

Conoscere la meteorologia

Precipitazioni

Pioggia

Le precipitazioni comprendono tutti i tipi di apporti di acqua, allo stato liquido o solido, che cadono o si formano sulla superficie terrestre.

Si distinguono **precipitazioni dirette**, come la pioggia, la neve, la grandine, e le **precipitazioni occulte**, come la rugiada e la brina, che non provengono dalle nubi, ma si formano direttamente al contatto con la superficie terrestre.

Le precipitazioni liquide, o **pioggia**, si verificano quando le gocce d'acqua presenti in una nube si ingrossano progressivamente fino divenire troppo pesanti per rimanere nella nube e cadono quindi al suolo.

I meccanismi per cui le gocce di nube si ingrossano sono molteplici: per assorbimento di acqua in un'atmosfera sovrassatura, e, soprattutto, per coalescenza tra gocce che cadono e si urtano tra loro. Il limite tra gocce di nube e gocce di pioggia è intorno ai 100 micron, ma le gocce di pioggia sono in genere molto più grandi, fino a oltre 2000 micron.

Neve

I **flocchi di neve** sono aggregati di cristalli che si sono formati nelle nuvole direttamente dalla condensazione del vapore, a temperatura inferiore a 0°C. Diversamente da quello che si potrebbe pensare, non bastano vapore acqueo e basse temperature per formare un cristallo di neve. Ciò che non può mancare è la polvere, senza la quale le molecole di vapore acqueo non riescono ad aggregarsi per formare i cristalli di neve. Un cristallo appena formato ha forma di colonna a base esagonale. Poi, catturando altre molecole d'acqua, cambia aspetto e assume una delle infinite e svariate forme che esistono in natura. In alcuni casi il cristallo cresce più in altezza che in larghezza, dando vita a cristalli a forma di ago. Per altri accade il contrario e si formano cristalli piani esagonali. Dai sei spigoli del prisma esagonale di partenza possono crescere altrettanti bracci che poi si ramificano, originando forme spettacolari (**crecita dendritica**). Ogni cristallo ha una sua storia: dal punto in cui si origina fino al momento in cui cade, attraversa zone diverse dell'atmosfera, in cui variano temperatura e umidità, i principali fattori che influenzano la forma del cristallo. Inoltre, ogni cristallo è formato da miliardi di molecole d'acqua che si aggregano in maniera imprevedibile. E' per questo che ha senso dire che non esistono due cristalli uguali!

Flocchi di neve: gli spazzini dell'aria

Molti sono gli scienziati che hanno dedicato le loro ricerche ai cristalli di neve. Uno fra i primi è stato Cartesio, con la pubblicazione di un trattato sulla loro morfologia. Oggi non sono ancora del tutto chiari i meccanismi di formazione dei cristalli. Non è ancora chiaro perchè le molecole di vapore acqueo si aggregano al cristallo già esistente privilegiando, a seconda della temperatura e dell'umidità, le pareti del prisma, le sue basi o i suoi spigoli. Il principale obiettivo degli scienziati è capire come mai la neve risulta essere il miglior "spazzino" dell'aria. Di tutte le sostanze inquinanti che si depositano al suolo, ben il 90% sono intrappolate dai cristalli e dai flocchi di neve. Queste sostanze rappresentano i nuclei di aggregazione della neve: vengono inglobate all'interno del cristallo al momento della formazione e di depositano al suolo insieme alla neve. Alcuni scienziati pensano che la comprensione di questi meccanismi potrebbe essere utile per costruire dei filtri anti inquinamento più efficienti di quelli attuali.

Grandine

Associata a nubi temporalesche, la grandine è costituita da masse tondeggianti di ghiaccio. Ogni chicco è formato da centinaia di cristalli di ghiaccio, in strati alternativamente trasparenti e lattiginosi, a causa della presenza di bolle d'aria. I cristalli trasparenti si formano lentamente nelle regioni inferiori di un cumulonembo, caratterizzate da temperature più elevate, mentre i cristalli opachi sono tipici delle zone più alte, dove le temperature più basse causano la rapida formazione di cristalli che crescendo velocemente intrappolano bolle d'aria. La stratificazione alternata in ogni chicco indica che le forti correnti verticali e le turbolenze presenti all'interno di un cumulonembo possono trasportare i chicchi da

una regione all'altra della nube, prima che questi cadano al suolo. In Italia le dimensioni dei chicchi di grandine non superano in genere qualche cm, ma in Paesi tropicali i chicchi di grandine possono raggiungere dimensioni di oltre 10 cm, fino ad un massimo di 20 cm!

Nebbia

La nebbia è una nube poco densa e di modesto spessore che si forma a contatto con il suolo, in condizioni meteorologiche particolari. In genere le gocce d'acqua di nebbia sono più piccole e meno numerose di quelle di nube, per questo la nebbia appare meno densa e più trasparente di una nube.

Le nebbie si generano quando vi è una differenza di temperatura tra il terreno e l'aria sovrastante. Le nebbie di radiazione si formano dopo il tramonto, quando la temperatura del suolo diminuisce, provocando il raffreddamento lento anche dell'aria sovrastante. Se la temperatura scende al di sotto del punto di rugiada, si forma la nebbia. In genere, la formazione di nebbie è favorita dalla presenza di specchi d'acqua, che forniscono vapore acqueo all'aria, rendendola più umida.

Le nebbie di advezione si formano invece quando il vento porta aria umida e calda al di sopra di terre più fredde, o, al contrario, quando aria fredda permane al di sopra di una specchio d'acqua più caldo: tipiche sono le nebbie che si formano sul Mare del Nord, dove l'aria umida e calda che si muove seguendo la Corrente del Golfo viene a contatto con le acque fredde del Mare del Nord, oppure lungo le coste del Perù e dell'Ecuador, dove, al contrario, la nebbia si forma per contatto tra le fredde acque della corrente di Humboldt e l'aria calda e umida equatoriale. Con un meccanismo simile si formano anche le nebbie costiere, che si formano al mattino lungo le coste e si dissolvono rapidamente nel corso della mattinata.

Le nebbie persistenti tipiche della stagione invernale della Pianura Padana sono dovute invece alla discesa di aria fredda in un'area anticiclonica: se al suolo si trova aria umida, per la presenza di specchi d'acqua o per l'umidità del terreno (per esempio, i terreni umidi delle risaie), l'umidità atmosferica condensa a dare nebbie fitte che persistono fino a che permane la situazione di alta pressione.

Rugiada

Quando il suolo disperdendo calore per irraggiamento raggiunge la temperatura di rugiada, nell'aria con la quale è a diretto contatto si produce condensazione, che deposita gocce d'acqua direttamente sul suolo e su tutto ciò con cui l'aria è a contatto, formando la rugiada.

La rugiada fornisce un quantitativo d'acqua che in situazioni particolari può essere importante: anche in assenza di precipitazioni dirette, la vegetazione riceve comunque un apporto idrico sufficiente ai suoi processi vitali. Si parla, per questo, di precipitazioni occulte, cioè non direttamente visibili. Non è facile valutarne i quantitativi, ma di queste precipitazioni si deve tenere conto nello stilare il bilancio idrologico e nel ciclo dell'acqua. La rugiada infatti viene in parte assorbita dal terreno, in parte evapora durante la giornata, ritornando a far parte del ciclo idrologico. Questo tipo di apporto idrico è fondamentale per la sopravvivenza di piante e animali in zone aride e semidesertiche.

Brina

La **brina** si forma a temperature al di sotto degli 0°C, per congelamento della rugiada o per precipitazione diretta di piccoli aghi di ghiaccio.

La **galaverna**, termine dialettale tipico del Nord Italia, è una forma particolare di brina, caratterizzata da grossi cristalli aghiformi di ghiaccio che, a volte anche trasportati dal vento, ricoprono ogni superficie, seguendone i dettagli più minuti, come, per esempio, steli d'erba, ramoscelli, cavi elettrici e antenne.

Anche la brina appartiene alla categoria delle precipitazioni occulte. Può fondere ed evaporare nel corso della giornata, oppure può rimanere al suolo per diversi giorni, a seconda delle temperature. Se la brina si deposita sulla neve e viene successivamente ricoperta da una nuova nevicata, si può formare all'interno del manto nevoso un livello di cristalli di ghiaccio poco coerenti, che può favorire il distacco di valanghe a lastroni.

Il tempo

Il tempo in senso meteorologico indica l'insieme di fenomeni atmosferici che si verificano in un certo momento in un'area della Terra. Vi sono fenomeni a carattere strettamente locale, limitati a zone estremamente ristrette, e fenomeni che coinvolgono intere regioni. I fenomeni atmosferici sono caratterizzati da una estrema variabilità e piccole variazioni locali possono contribuire a far evolvere il tempo verso situazioni completamente diverse da quelle previste.

Le masse d'aria

Le masse d'aria, in senso meteorologico, sono volumi di atmosfera uniformi per temperatura, pressione e umidità. Le masse d'aria rientrano in sei grandi categorie: aria artica (molto fredda e molto secca), aria polare continentale (fredda e secca), aria polare marittima (fredda e umida), aria tropicale continentale (calda e secca), aria tropicale marittima (calda e umida), aria equatoriale (calda e molto umida).

Le perturbazioni

Si dicono perturbazioni tutti gli eventi climatici e meteorologici che vengono a disturbare, in qualche modo, lo stato di equilibrio in cui si trova l'atmosfera. Poichè si tratta di un equilibrio dinamico, che varia continuamente, è difficile stabilire che cosa sia esattamente una perturbazione allo stato "normale" dell'atmosfera, per cui le perturbazioni nel linguaggio corrente sono sinonimo di eventi che portano maltempo, precipitazioni o eventi atmosferici in qualche modo sgraditi o minacciosi per l'uomo. In generale, dal punto di vista meteorologico, si crea una perturbazione ogni qualvolta si abbia l'interazione tra masse d'aria a temperatura e pressione differenti, anche se questo non significa necessariamente maltempo e precipitazioni.

I fronti

Un fronte in senso meteorologico è il confine tra masse d'aria a densità, temperatura e umidità differenti. La **banda frontale** è l'area in cui due masse d'aria vengono a contatto diretto, la zona dove avvengono gli scambi di energia e dove si producono i fenomeni atmosferici più intensi. Un fronte si presenta in genere come una superficie più o meno regolare, a basso angolo, poco inclinata, e che disegna, sul piano orizzontale, una linea generalmente curva. I meteorologi riconoscono tre tipi di fronti: i fronti freddi, i fronti caldi e i fronti occlusi.

Quando si formano fronti, caldi o freddi, i processi di condensazione liberano energia termica, cosa che contribuisce a creare aree a temperatura differente, innescando circolazioni e rimescolamenti locali, contribuendo ad incrementare ulteriormente l'instabilità delle masse d'aria.

I fronti di una perturbazione, nelle fasi iniziali di formazione, sono generalmente associati al cosiddetto **fronte dei venti**, creato dall'avanzare di masse d'aria fredda che discendono dalla perturbazione. A volte il fronte dei venti è reso visibile da nubi di pulviscolo sollevato dal suolo (come nelle tempeste di polvere) o viene materializzato dal fronte di condensazione, che dà luogo alla formazione di spettacolari nubi a forma di arco in corrispondenza del fronte della perturbazione.

La presenza di rilievi montuosi sul cammino di un fronte può provocare variazioni e deformazioni di vario tipo, che possono far evolvere la perturbazione in modo difficilmente prevedibile.

Temporali

Perturbazioni a carattere temporalesco si formano quando si verifica la collisione tra due masse di aria a differente temperatura o quando l'elevato riscaldamento del suolo, associato ad una forte umidità, provoca la formazione di masse d'aria calda e umida. Il meccanismo è il medesimo che porta alla formazione di fronti e di sistemi nuvolosi (ascesa, raffreddamento e condensazione), ma a causa delle forti differenze di temperatura il fenomeno è più intenso ed "energetico". I temporali sono quindi tipici delle regioni calde e umide, come le regioni tropicali e subtropicali, o, alle nostre latitudini, dei mesi estivi. I meccanismi di formazione e di evoluzione dei temporali furono studiati alla fine degli anni '40 dall'Università di Chicago con il programma di ricerca *Thunderstorm Project* (Progetto Temporale), che permise di costruire un quadro completo di questi fenomeni atmosferici.

Le manifestazioni associate ad una nube temporalesca (venti, precipitazioni, anche a carattere di grandine, fulmini)

possono essere anche molto violente e distruttive e in condizioni particolari i temporali possono evolvere in tornado e trombe d'aria.

Cicloni e uragani

Attorno alle aree di bassa pressione la circolazione dell'aria genera un **vortice depressionario** detto ciclone. Le modalità con cui si instaura una circolazione ciclonica sono sempre le stesse: il centro di bassa pressione richiama aria dalle aree circostanti, con un movimento in senso antiorario nell'emisfero N e orario nell'emisfero S.

Ma i cicloni non sono tutti uguali: perchè alcuni sono eventi violenti e improvvisi, vere e proprie catastrofi, perchè alcuni durano mesi, e altri invece sono relativamente "tranquilli" e non provocano danni?

In teoria, più è elevata la differenza di pressione, più violenti e veloci saranno i venti e quindi più distruttivo sarà il ciclone. Tuttavia, in genere le differenze di pressione sono relativamente modeste e simili da un vortice all'altro (in genere, qualche decina di mb). Tutto dipende dall'ampiezza dell'area interessata dalla bassa pressione. A parità di differenza di pressione, se l'area interessata dalla bassa pressione è ampia, il gradiente di pressione sarà basso e i venti relativamente "lenti", se invece l'area è ristretta, il gradiente barico elevato provocherà venti violenti e molto veloci, che, in alcuni casi possono superare i 250 km/h, raggiungendo i 400 km/h, come nei tornado e nelle trombe d'aria.

Ben diversa sarà quindi la potenza di un cosiddetto ciclone extratropicale, come quelli che si instaurano alle nostre latitudini, che si estendono su aree di migliaia di km di diametro, da quella di un ciclone tropicale, o uragano, che raramente ha un'estensione che supera il centinaio di km. Ancora più distruttivi, ma su scala strettamente locale, sono le trombe d'aria e i tornado (dallo spagnolo "vortice"), o l'equivalente marino, le trombe d'acqua o trombe marine, che in genere hanno dimensioni di poche centinaia di metri: queste sono le manifestazioni meteorologiche più violente, anche se non le più distruttive, perchè, fortunatamente, sono di dimensioni molto ridotte e di brevissima durata.

I tornado

I tornado si formano evolvendo da un cumulonembo temporalesco, quando le condizioni atmosferiche sono particolarmente umide. Iniziano con l'estroffessione verso il basso di una parte della nube, a formare una nube a imbuto, che è il primo segnale della nascita di un tornado. La nube a imbuto si abbassa progressivamente verso il suolo: se raggiunge la superficie terrestre, ecco che si forma un tornado. Le dimensioni delle nubi a imbuto sono indicatrici della forza del tornado e variano da 15 m a un paio di km di diametro. Lungo la superficie dell'imbuto, l'aria è in rapida rotazione, con moto vorticoso e ascendente. Il tornado si sposta sulla superficie terrestre con una velocità che può raggiungere i 120 km/h, ma la velocità dei venti di rotazione al suo interno può raggiungere i 450 km/h, con velocità ascendenti di 290 km/h. La pressione all'interno del vortice può essere ridotta quasi a zero, per questo i tornado si comportano come giganteschi "aspirapolvere", raccogliendo tutto ciò che incontrano sul loro percorso: case, automobili, alberi, bestiame, qualunque cosa si trovi sulla strada di un tornado viene strappata dal suolo e scagliata verso l'alto. Come nei cicloni tropicali, all'interno del vortice invece l'aria è calma e praticamente immobile. Vi sono diverse testimonianze di persone che si sono trovate, miracolosamente illese, all'interno del vortice di un tornado, di bestiame sollevato e depositato indenne sul tetto di abitazioni, di cavi elettrici e telefonici completamente rivestiti di paglia e altre "curiosità".

Mano a mano che l'energia distruttiva si esaurisce, l'imbuto del tornado rallenta la sua corsa, i venti al suo interno diminuiscono di velocità e l'imbuto inizia ad assumere una forma sinuosa e serpeggiante: è l'indizio che l'energia del tornado si sta esaurendo.

I tornado sono sicuramente gli eventi meteorologici più distruttivi, ma in genere le devastazioni operano su una scala ridotta, per cui provocano distruzione pressochè totale al loro passaggio, ma su aree relativamente ristrette, a differenza degli uragani. In genere, l'area interessata da distruzione ha un'ampiezza che varia da 90 a 1.500 m. In media un tornado decade nel giro di 15 minuti e percorre una quindicina di chilometri, ma alcune delle nubi più grandi possono viaggiare anche per 400 km e persistere per alcune ore.

Trombe d'aria

Analoghe ai tornado, ma di dimensioni e energia decisamente più contenute sono le trombe d'aria. Quando evolvono da nubi temporalesche, si comportano come piccoli tornado e sono abbastanza distruttive. Trombe d'aria chiamate anche vortici di polvere, di dimensioni più piccole e di minor energia, si formano di solito in condizioni di aria molto calda e secca, nelle zone desertiche o di pianura e non sono associate a manifestazioni nuvolose o a precipitazioni. Si tratta di vortici innescati da fenomeni convettivi dovuti a forte riscaldamento al suolo. Trombe d'aria "secche" di questo tipo sono molto comuni nel SW degli Stati Uniti, dove in genere sono di dimensioni contenute e non provocano danni. Un gioco comune tra i bambini americani di queste zone è tentare di rincorrere la tromba d'aria e entrare all'interno del vortice: non appena vi riescono, il processo convettivo si interrompe e la tromba d'aria svanisce.

Trombe marine

Quando un tornado o una tromba d'aria passano sopra una massa d'acqua (il mare, ma anche un lago) si parla di trombe d'acqua o trombe marine. Di solito, si esauriscono immediatamente non appena toccano la terraferma, ma in alcuni casi possono addentrarsi per parecchi chilometri nell'entroterra. Il vortice risucchia aria ed acqua al suo passaggio, per cui le sue pareti sono costituite da un "muro" d'acqua in rapida rotazione: in questo caso si può verificare il curioso fenomeno della pioggia di pesci, rane, e altri animali acquatici che la tromba ha raccolto sul suo percorso e che vengono abbandonati bruscamente quando il fenomeno si esaurisce.

Lo spettacolo di un temporale

Il principale fenomeno atmosferico associato ad un temporale è sicuramente la pioggia, che spesso si presenta con carattere di rovesci improvvisi e violenti. E' stato calcolato che soltanto il 20% dell'umidità accumulata dalla nube temporalesca viene effettivamente restituita sotto forma di pioggia. Spesso le precipitazioni possono assumere carattere di grandine, che si forma quando le temperature all'interno della nube permettono la formazione di cristalli di ghiaccio. Anche il vento è un fenomeno che durante un temporale può avere un carattere particolarmente violento, fino ad evolvere, a volte, in tornado e trombe d'aria.

Sicuramente, il fenomeno più impressionante di un temporale sono i fulmini, scariche elettriche che si producono sia all'interno della nube, sia tra nubi diverse, sia tra nubi e suolo. Il tuono è il "rumore" prodotto dallo spostamento d'aria provocato dalla scarica elettrica ed è quindi soltanto una manifestazione "collaterale".

I fulmini

I fulmini sono una delle manifestazioni più tipiche e caratteristiche dei temporali. Ci appaiono come scariche elettriche che partono dalla nube temporalesca e si abbattono al suolo, ma in realtà il fenomeno è molto più complesso e, viaggiando alla velocità della luce, avviene così rapidamente da non permetterci di comprenderlo immediatamente. Un fulmine è una scarica elettrica all'interno del sistema temporalesco. I fulmini si possono verificare all'interno della nube, tra nubi adiacenti o tra nubi e suolo. In genere, circa l'80% dell'attività elettrica di una cellula temporalesca si scarica all'interno della nube o tra due nubi. Soltanto il 20% delle scariche avviene tra nubi e suolo, nonostante questo è stato calcolato che ogni secondo si abbattono sulla Terra più di 100 fulmini!

Al di sopra del termoclino degli 0° C, l'acqua all'interno della nube è sotto forma di cristalli di ghiaccio, che hanno carica positiva sulla superficie. Al di sotto del termoclino, le gocce di acqua liquida hanno invece carica negativa. In questo modo, all'interno di nubi che si estendono verticalmente oltre l'isoterma degli 0° C si creano forti differenze di potenziale tra zone a cariche elettriche opposte: si producono così scariche elettriche tra zone a carica positiva e zone a carica negativa. Questo avviene all'interno della nube, ma anche tra due nubi quando vengono a contatto zone a diversa carica elettrica.

Un po' più complicato è il discorso per i fulmini che si scaricano al suolo. La superficie della Terra ha in genere una carica negativa, come pure la base delle nubi temporalesche. Cariche elettriche di segno uguale tendono a respingersi, per cui durante un temporale si formano, sulla superficie terrestre, zone a carica positiva, dove le cariche negative si sono allontanate, respinte dalle cariche negative della base della nube.

Con l'addensarsi delle cariche di segno apposto, a causa della loro attrazione reciproca, si forma un canale di aria

ionizzata che dalla nube si propaga verso il suolo, che viene chiamato scarica guida. Mentre la scarica guida si avvicina al suolo, dalla superficie terrestre parte una seconda scarica che raggiunge la scarica guida prima che questa arrivi al suolo: questo è quello che noi percepiamo come il lampo principale. Ovviamente, tutto questo avviene alla velocità della luce in pochi millisecondi, per cui ci dà l'illusione che il fulmine sia partito dalla nube verso il suolo. Se al suolo vi sono concentrazioni di cariche positive ravvicinate tra loro, più scariche possono partire contemporaneamente dal suolo verso un medesimo canale guida e il fulmine assume il tipico aspetto ramificato verso il basso.

I tuoni

Quando si genera un fulmine, la scarica elettrica produce una grande quantità di calore che ionizza l'aria circostante trasformandola in un plasma (gas composto solo da elettroni e nuclei) a temperatura elevatissima (10-15.000° C). L'aria circostante si espande violentemente, in pochi milionesimi di secondo, provocando la propagazione di un'onda di compressione attraverso l'aria, che noi avvertiamo come onda acustica che produce il tuono.

Il tuono si propaga alla velocità del suono (350 m/s), mentre il fulmine viaggia alla velocità della luce (300.000 km/s), per cui il rumore prodotto da un fulmine viene avvertito con un certo ritardo. Possiamo divertirci a calcolare la distanza di una nube temporalesca misurando l'intervallo di tempo che passa da quando vediamo il fulmine a quando ne avvertiamo il tuono: con un calcolo un po' grossolano, dividendo per tre i secondi trascorsi si ottiene la distanza in chilometri.

L'arcobaleno

L'arcobaleno è un fenomeno che ha sempre affascinato l'uomo, da una parte perchè segna, in genere, la prossima fine di un temporale, dall'altra per lo spettacolo offerto dai suoi colori. A chi non è capitato di rimanere incantato ad osservare lo spettacolo di un arcobaleno, magari sullo sfondo di un cielo denso di nubi scure e minacciose? Sugli arcobaleni sono fioriti miti e leggende: per i greci era la manifestazione visibile della messaggera degli dei, secondo le leggende nordiche alla fine dell'arcobaleno è sepolta una pentola magica contenente un favoloso tesoro.

In realtà, si tratta di un semplice **fenomeno ottico**, dovuto alla rifrazione che la luce bianca subisce attraversando le gocce d'acqua: analogamente alla luce che attraversa un prisma, la luce solare che attraversa una goccia d'acqua viene rifratta e scomposta nelle diverse lunghezze d'onda che la compongono. Diversamente da un prisma, attraverso il quale riusciamo a vedere contemporaneamente tutte le lunghezze d'onda dello spettro visibile, noi possiamo vedere un solo colore, una sola lunghezza d'onda per ogni goccia, a seconda dell'altezza rispetto a noi e dall'angolo con cui la luce rifratta dalla goccia colpisce il nostro occhio. La luce solare che colpisce contemporaneamente milioni di microscopiche gocce d'acqua subisce quindi rifrazione attraverso ciascuna di esse (in realtà, la luce subisce una doppia rifrazione, entrando nella goccia e uscendone). Il risultato è che noi vediamo disegnarsi nel cielo una serie di archi concentrici a bande di colori diversi. I colori sono quelli che derivano dalla scomposizione dello spettro visibile nelle diverse lunghezze d'onda e si presentano sempre con un ordine ben preciso (in funzione della lunghezza d'onda) dal violetto, nell'arco più interno, al blu, al verde, al giallo, all'arancione fino al rosso nell'arco più esterno.

L'arcobaleno è osservabile subito dopo una pioggia, quando il Sole fa di nuovo capolino tra le nubi e lo possiamo osservare con il Sole alle nostre spalle. Un arcobaleno può disegnare un arco completo da un punto all'altro dell'orizzonte, oppure essere visibile solo in parte. A volte si formano anche arcobaleni doppi, di cui uno si presenta sempre meno brillante e con la sequenza dei colori invertita, a causa di un complicato gioco di rifrazioni e riflessioni all'interno e sulla superficie delle gocce.

Aloni iridescenti e arcobaleni più sfocati e dai colori meno brillanti si possono anche formare attorno al Sole o alla Luna quando sono velati da formazioni nuvolose composte da aghi di ghiaccio, come i cirri. Questo tipo di arcobaleno si osserva facilmente nelle zone di alta montagna.