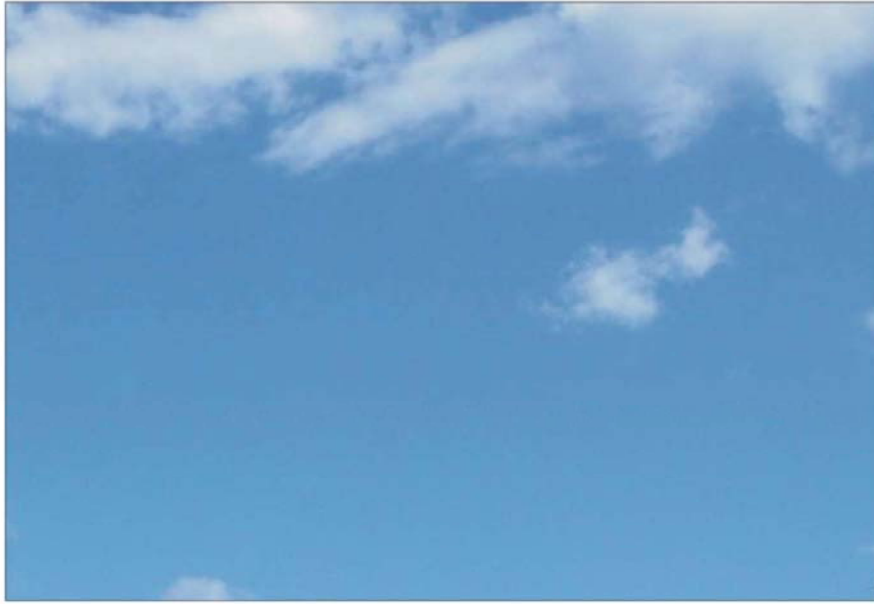


La fisica dell'atmosfera (A)



©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

Stratificazione atmosfera (A)

L'involucro d'aria che avvolge la Terra (**atmosfera**) ha uno spessore paragonabile a quello del diametro terrestre (10 000 km). Poi c'è il vuoto dello spazio cosmico. Quasi tutta l'aria (il 97%) si addensa però nei primi 30 km, a causa della gravitazione terrestre, con una composizione chimica pressoché costante (vedi: slide n. 7)



L'atmosfera viene tradizionalmente suddivisa in 5 strati che, partendo dal basso, sono: *troposfera*, *stratosfera*, *mesosfera*, *termosfera*, *esosfera*.

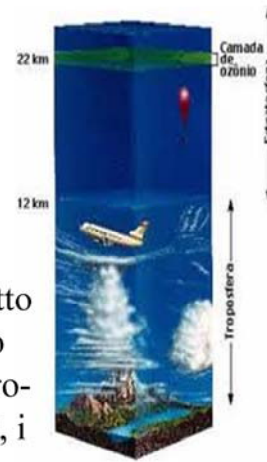
©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

Caratteristiche degli strati (I) (B)



La **troposfera**, che è lo strato a immediato contatto con la superficie terrestre, ha uno spessore medio di 12 km. Qui avvengono tutti i fenomeni meteorologici a noi noti: i venti, le nubi, le precipitazioni, i fulmini, le tempeste...

Ad evitare tali perturbazioni, gli aerei di linea volano generalmente ai confini superiori della troposfera, ove la resistenza al volo è molto scarsa, in conseguenza dell'atmosfera assai rarefatta.(1)

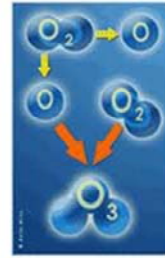


©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

(1) Il che comporta anche considerevoli risparmi di carburante!

Caratteristiche degli strati (II) (B)

Alla troposfera segue la **stratosfera**, fino ad una altezza di 60 km. Essa ospita un sottile strato di ozono (*ozonosfera*). Questo gas ha molecole costituite da tre atomi di ossigeno, e costituisce un efficace schermo ai pericolosi raggi ultravioletti provenienti dallo spazio.



I *raggi ultravioletti* (U.V.) sono pericolosi per i viventi, in quanto fortemente energetici, pertanto possono disgregare le delicate strutture degli acidi nucleici presenti negli organismi.

Negli ultimi decenni l'ozonosfera si è assottigliata in particolare nelle zone polari, a seguito della produzione da parte dell'uomo di CFC (cloro-fluoro-carburi), usati come propellenti nelle bombolette spray.

La messa al bando di queste sostanze ha bloccato la crescita dei "buchi di ozono", ma occorreranno decenni affinché possa essere ripristinata la situazione originaria.

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

I raggi ultravioletti hanno questo nome in quanto situati nello spettro solare dopo il colore violetto, che è l'ultimo dello spettro solare percepibile dall'occhio umano.

Caratteristiche degli strati (III) (B)

Nella **mesosfera** lo scontro di particelle cariche elettricamente con i gas qui presenti produce le aurore polari. (v. slide successiva)
Qui le meteoriti in caduta sulla Terra diventano incandescenti per attrito con l'aria dando origine al fenomeno delle "stelle cadenti".



Meteorite che attraversa l'atmosfera

Al limite superiore della mesosfera si verifica la riflessione delle onde radio, sfruttata per le trasmissioni radio a grande distanza.

Seguono la **termosfera**, con temperature molto elevate, e l'**esosfera**, estremamente rarefatta, che trapassa insensibilmente verso il vuoto cosmico.

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

Aurore polari (C)



Sono spettacolari fenomeni luminosi notturni che si osservano nel cielo alle alte latitudini.

Una aurora polare

Derivano dallo scontro di particelle elettricamente cariche emesse dal Sole durante le tempeste elettromagnetiche con i gas presenti nell'alta atmosfera, generalmente tra i 90 e i 130 km d'altezza. Le particelle cariche si dirigono nelle zone polari in conseguenza dell'orientamento del campo magnetico terrestre, i cui poli non sono distanti dai poli geografici,

Composizione dell'aria (A)



Composizione dell'aria secca

L'aria è un miscuglio di gas, composto per il 78% da *azoto*, e per il restante 21% da *ossigeno*.

Il rimanente 1% è formato dai *gas rari* (elio, neon, argon, cripton ...) e da una piccola percentuale (0,03%) di *biossido di carbonio* (1).

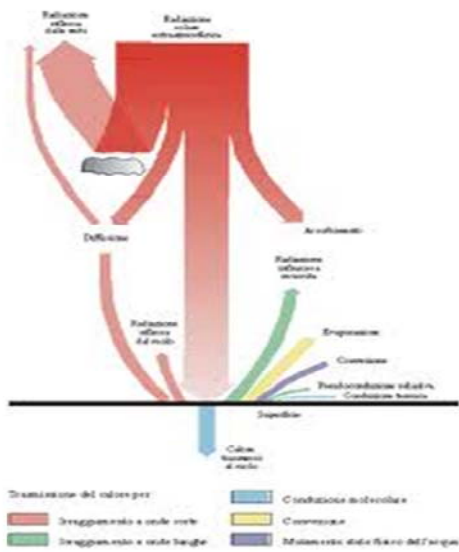
Quest'ultimo gas è estremamente importante, insieme all'ossigeno, per lo sviluppo della vita sulla terra, in quanto consente alle piante di organizzare il carbonio attraverso la fotosintesi (2).

A questi gas, che costituiscono la composizione dell'aria secca, va aggiunto il vapore acqueo, in quantità variabile a seconda delle situazioni.

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

- (1) Biossido di carbonio è il nome più recente, usato nella nomenclatura chimica, dell'anidride carbonica.
- (2) L'organizzazione del carbonio consiste nella sua trasformazione in molecole appartenenti ad organismi viventi: in pratica, il biossido di carbonio viene trasformato, durante la fotosintesi, in glucosio.

Bilancio termico atmosfera (A)

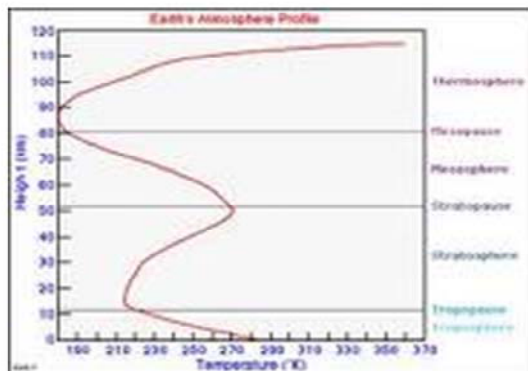


Su 100 calorie che raggiungono la parte esterna dell'atmosfera, irradiate dal Sole, solo 50 raggiungono in media la superficie della Terra (oceani, suolo). L'atmosfera ne assorbe 18, ne riflette 5 verso lo spazio, mentre altre 21 vengono riflesse dalle nubi e 6 dalla superficie terrestre. In quest'ultimo caso la riflessione massima si ha nei territori innevati, minima nelle zone con rocce scure o coperte da foreste.

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

Col termine *albedo* si intende la quantità di energia riflessa da un corpo. Nel caso della Terra l'albedo media è del 32%.

Strati termici dell'atmosfera (B)



Variazioni di temperatura nell'atmosfera (1)

Le temperature sono molto variabili nei diversi strati dell'atmosfera. Nella troposfera il riscaldamento è maggiore a contatto col suolo, perché qui l'assorbimento termico è massimo. Salendo in quota la temperatura diminuisce di circa 6 °C ogni 1000 m di sollevamento sul mare.

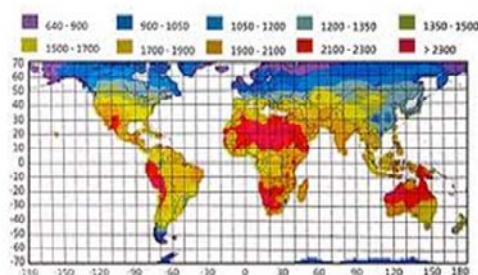
Nella stratosfera si assiste invece, allontanandosi dalla Terra, a un progressivo riscaldamento, mentre nella mesosfera avviene il fenomeno opposto.

Nella successiva termosfera l'aumento di temperatura è molto elevato, in quanto le poche molecole presenti vengono fortemente messe in agitazione dall'energia del Sole.(2)

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

- (1) Attenzione! Nel grafico le temperature sono espresse in gradi Kelvin ($273^{\circ}\text{K} = 0^{\circ}\text{C}$)
- (2) Siccome l'atmosfera è estremamente rarefatta, l'energia solare mette in forte movimento le poche molecole qui presenti; poiché la temperatura dipende dal movimento molecolare medio, la forte agitazione porta a registrazioni di temperature molto elevate (sebbene a ciò non corrisponda un elevato valore di energia).

Irraggiamento terrestre (B)



Il riscaldamento della Terra

Si è visto che circa il 32% dell'energia solare viene riflesso dall'atmosfera e dalla superficie della Terra. (questa grandezza si chiama albedo).

Considerando le zone a diversa latitudine, quelle equatoriali e tropicali ricevono ogni giorno più calore di quanto non ne perdano, al contrario di quanto avviene nelle zone temperate e polari. Le correnti marine ed i venti si incaricano, almeno in parte, di riequilibrare queste differenze di riscaldamento sulle varie zone della Terra.

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

In mancanza di correnti marine e venti, infatti. Le zone tropicali diventerebbero sempre più calde, e quelle polari sempre più fredde! Dall'equatore fino a circa 40° di latitudine il bilancio termico al suolo risulta attivo, dai 40° ai poli risulta passivo.

Misura delle temperature: termometro a mercurio (A)



Per misurare la temperatura dell'aria si usano i termometri. I più semplici sono costituiti da un contenitore di vetro sormontato da un tubicino, contenente mercurio.

Quando fa più caldo, il volume del mercurio aumenta, e sale nel tubicino. In Europa si usa la scala termometrica centigrada, o scala Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

Su questa scala 0° corrispondono alla temperatura in cui l'acqua si trasforma in ghiaccio, 100° alla temperatura in cui l'acqua bolle, se ci troviamo al livello del mare.

Per misurare la temperatura dell'aria i termometri devono essere sempre disposti all'ombra.

Termometro a massima e minima (B)

Ci sono termometri in grado di segnare anche le **temperature massime** e **minime** nell'arco di un determinato periodo di tempo, per esempio in una giornata.

In questo caso si può determinare anche **l'escursione termica** giornaliera, ossia la differenza tra il valore massimo e quello minimo della temperatura.

Registrando i dati giornalieri, si possono determinare le escursioni termiche mensili, stagionali, annue per una determinata località, e, con semplici calcoli, anche le rispettive temperature medie.



Termometro a massima e minima

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

Nei termometri a massima e minima a mercurio ci sono due barrette metalliche, disposte ciascuna in un tubicino di vetro, che consentono di leggere l'altezza massima (o minima)

che è stata raggiunta dalla colonnina di mercurio nel corso di un determinato intervallo di tempo.

Esistono peraltro i termografi che registrano in continuazione le temperature durante un intervallo di tempo, producendo un grafico.

Termometro a lamina bimetallica (B)

Lo sviluppo tecnologico ha prodotto altri strumenti che misurano le temperature senza l'uso del mercurio. (1)

Tra questi vi sono i termometri bimetallici, che sfruttano il diverso coefficiente di dilatazione di due differenti metalli.(2)



Termometro metallico

Esistono anche termometri elettrici, che utilizzano la diversa conduttività della corrente, in relazione alla temperatura dell'ambiente circostante.

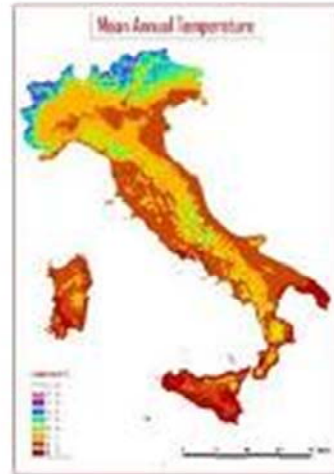
©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

- (1) La fabbricazione dei termometri a mercurio per le rilevazioni della temperatura corporea è stata recentemente vietata, in quanto il mercurio è sostanza velenosa.
- (2) Con un congegno meccanico l'allungamento della lamina si trasmette sulla lancetta del termometro, facendola ruotare.

Temperature medie in Italia (A)

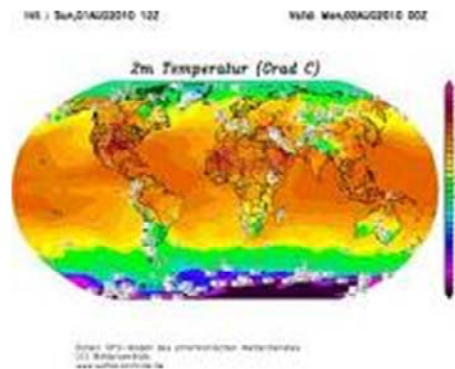
Le zone costiere dell'Italia e le isole sono caratterizzate da un clima temperato-caldo, in conseguenza del riscaldamento termico del mare Mediterraneo. Anche la pianura Padana ha un clima complessivamente temperato- caldo, a seguito delle estati con forti calure.

Il clima risulta più fresco sugli Appennini, e soprattutto sulle Alpi, disposte più a nord e con montagne notevolmente più elevate.



Temperature medie annue in Italia

Temperature medie mondo (A)



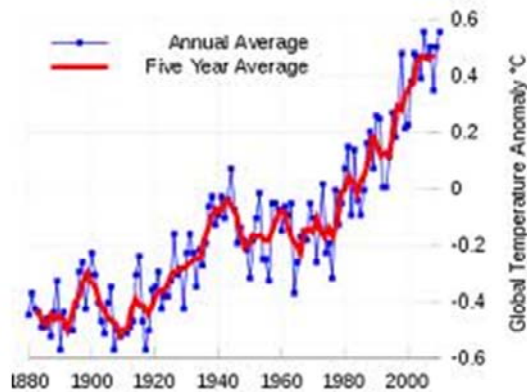
Le temperature medie più elevate si riscontrano nella fascia compresa tra i due Tropici (zona torrida).

Le più basse nelle calotte che circondano i poli (zone polari).

Tra circoli polari e tropici si estendono le zone temperate, con temperature intermedie.

Le temperature medie dipendono fondamentalmente dall'altezza del Sole sull'orizzonte: dove è più alto, esso scalda di più.

Aumento termico globale (B)



(Nel grafico in azzurro le temperature medie annuali, in rosso la linea di tendenza)

Negli ultimi 30 anni la temperatura media nel mondo è aumentata in modo continuo.

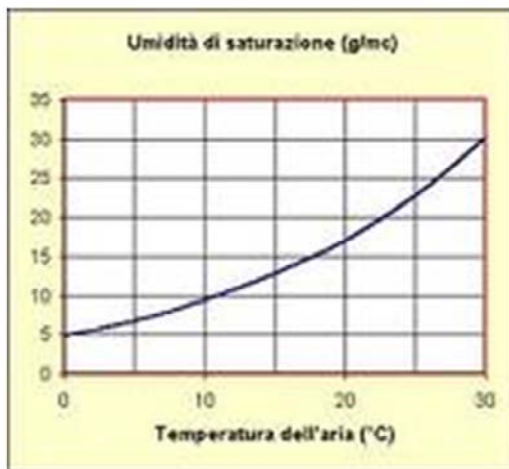
Questo può essere dovuto sia alle attività umane, (1) con aumento di biossido di carbonio nell'atmosfera, sia alla presenza di grandi cicli climatici.

Questo aumento è preoccupante perché è molto rapido e può provocare l'innalzamento del livello dei mari, la desertificazione di molti territori coltivati, la conseguente scarsità di cibo, ecc.

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

(1) Le attività umane che provocano l'aumento di biossido di carbonio (o anidride carbonica) riguardano soprattutto le combustioni derivate dal traffico veicolare a motore, dal riscaldamento, dall'industria. Anche i grandi disboscamenti producono il medesimo effetto, poiché le piante sottraggono il biossido di carbonio attraverso la fotosintesi.

Umidità relativa (A)



L' **umidità relativa** è il rapporto (generalmente espresso in forma percentuale) tra la quantità di vapore acqueo presente nell'aria e quella massima possibile a determinate condizioni di temperatura. La quantità massima di vapore contenibile (= umidità di saturazione) è indicata nella tabella a sinistra.

Ad es., se a 10° C un metro cubo d'aria contiene 5 grammi di vapore acqueo, e l'umidità di saturazione a quella temperatura è di 10 g/metro³ (v. tabella), avremo: $\text{umidità relativa} = 5 / 10 = 0,5 = 50 \%$

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

Dalla tabella si deduce che una condensazione del vapore acqueo (cioè il suo passaggio allo stato liquido oppure solido) è possibile in seguito al raffreddamento di una massa d'aria, in quanto l'aria fredda è capace di contenere meno vapore rispetto all'aria calda.

Il ciclo delle acque (A)



Le acque evaporano dagli oceani, dai mari, dai laghi, ... a causa del riscaldamento del Sole.

Per il raffreddamento dell'aria che sale nell'atmosfera, il vapore acqueo condensa e dà origine alle nubi. Queste possono portare a precipitazioni (piogge, nevi,..) che ricadono direttamente sui mari oppure sulle terre emerse. In quest'ultimo caso, attraverso i corsi d'acqua oppure le falde sotterranee (1), le acque torneranno al mare, a causa della forza di gravità.

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

(1) Nelle falde freatiche l'acqua scorre nei terreni permeabili, negli interstizi del terreno.

Igrometro (A)



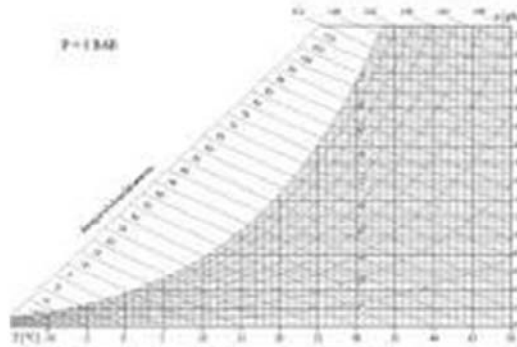
Igrometro a capello

L'igrometro a capello è lo strumento più semplice per misurare l'umidità relativa dell'aria.

Esso è basato sulla proprietà dei capelli che si allungano o si ritirano a seconda della maggiore o minore umidità dell'aria.

Tale variazione di lunghezza viene trasferita meccanicamente sulla lancetta dell'igrometro, opportunamente tarato.

Psicrometro (B)



Lo **psicrometro** (fig. a sin.) è lo strumento più preciso per la misura dell'umidità relativa dell'aria. E' formato da due termometri, di cui uno ha il bulbo avvolto in un involucro di tela (mussola(1)) bagnato. Quest'ultimo misura una temperatura inferiore rispetto a quello a bulbo asciutto. Dalla differenza di temperature dei due termometri (2) si può dedurre, consultando la tabella riportata qui a destra, il valore dell'umidità relativa nell'ambiente.

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

(1) La mussola è un tessuto fine, di seta, cotone o lana.

(2) Quanto più l'aria è secca, tanto maggiore è l'evaporazione dell'acqua da parte del termometro "bagnato", quindi minore sarà la temperatura da esso segnata.

Composizione delle nubi (A)



Bisogna ricordare che *il vapore acqueo è invisibile*: le nubi che si vedono in cielo non sono formate dal vapore ma dalla sua condensazione.

Quando le nubi si formano ad alta quota, oltre i 3000 metri nelle zone temperate, si formano nell'aria piccolissimi cristalli di ghiaccio, che formano la nube.

A quote inferiori, dove la temperatura è superiore a 0° C, le nubi risultano invece formate da goccioline d'acqua.

Nuclei di condensazione (C)

La condensazione del vapore acqueo avviene teoricamente quando l'umidità relativa supera il 100%. (1)

In pratica, le goccioline d'acqua che si dovrebbero formare hanno una superficie talmente curva per cui, a causa della tensione superficiale, esse non riescono a costituirsi. E' necessario che nell'aria siano contenuti polveri, ioni con cariche elettriche, ecc. sopra i quali le particelle d'acqua si adagiano, producendo una curvatura meno accentuata. Queste particelle costituiscono i cosiddetti "nuclei di condensazione".



©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

(1) Cioè quando nell'aria vi è più vapore di quanto ne possa essere contenuto.



Pioggia e ombrelle



Precipitazioni (A)

Migliaia di goccioline d'acqua devono unirsi per formare una goccia abbastanza grande da cadere fino al suolo.

In questo caso si ha la pioggia.

Se la temperatura è inferiore allo zero fino al suolo, l'acqua si trova allo stato solido, e si ha una nevicata



Dopo una nevicata...

Pluviometro



Un pluviometro artigianale

Pluviometro (A)

Misurare la quantità di pioggia caduta è semplice: basta disporre di un contenitore cilindrico e di un imbuto (1) avente per imbocco la stessa superficie.

Poi si misura (in mm) il livello dell'acqua contenuta nel recipiente.

Siccome non è facile misurare le precipitazioni deboli, di pochi millimetri, si preferisce usare un contenitore a tronco di cono (figura a destra), sul quale sono già incisi i valori in mm dell'acqua caduta.

In caso di nevicite (2) o di grandinate, si fa fondere il ghiaccio, e poi si misura l'acqua.

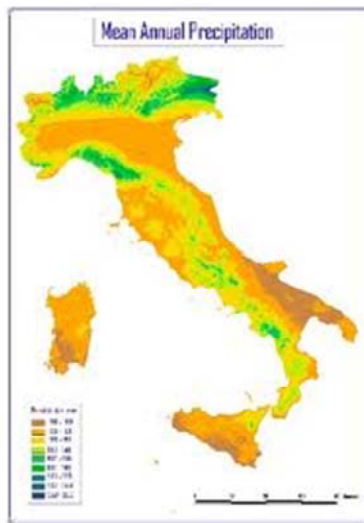


Pluviometro professionale

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

- (1) L'imbuto ha lo scopo di evitare l'evaporazione dell'acqua contenuta nel recipiente.
- (2) Per la neve, 1 cm di spessore corrisponde ad 1 mm di acqua.

Precipitazioni annue in Italia (A)



Le precipitazioni in Italia variano molto da una regione all'altra.

Le zone più piovose sono le Prealpi ed Alpi orientali, con massimi di oltre 3500 mm all'anno, seguite dalla Liguria orientale.

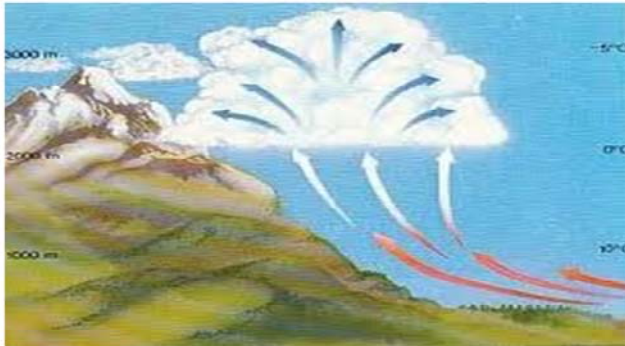
Le zone meno piovose sono quelle della Sicilia, della Sardegna e della Puglia, con precipitazioni che in certe località non superano i 400 mm all'anno.

Sulle Alpi le precipitazioni sono prevalentemente estive, nel resto dell-

Italia settentrionale prevalentemente autunnali e primaverili, mentre nel Mezzogiorno sono concentrate nella stagione invernale.

©2011-2012 Nuova Secondaria - EDITRICE LA SCUOLA - Tutti i diritti riservati

Condensazioni vapore sui rilievi (B)



Quando un vento umido incontra un versante montuoso, è costretto a risalirlo, e perciò si raffredda. Il vapore acqueo in esso contenuto si condensa.

Non è un caso, quindi, che le zone più piovose siano località montuose in prossimità del mare. In Europa tra le zone più piovose ci sono la costa norvegese, la Dalmazia meridionale e, in Italia, le Prealpi Giulie e la Liguria..

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

Classificazione delle nubi (A)

Una classificazione delle nubi può essere basata sulla loro altezza dal suolo.

In base alla forma, inoltre, le nubi a sviluppo orizzontale sono dette strati, quelle a sviluppo verticale, cumuli.

Le nubi alte (da 6 a 9 km) comprendono i cirri, i cirrocumuli, e i cirrostrati.

Le nubi medie (tra i 3 e i 6 km) comprendono altostrati, altocumuli, nembostrati.

Le nubi basse (fino a 3 km) comprendono strati, strato – cumuli, cumuli e cumulonembi (1)

Le piogge sono prodotte dai *nembostrati* e dai *cumulonembi*.



Cirri



Alto strati



Cumulonembi

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

- (1) Le sommità dei cumulonembi possono arrivare a quote ben più alte rispetto ai 3000 metri.
- (2) Nella denominazione delle nubi apportatrici di piogge appare generalmente il termine *nembo*.

Le nebbie (A)

Le nebbie sono nubi a diretto contatto col suolo.
Esse si formano soprattutto in mancanza di vento, quando le notti sono fredde.

In Italia le nebbie sono particolarmente frequenti nella pianura padana, durante l'inverno.



Nebbia nel bosco

Temporali (A)



Fulmini

Fenomeni atmosferici particolarmente violenti sono i temporali, che si formano nei periodi più caldi in presenza di forti correnti ascensionali d'aria.

Nelle zone equatoriali i temporali si verificano durante tutto l'anno, nelle zone temperate prevalentemente d'estate

Durante un temporale frequenti sono i fulmini, scariche elettriche tra suolo e nubi, o tra due nubi. Affinché si manifesti la scarica la parte inferiore della nube deve caricarsi negativamente, ed il suolo positivamente, con differenze di potenziale da 10 a 100 milioni di volt.

©2011-2012 Nuova Secondaria – EDITRICE LA SCUOLA – Tutti i diritti riservati

Un fulmine produce energia termica fino a 5 miliardi di calorie, con temperature di 15 000 °C; la scarica principale è lunga in media da 3 ad 8 km. La componente luminosa del fulmine costituisce il lampo, quella sonora il tuono. Fenomeno temibilissimo per tutti i viventi e per gli edifici appuntiti: questi ultimi possono essere difesi installando un parafulmine, strumento inventato da B. Franklin (1706-90).

Grandine (C)

Durante un temporale non è infrequente la caduta della grandine. Essa è formata da chicchi di ghiaccio, che eccezionalmente possono assumere anche le dimensioni di una noce.

La grandine si forma quando le goccioline d'acqua che formano la nube vengono trascinate in alto dalle forti correnti ascendenti, dove fa più freddo, per cui ghiacciano.

Ricadendo in basso, si avvolgono di un velo d'acqua, che ghiaccia a sua volta se vengono di nuovo riportate in alto. Il chicco di grandine sarà così formato da sottili strati concentrici di ghiaccio, e risulterà tanto più grosso quanto più numerosi sono stati i vortici che hanno spinto verso l'alto la goccia iniziale.



Chicchi di grandine su una mano

Condensazione al suolo: rugiada e brina (A)



Rugiada

La condensazione del vapore acqueo può anche avvenire sul suolo.

Quando si formano goccioline d'acqua sulle erbe si ha la rugiada.



Brina

Se la temperatura al suolo è sotto gli 0°C , si formano invece piccoli aghi di ghiaccio, che costituiscono la brina.