cloud seeding*, almeno in tre occasioni, ha funzionato. Lo [studio](#) ha infatti dimostrato che la formazione dei cristalli di ghiaccio all'interno delle nuvole "seminate" era correlata allo schema di volo dell'aereo che aveva rilasciato le sostanze utili allo scopo. È indubbio quindi che le tecniche di *cloud seeding* siano in grado di alterare la struttura e le dimensioni delle nubi, ma **la loro efficacia nell'incrementare la quantità di pioggia rimane controversa**. Difatti, è ancora complesso distinguere le precipitazioni dovute all'azione dell'uomo rispetto a quelle naturali, data l'elevata variabilità di queste ultime. Ciononostante, se gli investimenti in questo senso appaiono moltiplicarsi a vista d'occhio, vorrà pur dire qualcosa. Cina e Stati Uniti dominano la scena ma, dall'Australia al Marocco, passando per Spagna, Francia,

Grecia, India e Russia, diversi tentativi di manipolare il tempo sono stati fatti un po' ovunque. Anche in Italia, in particolare in Puglia, dove però il [progetto](#) fu abbandonato per scarsità di risultati soddisfacenti.

## Costi elevati e impatti poco studiati

E se i dubbi sull'infallibilità della tecnica rimangono, ancor meno si sa sui potenziali effetti negativi a lungo termine. Ecologicamente parlando, [i primi studi](#) condotti al riguardo esclusero impatti ambientali degni di nota, mentre una ricerca più recente, [del 2016](#), ha concluso che un effetto cumulativo dello ioduro di argento rilasciato negli ecosistemi può potenzialmente influenzare negativamente la fauna terrestre e acquatica. Non a caso, proprio quest'anno, l'*Agenzia europea delle sostanze chimiche* ha aggiornato la [scheda](#) relativa alla molecola avvertendo che è risultata **“estremamente tossica per la vita acquatica anche con effetti di lunga durata”**. Per quel che riguarda la salute umana non si segnalano particolari tossicità, tuttavia, non perché sia stato dimostrato che non ce ne siano, piuttosto, a causa dell'assenza di studi mirati a valutarli. Ad oggi, la quantità di ioduro di argento utilizzata allo scopo è assolutamente trascurabile, ma se la tecnologia dovesse prendere piede è bene che prima si abbiano più informazioni. Certi, attualmente, sono solo i costi esorbitanti richiesti dalla tecnologia. Secondo lo [Smithsonian Magazine](#), il costo di un programma attivo di *cloud seeding*, **nello scenario più dispendioso, potrebbe arrivare a 427 dollari per piede-acro (circa 1200 metri cubi di terreno)**. Prevenire i danni derivanti dalla crisi climatica, agendo sulle cause a monte di questa, è senza dubbio più sensato che tentare di tamponare i problemi giocando con le nuvole. Ad ogni modo, la manipolazione delle condizioni meteorologiche è bene che venga maggiormente esplorata, sia in termini di efficacia che di impatti. Se usata correttamente, oltreché dare respiro all'agricoltura in aree con siccità cronica, il potenziale resta comunque alto: può ridurre la nebbia negli aeroporti, abbattere l'inquinamento atmosferico nelle grandi città, generare neve in alta quota ed essere sfruttata per l'energia idroelettrica. Resta “solo” una cosa da fare: dimostrare che funziona e che sia sicura.

[di Simone Valeri]