

Modulo B METEOROLOGIA

PREREQUISITI IN ENTRATA:

Conoscere i concetti di densità, scambi di calore e i passaggi di stato;
Conoscere la composizione della luce e delle onde elettromagnetiche

Unità Didattica 1: La pressione atmosferica

OBIETTIVI

- Conoscere la composizione e la struttura dell'atmosfera
- Comprendere le funzioni svolte dall'atmosfera nel mantenimento del clima terrestre
- Comprendere i fenomeni fisici che determinano l'origine delle nubi e delle precipitazioni atmosferiche

L'atmosfera

La meteorologia esamina tutti i fenomeni che avvengono all'interno dell'atmosfera; questa è costituita dal 78% da AZOTO, dal 21% da OSSIGENO e dal restante 1% da ALTRI GAS (tra cui la CO₂ per l'0,3%). L'atmosfera è sottilissima: il 90,5% è contenuta nei primi 20 km rispetto ai 6000 Km di raggio terrestre: in pratica è come se fosse uno strato di 1 cm su un mappamondo del diametro di 6 m.

L'aria è trasparente alla radiazione solare, ma non ai raggi di sole che colpiscono la terra e che vengono riemessi. Di conseguenza l'aria si scalda dal basso e la temperatura diminuisce con la quota (da 6 a 10°C ogni 1000 m in funzione del contenuto di vapore acqueo)

La maggior parte dei fenomeni studiati dalla meteorologia avviene nella troposfera che si estende tra la superficie e 5-9 km ai poli e 16-18 km all'equatore. Questa differenza è dovuta alla rotazione terrestre che provoca una forza centrifuga maggiore laddove ruota più velocemente, ovvero all'equatore.

Il bilancio termico

Il Sole invia alla Terra una enorme quantità di energia sotto forma di radiazioni elettromagnetiche (luce). Tuttavia solo una parte arriva sulla superficie (51%) perché una parte viene riflessa (30%) ed una parte assorbita dai gas che la compongono (19%). Di quella parte che raggiunge la superficie una parte viene riflessa dalla superficie (4%). Quindi rimane solo il 47% ad essere assorbito dalla Terra.

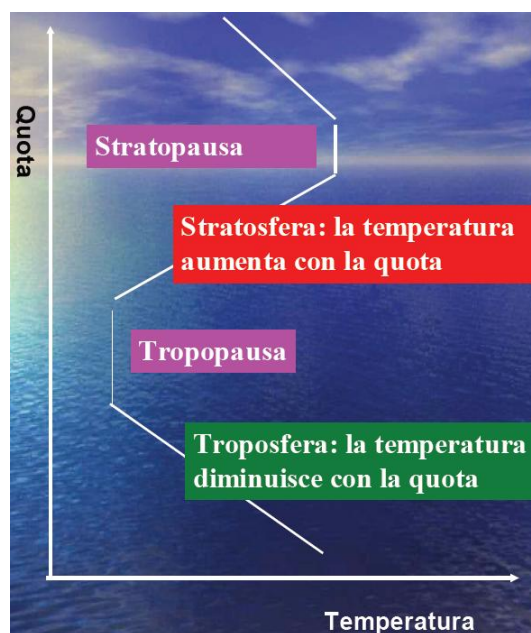
Questi sono i valori globali ma è noto che vi sono regioni che ne ricevono di meno ed altre di più e ciò è dovuto a diversi fattori: in primo luogo la curvatura che fa raggiungere direttamente i raggi all'equatore e obliquamente ai poli (con una riflessione dell'atmosfera maggiore) ed in secondo luogo l'inclinazione dell'asse terrestre che determina la stagionalità e quindi la minore o maggiore perpendicolarità dei raggi in un emisfero o nell'altro al variare delle stagioni. Altri fattori sono l'albedo, ovvero il colore della superficie terrestre, e la sua composizione (acqua, rocce, vegetazione...).

La pressione atmosferica

La pressione è una forza esercitata sulla superficie. La pressione atmosferica è il carico esercitato da una colonna di aria sull'unità di superficie (peso/unità di superficie) ed è pari a 1033 g/cmq, se il carico è misurato sul livello del mare ad una temperatura di 0° C e a 45° di latitudine.

Questo carico è dovuto alla gravità e al peso degli strati soprastanti. Quindi la pressione dell'aria è massima alla superficie della Terra e diminuisce progressivamente salendo in altitudine.

La pressione in meteorologia, si misura con il barometro. L'unità di misura è l'atmosfera, pari al carico esercitato da una colonnina di mercurio di 760 millimetri con sezione di 1 centimetro quadrato.



In meteorologia si usava anche un'unità di misura differente, il millibar, che corrisponde a circa 1/1.000 di un'atmosfera. Nel Sistema Internazionale l'Unità di Misura da usare in meteorologia è l'ettopascal (hPa) = 100 Pascal (SI). Prima si usavano anche i millibar, pari agli hPa, Altre unità: millimetri di mercurio (mmHg) e le atmosfere.

1 atm = 760 mmHg = 1013,2 mbar = 101320 Pa = 1013,2 hPa

Esistono semplici regole per trasformare una misura in hPa in una in mmHg o viceversa:

- per passare da hPa a mmHg, si moltiplica per 3/4;
- per passare da mmHg a hPa si moltiplica per 4/3.

La pressione dipende da vari fattori: altitudine, temperatura, umidità.

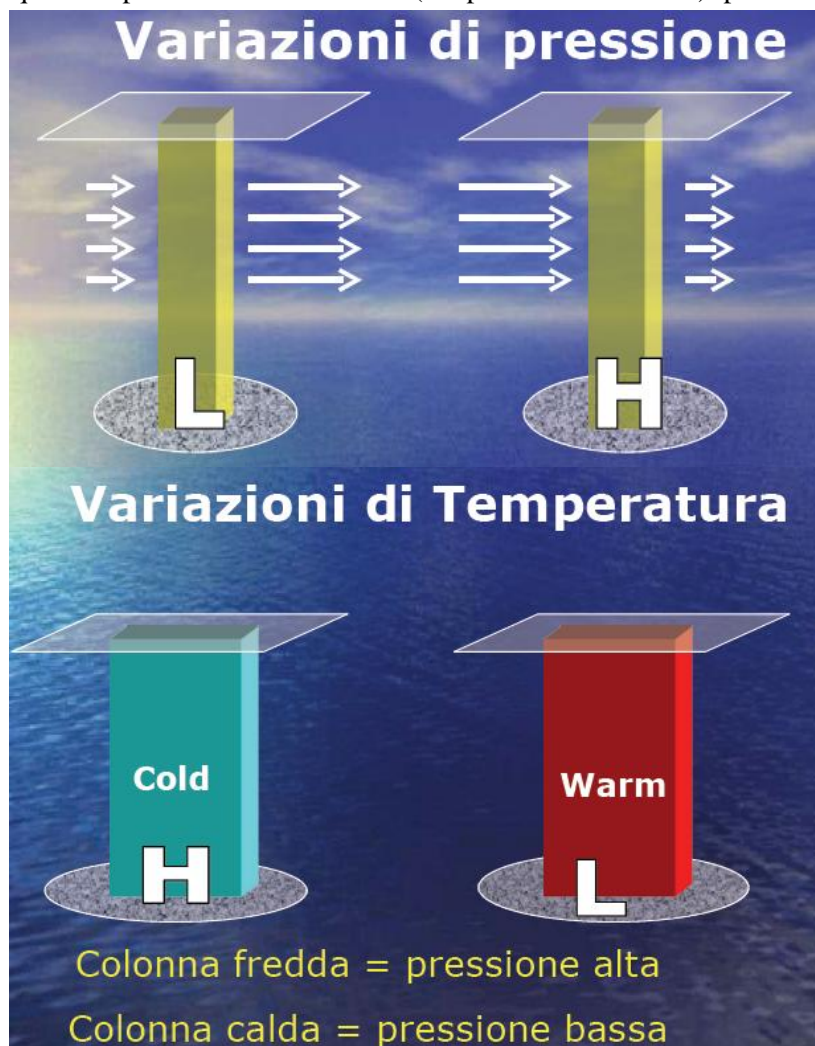
Salendo di quota la pressione diminuisce. Un esempio è il fastidio che si prova alle orecchie durante il cambio di altitudine: il cambio di pressione atmosferica non è bilanciato da un'uguale variazione della pressione che agisce sulla parte interna del timpano. Sbadigliando o deglutendo si ripristina l'equilibrio.

Non esiste una relazione precisa tra quota e pressione. Vari fattori (temperatura e umidità) possono influenzare i risultati. Si può assumere alle basse quote una variazione della pressione con la quota di: 1 hPa ogni 8 metri.

La pressione scende quando sale la temperatura. Infatti, se la temperatura aumenta l'aria si dilata, andando ad occupare un volume maggiore benché la sua massa rimanga costante. Così si verifica una diminuzione del peso e quindi della pressione esercitata. Viceversa, quando la temperatura scende si avranno degli aumenti di

pressione. Anche l'umidità gioca un ruolo importante nelle variazioni di pressione. Infatti, se nell'aria è presente vapore acqueo, significa che esso ha sostituito altri elementi più pesanti come azoto o ossigeno. Da ciò deriva che più l'aria è umida, più è leggera e di conseguenza esercita una minore pressione.

Sulla Terra esistono zone sottoposte a pressioni diverse ma l'aria tende a spostarsi dalle zone a maggiore carico, quindi ad alta pressione, alle zone a bassa pressione, sottoposte a un carico minore. Il vento è quindi uno spostamento d'aria tra due punti in condizioni di pressione differenti.



Le variazioni di pressione

Nelle ore più calde l'aria a contatto con il suolo si riscalda, si dilata e, spinta dalla forza di Archimede, sale nell'atmosfera. Si accumulano molecole d'aria nella parte alta dell'atmosfera, e l'aria si sposta verso l'esterno della colonna. Al suolo la pressione diminuisce (ci sono meno molecole che spingono verso il basso).

Al contrario, un raffreddamento del suolo causa un raffreddamento degli strati più bassi dell'atmosfera che, più pesanti, cadranno lentamente verso il suolo; il vuoto lasciato negli strati alti richiama aria dalle zone circostanti. La pressione al suolo aumenta perché è cresciuto il numero di molecole d'aria contenute nella colonna in esame (negli alti strati si registra un calo della pressione).

L'ALTA PRESSIONE è una vasta area in cui la pressione atmosferica ha un valore più alto che nelle zone circostanti. Nelle carte al suolo il suo centro è contraddistinto dalla lettera H, è indice di bel tempo.

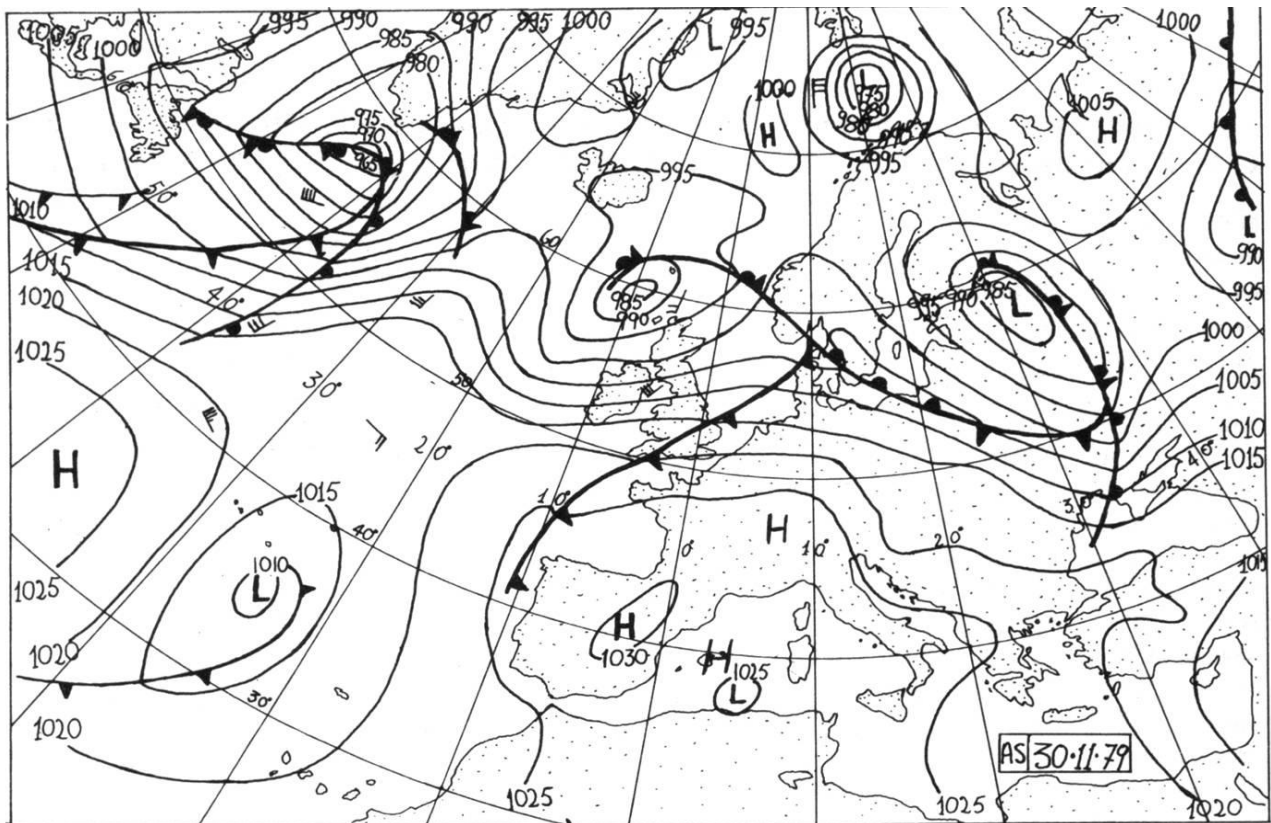
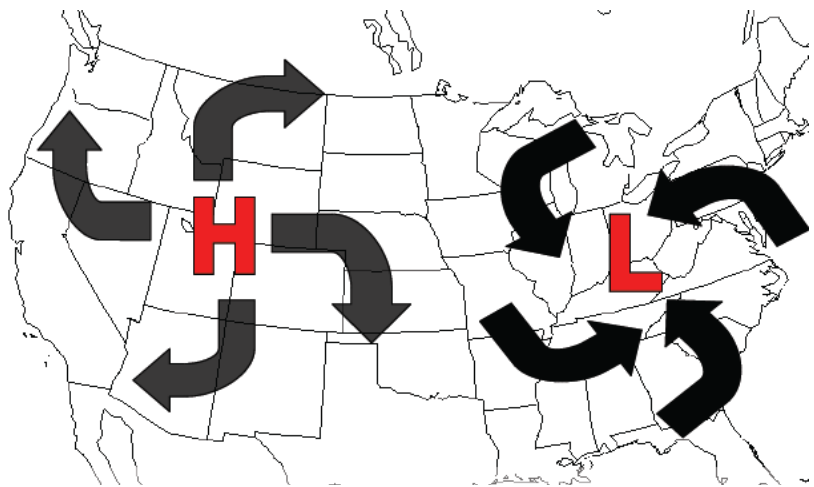
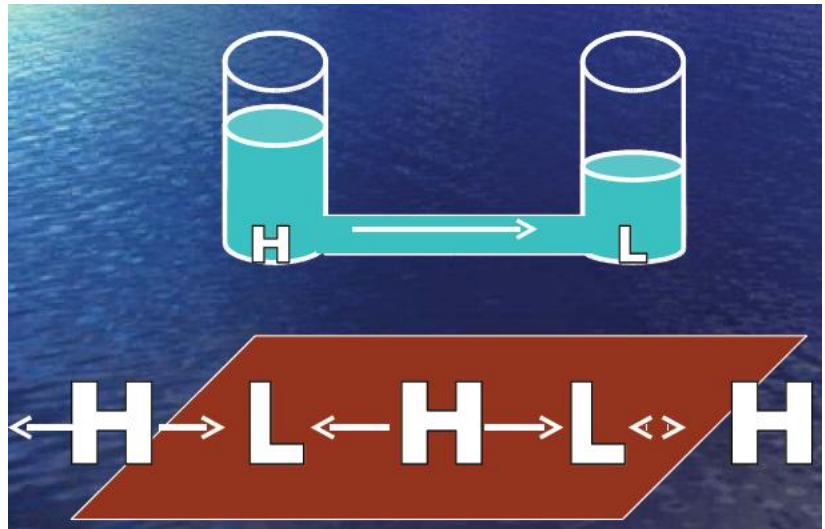
Un'area di alte pressioni è chiamata ANTICICLONE.

I venti nelle zone di alta pressione soffiano in verso orario nell'emisfero nord, antiorario in quello sud.

La BASSA PRESSIONE è una vasta area in cui la pressione atmosferica ha un valore inferiore alle zone circostanti.

Nelle carte al suolo il suo centro è contraddistinto dalla lettera L, è indice di brutto tempo.

Un'area di bassa pressione è chiamata CICLONE o DEPRESSIONE.



I venti nelle zone di bassa pressione soffiano in verso antiorario nell'emisfero nord, orario in quello sud. Nelle zone cicloniche l'aria è spinta da moti ascensionali verso l'alto, da dove poi viene spinta verso l'esterno della colonna.

Il numero di molecole nella colonna diminuisce e la pressione al suolo cala.

In una zona anticiclonica l'aria è spinta dall'alto verso il basso, richiamando molecole d'aria negli alti strati della colonna. Il numero totale di molecole nella colonna aumenta e la pressione al suolo cresce.

Variazioni della pressione dipendono anche dall'arrivo di masse d'aria con caratteristiche termiche diverse. Aria calda in quota, più leggera, comporta un calo della pressione, mentre aria fredda, più pesante, causa un aumento della pressione.

L'aria converge nelle regioni di bassa pressione riempiendo il "vuoto" di molecole e la pressione si alza. Il vapore condensa e forma nuvole e precipitazioni. La bassa pressione porta tempo nuvoloso ed umido.

L'aria diverge dalle regioni ad alta pressione e si abbassa, riscaldandosi. L'alta pressione porta tempo bello e secco.

Approfondimento. L'EFFETTO SERRA.

L'anidride carbonica presente nell'atmosfera viene fissata nelle piante attraverso la fotosintesi e, attraverso la catena alimentare viene trasferita ai vari consumatori e decompositori; tutti gli organismi viventi, ne rimettono una parte attraverso la respirazione cellulare, mentre una parte viene accumulata nei corpi degli organismi viventi e quando questi muoiono, nel suolo.

Sino all'inizio della rivoluzione industriale dell'uomo, la quantità di anidride carbonica che veniva accumulata nel suolo era superiore di quella che veniva prodotta dalla respirazione e dalla combustione del legno. Con l'uso del carbone, del petrolio e del metano, come combustibili fossili il processo si è invertito e da allora la quantità emessa è stata maggiore di quella fissata con la fotosintesi, favorendo il riscaldamento globale del pianeta.

Questo riscaldamento è l'emergenza ambientale planetaria di questo secolo e per affrontarla le nazioni più progredite e quelle in via di sviluppo hanno firmato un accordo a Kioto in Giappone per limitare le emissioni di gas che possono aumentare l'effetto serra.

Da milioni di anni la terra è costantemente irraggiata dalle radiazioni provenienti dal sole, scaldano il nostro pianeta e danno origine alla vita. Quello che citiamo spesso come "il problema dell'effetto serra" è in realtà un fenomeno naturale da sempre presente sulla terra. Dall'effetto serra deriva la temperatura terrestre. Senza l'effetto serra la temperatura del globo sarebbe in media di -18°C . Il problema è causato dall'eccessiva presenza di questi gas nell'atmosfera tale da causare l'aumento della temperatura terrestre. Il principale gas serra è l'anidride carbonica, prodotto dalle combustioni. L'80% delle emissioni di anidride carbonica proviene dalla combustione del petrolio, del metano e del carbone. Un inquinamento cresciuto enormemente con l'industrializzazione. Nel solo novecento, il suo livello nell'atmosfera è aumentato del 40% rispetto al secolo precedente e, anche bloccando oggi il suo aumento, non si avranno benefici per molti decenni. Gli effetti del riscaldamento globale sono diversi. Tra i più importanti, l'aumento del livello marino, lo scioglimento dei ghiacciai e delle calotte polari, l'aumento delle precipitazioni violente come gli uragani, l'aumento della desertificazione delle zone mediterranee con abbandono dell'agricoltura, la minore disponibilità di acqua dolce, e l'aumento delle temperature massime con estati più calde.



Unità Didattica 2: I venti

OBIETTIVI

- Conoscere le forze che originano i venti
- Descrivere le unità di misura dei venti
- Descrivere un sistema di vento

I venti

I venti sono generati dalla differenza di valori di pressione tra diverse aree geografiche. La loro intensità è in relazione alla differenza di pressione tra le due aree: **MAGGIORE LA DIFFERENZA DI PRESSIONE, MAGGIORE È L'INTENSITÀ DEL VENTO.**

I venti hanno nomi diversi a seconda della direzione dominante e talvolta anche in relazione alla zona geografica considerata

La direzione del vento è quella di provenienza: la direzione dalla quale soffia rispetto all'osservatore; essa si può esprimere in diversi modi:

- In gradi rispetto al NORD (da 0° a 360°)
- In riferimento ai punti cardinali (es. da sud-est)
- Nel gergo meteo-marino attraverso la direzione in relazione ai quattro quadranti il I da 0° a 90°, II da 90° a 180°, III da 180° a 270°, IV da 270° a 360°
- Con il nome proprio (Maestrale, Scirocco, Libeccio, ecc...)

Nell'emisfero Nord a causa della rotazione terrestre il vento tende a circolare in senso orario attorno alle aree di alta pressione e in senso antiorario attorno alle depressioni. Le forze che agiscono sulla massa d'aria sono:

- *Differenze di pressione*: l'aria si muove da zone più pesanti (alta pressione) a zone meno pesanti (bassa pressione).

- *Forza di gravità*: l'aria tende a scendere verso la superficie terrestre.

- *Forza di Coriolis*: l'aria tende a spostarsi verso destra (emisfero boreale) o verso sinistra (emisfero australe) quando si muove dall'equatore ai poli.

- *Attrito*: l'aria dissipa energia nel suo moto, soprattutto quando incontra altre masse d'aria o la superficie terrestre, rallentando la sua velocità.

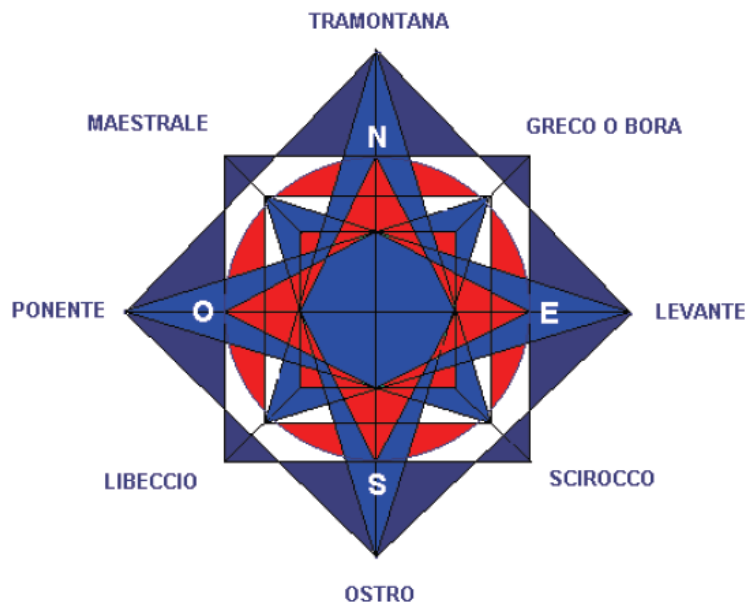
Il vento essendo un vettore si misura con intensità e direzione. La direzione si esprime come angolo rispetto al nord, mentre la velocità si esprime in m/s. Sono molto diffuse anche altre unità di misura: il nodo e il Km/h (0,27 m/s)

Nella nautica la velocità del vento si esprime generalmente in NODI.

Il nodo rappresenta l'unità di misura corrispondente al miglio marino, che indica le distanze sul mare, all'ora, perciò: $1 \text{ NODO} = 1.862 \text{ Km/h}$

Per convertire i NODI in Km/h: $\text{Km/h} = \text{nodi per } 2 - 10\%$. (Es: 50 nodi per 2 = 100 - 10% = 90 km/h).

La forza del vento nei bollettini viene solitamente indicata in gradi BEAUFORT. La conversione dalla forza Beaufort si opera moltiplicando per 4 il valore della scala: Es: forza 5 = 4 per 5 = 20 nodi.



Numero di Beaufort	Velocità del vento (nd/s)	Velocità del vento (km/h)	Descrizione	Condizioni del mare	Condizioni a terra
0	0	0	Calmo	Piatto.	Il fumo sale verticalmente.
1	1-3	1-6	Bava di vento	Leggere increspature sulla superficie somiglianti a squame di pesce. Ancora non si formano creste bianche di schiuma.	Movimento del vento visibile dal fumo.
2	4-6	7-11	Brezza leggera	Onde minute, ancora molto corte ma ben evidenziate. Le creste non si rompono ancora, ma hanno aspetto vitreo	Si sente il vento sulla pelle nuda. Le foglie frusciano.
3	7-10	12-19	Brezza tesa	Onde con creste che cominciano a rompersi con schiuma di aspetto vitreo. Si notano alcune "pecorelle" con la cresta bianca di schiuma.	Foglie e rami più piccoli in movimento costante.
4	11-16	20-29	Vento moderato	Onde con tendenza ad allungarsi. Le "pecorelle" sono più frequenti	Sollevamento di polvere e carta. I rami sono agitati.
5	17-21	30-39	Vento teso	Onde moderate dalla forma che si allunga. Le pecorelle sono abbondanti e c'è possibilità di spruzzi.	Oscillano gli arbusti con foglie. Si formano piccole onde nelle acque interne.
6	22-27	40-50	Vento fresco	Onde grosse (cavalloni) dalle creste imbiancate di schiuma. Gli spruzzi sono probabili.	Movimento di grossi rami. Difficoltà ad usare l'ombrello.
7	28-33	51-62	Vento forte	I cavalloni si ingrossano. La schiuma formata dal rompersi delle onde viene "soffiata" in strisce nella direzione del vento.	Interi alberi agitati. Difficoltà a camminare contro vento.
8	34-40	63-75	Burrasca	Onde alte. Le creste si rompono e formano spruzzi vorticosi che vengono risucchiati dal vento.	Ramoscelli strappati dagli alberi. Generalmente è impossibile camminare contro vento.
9	41-47	76-87	Burrasca forte	Onde alte con le creste che iniziano ad arrotolarsi. Strisce di schiuma che si fanno più dense.	Leggeri danni alle strutture (camini e tegole asportati).
10	48-55	88-102	Tempesta	Onde molto alte sormontate da creste (marosi) molto lunghe. Le strisce di schiuma tendono a compattarsi e il mare ha un aspetto biancastro. I frangenti sono molto più intensi e la visibilità è ridotta.	Sradicamento di alberi. Considerevoli danni strutturali.
11	56-63	103-117	Tempesta violenta	Onde enormi che potrebbero anche nascondere alla vista navi di media stazza. Il mare è tutto coperto da banchi di schiuma. Il vento nebulizza la sommità delle creste e la visibilità è ridotta.	Vasti danni strutturali.
12	>63	>117	Uragano	Onde altissime; aria piena di schiuma e spruzzi, mare completamente bianco.	Danni ingenti ed estesi alle strutture.



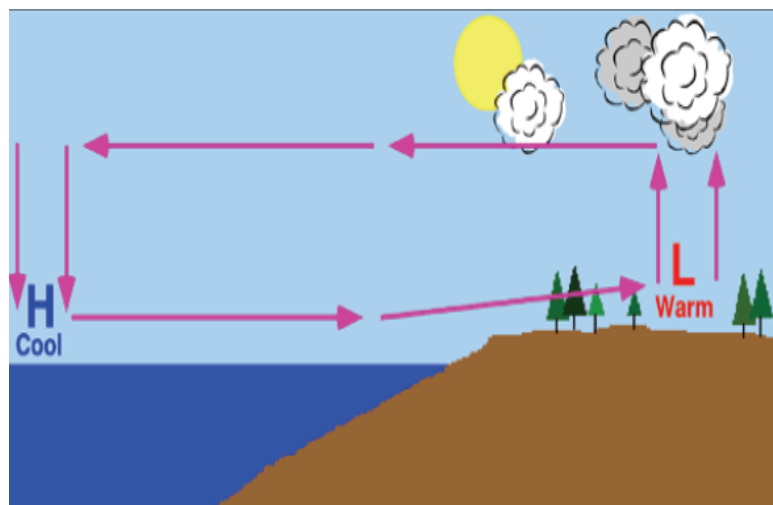
Ovviamente i meteorologi non usano queste osservazioni empiriche ma uno strumento che misura la velocità del vento: l'anemometro. Il modello più diffuso si basa sulla rotazione di palette intorno ad un asse, per cui la velocità del vento è calcolata in base al numero di giri compiuti in un tempo determinato da una ruota impernata munita di palette e coppette.

Dai sistemi locali a quelli globali

La brezza è un esempio di come la radiazione solare sia la principale fonte di energia. Il sole riscalda la terra: la differenza tra le proprietà della terra e del mare porta a delle variazioni di temperatura dell'aria.

L'aria calda tende a galleggiare su quella fredda. L'espansione raffredda l'aria. Ha origine la circolazione di brezza.

Analizzando la figura seguente descrivi il regime di brezza.



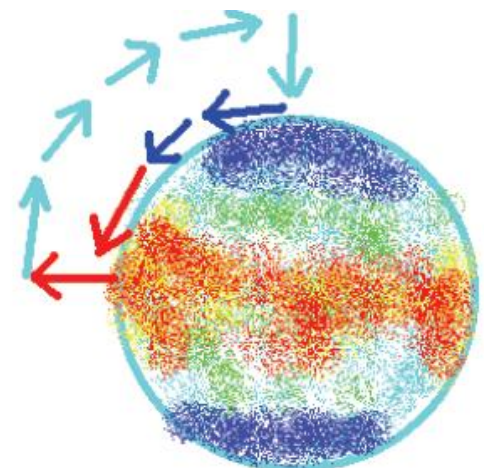
Su scala più grande accade la stessa cosa all'intero pianeta.

Sappiamo, infatti, che i poli ricevono meno energia delle zone tropicali. Questi si riscaldano maggiormente dando vita ad una circolazione meridiana. L'aria dovrebbe salire ai tropici e scendere ai poli. Su questo schema semplice interviene, invece, l'effetto della rotazione terrestre che induce una rottura della circolazione tra i tropici ed il polo in tre celle.

Cella di Hadley equatoriale. L'aria calda ed umida equatoriale sale sino alla tropopausa e poi, come sotto di un tetto si distribuisce verso Sud e verso Nord, raffreddandosi lentamente e torna a scendere verso la superficie terrestre a circa 30° di latitudine sia Nord che Sud. Questo flusso d'aria discendente provoca un aumento di pressione e quindi tempo caldo ed asciutto (zone desertiche tipo Sahara o Kalahari in Africa). Una parte di quest'aria discesa torna indietro verso l'equatore e, spinta dalla rotazione terrestre origina gli alisei estinguendosi verso l'equatore.

Cella di Ferrel. Una parte dell'aria equatoriale continua la sua corsa verso Nord e Sud, incontrando, intorno ai 60° l'aria fredda polare. La differenza di temperatura fa sì che quella calda tenda a salire, espandendosi e raffreddandosi, piegando di nuovo verso la superficie terrestre e verso l'equatore, sempre intorno ai 30°, rafforzando le alte pressioni nelle zone desertiche.

Cella di Hadley polare. Il resto dell'aria che sale in corrispondenza dell'aria fredda polare continua a muoversi verso i poli, dove si raffredda, ridiscende generando gli anticicloni polari e rientra nel ciclo ai 60° Nord e Sud. Queste celle sono più deboli di quelle equatoriali.

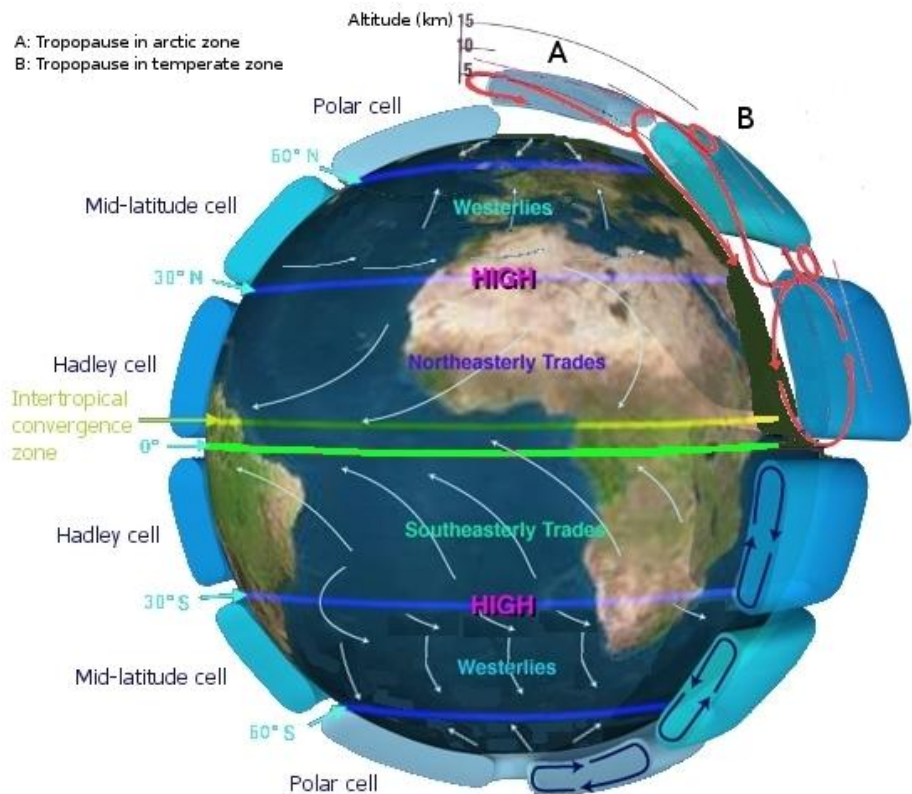


Venti costanti

I principali sistemi di venti costanti sono gli Alisei e i venti occidentali. Sono chiamati costanti perché spirano sempre nello stesso verso. Gli Alisei spirano radenti la superficie terrestre dai tropici (alta pressione) all'equatore (bassa pressione). Nell'emisfero boreale vanno da NE a SO e viceversa in quello australe.

Perciò all'equatore si ha un accumulo di aria che per il calore sale verso l'alto ed espandendosi si raffredda. Così diventa più pesante e scende verso i tropici occupando il posto delle masse d'aria spinte via dagli Alisei; queste correnti d'aria che spirano a 4-6000 m di altezza sono dette Controalisei.

Questa circolazione in Africa determina la formazione di due fasce desertiche a Nord e Sud dell'equatore. Infatti l'aria calda viene spinta via dai tropici e raffreddata all'equatore favorendo la formazione di nubi e di precipitazioni abbondanti che vengono, in pratica, sottratte ai tropici. Difatti quando l'aria fredda raggiunge di nuovo queste aree è priva di umidità ed il riscaldamento ne impedisce comunque la condensazione e la formazione di nubi.



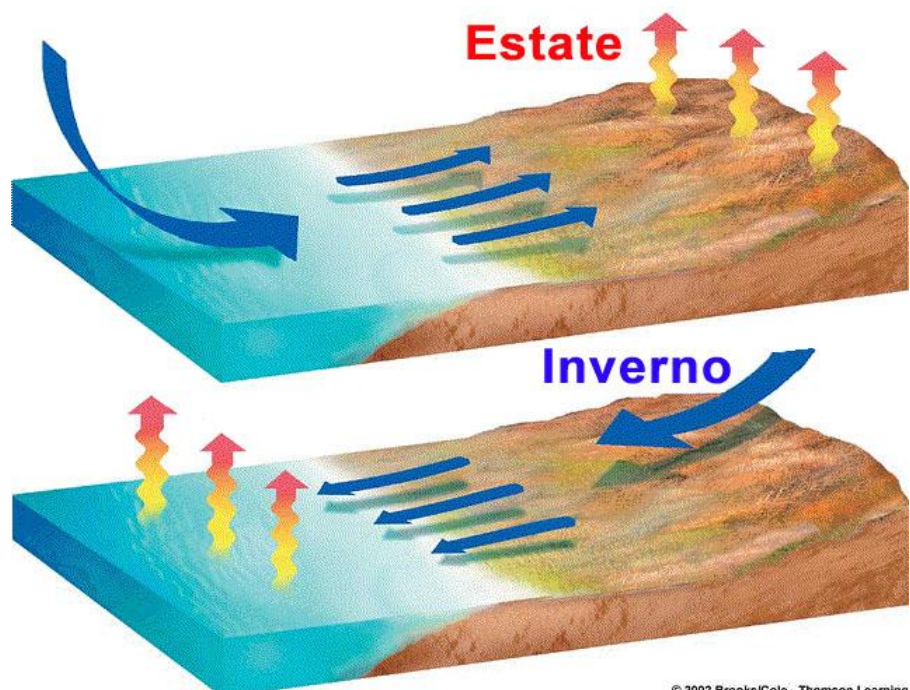
Venti periodici

I venti periodici sono caratterizzati da un andamento stagionale più o meno marcato.

Difatti spirano in una direzione o nell'altra a secondo della stagione: ne sono un esempio i monsoni e le brezze descritte in precedenza.

I monsoni spirano sull'oceano Indiano. D'estate le regioni asiatiche si scaldano fortemente creando zone di bassa pressione che richiamano masse d'aria dall'oceano originando il monzone estivo: caldo umido con piogge abbondanti che provoca spesso disastri nelle zone più esposte.

Durante l'inverno il fenomeno si inverte: le terre si raffreddano più velocemente del mare e si formano correnti secche e fredde che spirano verso l'oceano, il monzone invernale.



Venti variabili

In alcune zone del nostro pianeta per l'effetto di particolari orografie, possono

originarsi venti locali variabili, tra questi i più conosciuti sono il fohn, la bora ed i venti desertici come il simun, il khamsin o il ghibli.

La bora è il vento che si forma sulle Alpi Dinariche in Croazia e scende sull'alto Adriatico, può raggiungere velocità di 100 km/h e durare da 1 a 3 giorni, Ciò accade perché i venti vengono "costretti" in valli, così come quando si stringe l'estremità di un tubo per innaffiare si ottiene un getto d'acqua più potente.

All'interno della categoria dei fenomeni variabili dobbiamo inserire anche i cicloni tropicali (non intesi come le zone di basse pressione) che sono vere e proprie perturbazioni atmosferiche di enorme violenza che si formano nelle aree di calma equatoriale (la zona tra i tropici dove non spirano gli Alisei). Secondo alcune ipotesi sarebbero proprio gli Alisei a generare i cicloni (o uragani nelle Antille o tifoni nel mar Cinese) laddove vengano a contatto tra quelli australi e quelli boreali, iniziando a creare un vortice che sale verso l'alto, si allarga e richiama aria dalle zone limitrofe, raggiungendo diametri di 600-1000 km e venti che possono superare i 250 km/h. Le depressioni più intense più richiamano aria che "cade" al suo interno con quelle velocità.

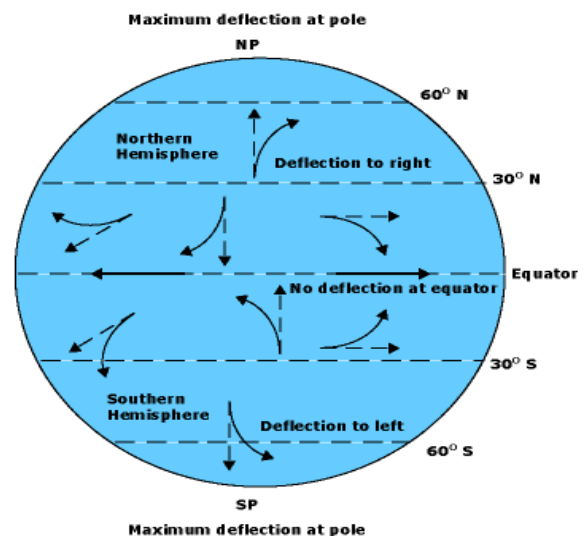
Una volta formatosi il ciclone ruota in senso antiorario e si muove in direzione nord-ovest nell'emisfero boreale e viceversa in quello australe.

Nella stessa categoria ci sono i tornado ed i loro cugini minori le trombe d'aria e quelle marine. Questi si originano in seguito al riscaldamento di una massa d'aria a contatto con il suolo o il mare. Una volta formati si muovono velocemente distruggendo ogni cosa che incontrano.



Approfondimento: LA FORZA DEVIANTE DI CORIOLIS.

Se un ragazzo seduto al centro di una giostra in movimento lancia una palla ad un altro ragazzo seduto sul bordo, nel tempo che la palla impiega per raggiungere il secondo ragazzo questo si sarà spostato in avanti nel verso della giostra. Se tu fossi il ragazzo seduto al centro la palla sembrerà compiere un percorso curvilineo che si allontana in senso opposto, mentre, ovviamente è la giostra che si è mossa. Questo è quanto accade muovendosi dai poli verso l'equatore e viceversa se ci si muove verso i poli: una deviazione apparente. L'effetto sulle direzioni dei moti dei sistemi meteorologici è la seguente: i venti si muovono in senso orario attorno alle alte pressioni ed in senso antiorario intorno alle basse pressioni nell'emisfero boreale (Nord) e viceversa in quello australe (Sud).



Approfondimento: Il BAROMETRO E' lo strumento che serve a misurare la pressione atmosferica. Osservazioni:

Se la pressione rimane costante o aumenta e contemporaneamente aumenta anche la temperatura, si ha, in estate, un miglioramento generale delle condizioni del tempo;

Se la pressione aumenta e temperatura ed umidità in inverno, diminuiscono, si ha miglioramento del tempo;

Diminuzione della pressione, in inverno, con temperatura tendente a salire e umidità a valori superiori a 70-80%, è indizio di peggioramento del tempo;

Diminuzione della pressione, in estate, con temperatura in diminuzione ed umidità in aumento, porta cattivo tempo;

Diminuzione rapida, marcata, della pressione, in inverno, indica l'avvicinarsi di una violenta perturbazione; mentre in estate, se accompagnata da diminuzione di temperatura, indica l'avvicinarsi rapido di temporali;

Se la pressione rimane su valori piuttosto bassi, la fase di maltempo continuerà a lungo;

Aumento lento, persistente e regolare della pressione è indice di una fase di tempo buono e stabile.

Unità Didattica 3: L'umidità atmosferica

OBIETTIVI

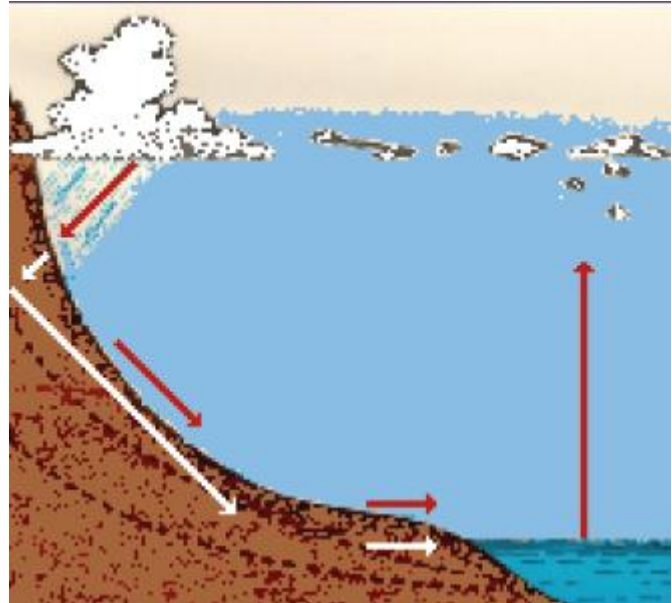
- *Conoscere i principali sistemi nuvolosi*
- *Descrivere come si originano ed evolvono le perturbazioni atmosferiche*

Il ciclo dell'acqua

Il ciclo dell'acqua è l'insieme dei passaggi dell'acqua dagli oceani, all'atmosfera, alle terre emerse, e ancora agli oceani; comporta variazioni dello stato fisico dell'acqua ed è costantemente alimentato dall'energia solare.

Il riscaldamento solare causa l'evaporazione di parte dell'acqua superficiale di oceani, fiumi, laghi e organismi viventi (piante soprattutto); il vapore acqueo così formatosi entra nell'atmosfera.

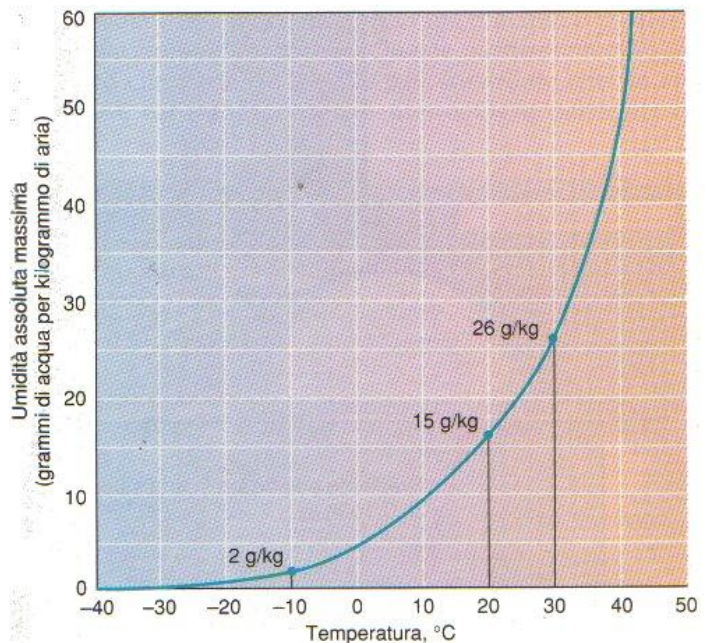
Processi di condensazione portano l'acqua al suolo sotto forma di precipitazioni. Parte dell'acqua di precipitazione penetra nel suolo, mentre una parte defluisce in superficie ed arriva, attraverso i fiumi, agli oceani.



L'umidità dell'atmosfera

La quantità di vapore nell'atmosfera è molto variabile e può raggiungere sino al 5% del suo volume. Ciò che fa variare la quantità è la temperatura dell'aria. Difatti in un mc di aria a 10°C possono esserci 9,4 g di vapore dopo di che si raggiunge la saturazione (ovvero la quantità massima possibile in cui si ha equilibrio tra le particelle di acqua che condensano e quelle che evaporano). Lo stesso volume a 20°C ne può contenere 17 g. Per misurare l'umidità si ricorre agli igrometri che possono valutare l'umidità assoluta (i grammi di vapore contenuti in un mc di acqua) ma soprattutto l'umidità relativa, ovvero il rapporto percentuale tra la quantità di vapore acqueo contenuto nell'aria e la quantità massima che potrebbe contenerne.

Ad esempio: 1 mc di aria contiene 9,4 g di vapore a 10°C (che è anche la quantità massima contenibile) e quella sarà la sua umidità assoluta, per cui l'umidità relativa sarà del 100%, se la temperatura sale a 20°C (in cui la quantità massima è 17 g) l'umidità relativa scenderà al 55% ($9,4/17 \times 100$).



Circolazione atmosferica e umidità

Come è stato già detto l'umidità atmosferica può far variare la pressione. Difatti il vapore acqueo pesa circa la metà degli altri gas presenti nell'aria, e quindi, questa, quando è umida, risulta più leggera dell'aria secca.

Anche l'aria calda è più leggera dell'aria fredda e tende a salire verso l'alto.

Pertanto, dove ci sono masse d'aria calda e umida avremo zone di bassa pressione, mentre dove l'aria è fredda e secca, avremo zone di alta pressione e le masse d'aria si muoveranno sia in senso verticale

(riscaldandosi o raffreddandosi) sia in orizzontale spostandosi da zone di alta pressione a zone di bassa pressione

L'origine delle nubi può essere ascritta a tre fenomeni diversi:

NUBI CONVETTIVE. L'aria umida e calda sale verso l'alto e, raffreddandosi, condensa.

NUBI FRONTALI. Nascono per lo scontro di masse d'aria calda e fredda con diverse umidità.

NUBI OROGRAFICHE. Si generano per effetto della risalita forzata verso l'alto di masse d'aria umida quando incontrano una catena montuosa e sono costrette a valicarla.

Le nubi sono ammassi di goccioline di acqua e/o di aghi di ghiaccio che si formano per condensazione o brinamento del vapor d'acqua.

Classificazione delle Nubi

Le nubi possono essere suddivise in due grandi famiglie:

NUBI CUMULIFORMI

Sono a prevalente sviluppo verticale.

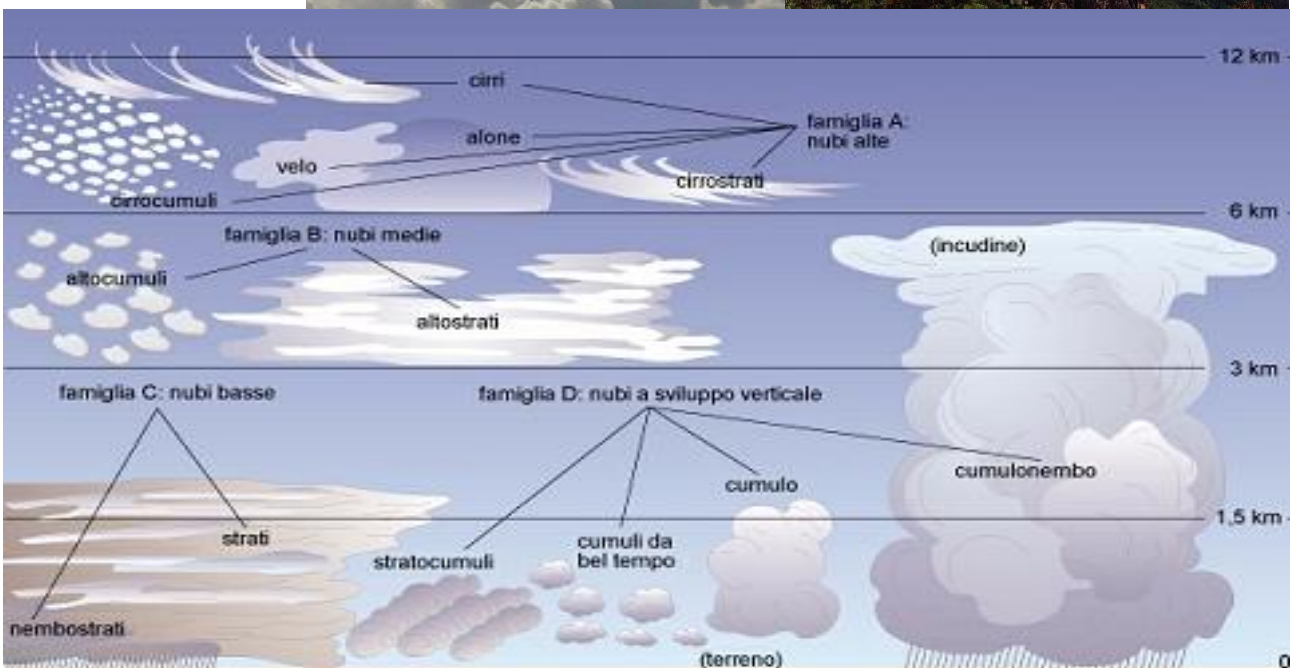
NUBI STRATIFICATE

Hanno sviluppo orizzontale e sono segno della stabilità dell'aria.

CUMULI

Altezza da 0,5 a 12 km; sono nubi spesse di forma tondeggiate, di colore bianco brillante nelle parti illuminate e grigio nelle zone in ombra. Generalmente non danno luogo a

Classificazione delle nubi			
Gruppo	Nome	Simbolo	Altezza media (metri)
Nubi basse	Strati	St	800
	Nembi	Nb	1.000
	Stratocumuli	Sc	1.500
Nubi medie	Alto cumuli	Ac	3.500
	Altostrati	As	4.000
Nubi alte	Cirrocumuli	Cc	7.000
	Cirrostrati	Cs	8.000
	Cirri	Ci	9.000
Nubi a sviluppo verticale	Cumuli	Cu	1.800
	Cumulonembi	Cb	2.000



precipitazioni e portano bel tempo se non sono troppo grandi.

CUMULONEMBI

Altezza da 0,5 a 12 km; a forma di montagne con la sommità simile ad un'incudine, hanno colore bianco-grigio superiormente e grigio scuro in basso. Sono le nubi dei temporali, delle grandinate e delle raffiche di vento. Possono formarsi in estate per il grande calore, i più temibili sono quelli che arrivano da fronti freddi

CIRRI

Altezza da 6 a 12 km. Sono sottili e fibrosi interamente formati da cristalli di ghiaccio. La maggior parte della volte, se la pressione scende, annunciano

l'avvicinarsi di un fronte caldo e quindi di tempo perturbato.

CIRROSTRATI

Altezza da 6 a 12 km.

Sono formati da cristalli di neve e si presentano come fogli sottili a strati orizzontali

CIRROCUMULI

Altezza da 6 a 12 km. Costituiti da cristalli nevosi hanno la configurazione del cielo a pecorelle foriere di pioggia a catinelle.

ALTOCUMULI

Hanno spesso origine orografica e si formano sottovento ad un rilievo dopo che il vento lo ha scavalcato con forza. Solitamente indicano arrivo di vento forte. Altezza da 6 a 3 km. Costituiti da cristalli nevosi mescolati a gocce molto piccole.

ALTOSTRATI

Altezza da 6 a 3 km. Costituiti in prevalenza di piccole gocce, sono simili ai cirrocumuli ma si presentano in ammassi più grandi.

GLI STRATI

Altezza da 3 a 0.5 km. Portano solitamente deboli piovigini e si presentano come distese di nubi uniformi di colore grigio rendendo il cielo plumbeo e pesante.

NEMBOSTRATI



CIRRI



CIRROSTRATI



CIRROCUMULI



Altezza da 3 a 0.5 km. Oscurano il cielo, portano precipitazioni, siamo in mezzo al sistema frontale. Costituiti da fiocchi di neve mescolati a gocce d'acqua sono informi e scuri.

STRATOCUMULI

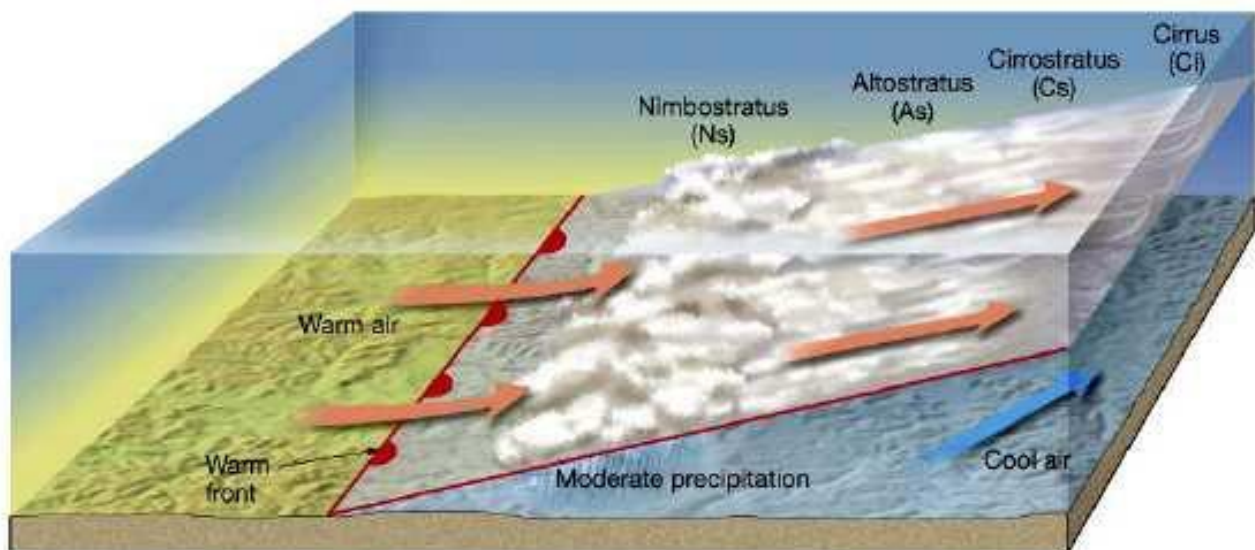
Altezza da 3 a 0.5 km. Costituiti da minuscole goccioline d'acqua, sono ammassi irregolari di nubi grigie con zone scure che difficilmente portano pioggia.



I fronti nuvolosi

Le masse di aria sono porzioni d'aria di dimensioni considerevoli: migliaia di km di larghezza per dieci di altezza. Al loro interno sono sostanzialmente stabili. Le masse d'aria possono essere calde o fredde, umide o secche. Quando si incontrano non si mescolano ma tendono a conservare le loro caratteristiche e a dar luogo ad una zona di separazione che ha un portamento inclinato, detta fronte. I fronti possono dar luogo alle perturbazioni atmosferiche. Se le differenze di temperatura sono limitate si parla di FRONTI STAZIONARI, se il contrasto è notevole si avranno FRONTI CALDI o FREDDI.

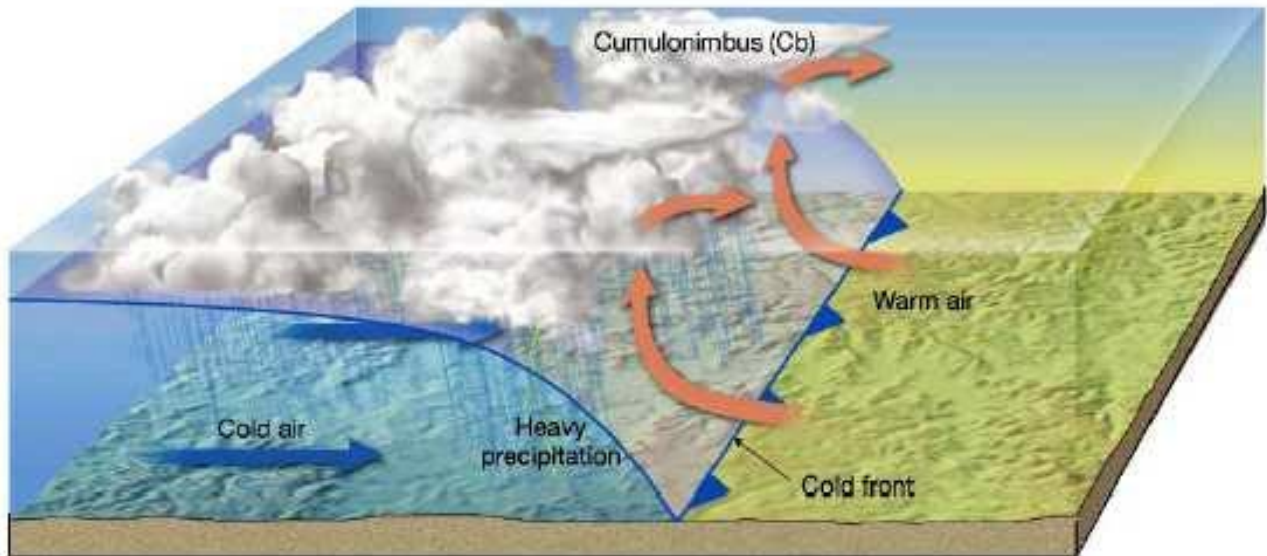
FRONTE CALDO



Quando una massa d'aria calda avanza dietro ad una massa di aria fredda che si sta spostando, ci si trova in presenza di un fronte caldo. La massa d'aria fredda retrocede ma essendo più pesante costringe l'aria calda a scorrervi sopra e innalzandosi forma un sistema nuvoloso, prevalentemente stratificato.

Le precipitazioni giungono prima dell'arrivo del fronte. L'aria calda è normalmente di origine tropicale e presentandosi relativamente umida, determina facilmente la formazione di distese di nubi basse e genera normalmente precipitazioni di debole intensità. L'arrivo di un fronte caldo può essere indicato dall'ispessimento dei cirri. Un fronte caldo può essere esteso anche per centinaia di Kilometri.

FRONTE FREDDO

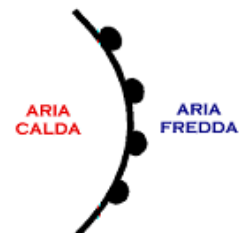


Quando un fronte si muove verso l'aria più calda (es. aria fredda che rimpiazza aria calda), si chiama fronte freddo. Nella zona di incontro tra le due masse l'aria fredda più pesante si incunea sotto quella calda e la spinge verso l'alto provocandone il raffreddamento e la formazione di nubi imponenti di tipo cumuliforme con conseguenti precipitazioni.

Si manifesta visivamente come una banda nuvolosa molto meno estesa del fronte caldo che genera normalmente precipitazioni di forte intensità. I rovesci si formano dietro il fronte freddo, dopo il suo passaggio. La pioggia è di durata abbastanza breve, intensa e accompagnata da tuoni.



Sulle mappe meteo queste sono le simbologie usate per descrivere un fronte freddo (a sinistra) ed uno caldo (a destra). Se la mappa è a colori i fronti freddi vengono disegnati in blu e quelli caldi in rosso.

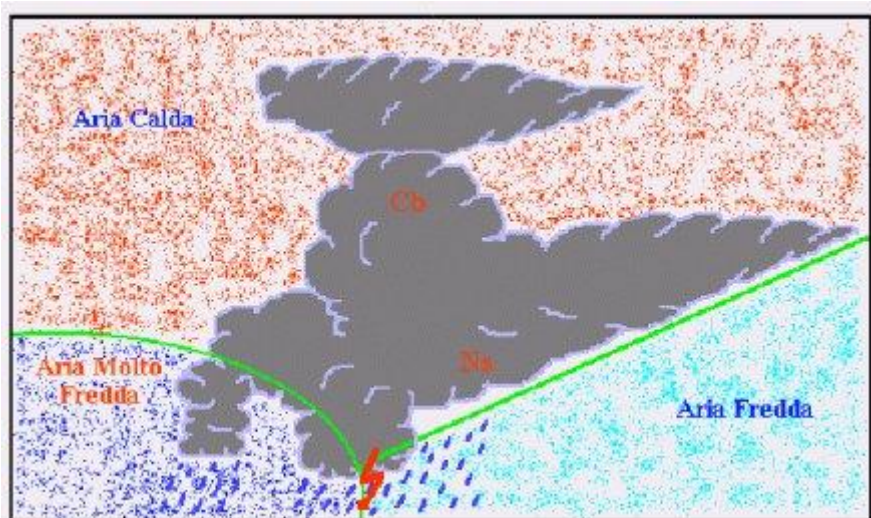


Le perturbazioni si muovono a velocità di 15-20 nodi per i fronti caldi e 25-30 nodi nei fronti freddi. Questa differenza fa sì che il fronte freddo tenderà a raggiungere quello caldo e si ha il processo detto di **OCCLUSIONE**.

A seconda che l'aria fredda che avanza (a sinistra) risulti più o meno fredda di quella che retrocede (a destra), si presentano un'occlusione fredda o calda.

Nel caso di occlusioni a carattere freddo, se l'aria è instabile, si formano nubi convettive, invece, se l'aria è stabile si formano nubi stratificate.

Nel caso di occlusioni a carattere caldo, invece, la temperatura ed il vento presentano variazioni analoghe a quelle del fronte freddo, anche se in misura minore. Per quanto riguarda le nubi, in questo caso, si assiste ad una



sovrapposizione dei due sistemi nuvolosi; man mano che il processo di occlusione avanza, le nubi di tipo stratiforme del fronte caldo si dissolvono e contemporaneamente si assiste alla formazione di cumulonembi.

Le meteore

Quando sentiamo parlare di meteore, pensiamo al fenomeno delle stelle cadenti, ma ciò non è esatto, perché alla stessa categoria appartengono anche le precipitazioni (idrometeore), le litometeore (sabbia e polveri) e le foto ed elettrometeore (dagli arcobaleni ai fulmini).

Quindi il termine di meteore, comprende tutti i fenomeni che si originano nell'atmosfera.

Noi analizzeremo solo le precipitazioni ed in particolare la nebbia, la pioggia, la neve e la grandine.

La **nebbia** si forma in genere con alta pressione, soprattutto in inverno e con molta umidità. Difatti la condensazione dovuta all'abbassamento di temperatura provoca la formazione di goccioline che rimangono sospese nell'aria. Si distingue dalla foschia solo per la densità che è molto maggiore e la visibilità che si riduce al di sotto di 1 km.

La **pioggia** è formata da gocce d'acqua che riescono a raggiungere il suolo. Sembra che sia una cosa scontata, ma non è così, perché le nubi sono formate da goccioline in continuo movimento e di dimensioni talmente contenute che non riescono a superare la forza del vento ed a cadere al suolo. Solo con il fenomeno della coalescenza: l'unione delle particelle d'acqua per azione degli urti causati dal vento, si riesce a formare nubi con gocce pesanti che spinte dalla forza di gravità sono costrette a cadere verso il suolo. In alcuni casi pur in presenza di nubi che portano pioggia se queste incontrano strati di aria calda e secca non si hanno precipitazioni perché nel cadere su questi strati rievaporano.

La **neve** e la **grandine** si formano quando la temperatura dell'aria scende al di sotto dello 0° e si formano cristalli di ghiaccio. Nel primo caso la temperatura al suolo deve essere inferiore ai 3° perché la neve si posi. Questa può assumere due forme: a fiocco con cristalli di ghiaccio ramificati o stellati e tonda con fiocchi sferici simili a palline di polistirolo.

La grandine si forma durante violenti temporali con chicchi di ghiaccio che possono andare da 5 a 50 mm. Dentro le nubi temporalesche (cumulonembi) difatti ci sono fortissime correnti ascensionali che portano le goccioline d'acqua dalla base della nube, più calda, alla cima di essa, più fredda, dove si formano sempre dei piccoli cristalli di ghiaccio. Questi tendono a solidificare e ad unirsi diventando dei granelli di grandine che, pesanti, sono costretti a cadere verso il suolo. La diversa grandezza dipende da quanti cicli alto-basso-alto si verificano.

