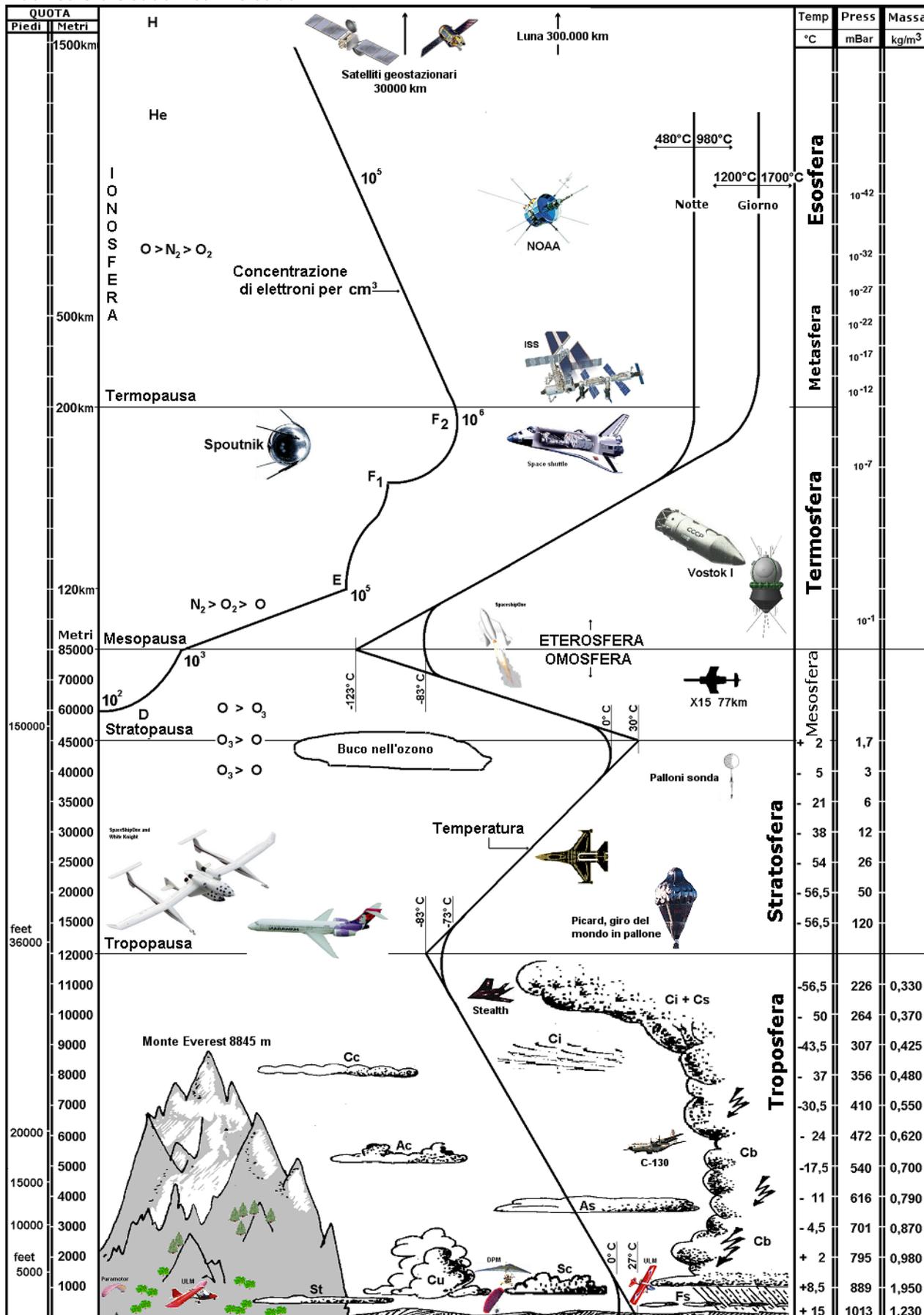


ATMOSFERA : E' un involucro "gassoso" che circonda la terra, si estende fino a 1000km (circa) di distanza, è costituito da una miscela di gas.

L'atmosfera è suddivisa in 5 strati



La temperatura diminuisce con la quota di circa 6,5°C per ogni chilometro. Raggiunta la tropopausa ricomincia ad aumentare a causa della presenza dell'ozono.

L'ozono è un gas formato da molecole costituite da tre atomi di ossigeno che si indica con la formula chimica O_3 .

L'ozono assorbe i raggi ultravioletti provenienti dal Sole e riscaldandosi produce un aumento della temperatura nella stratosfera.

nella mesosfera la temperatura torna a diminuire e aumenta nuovamente dopo la mesopausa. Nella termosfera le molecole di gas si trovano sotto forma di ioni. Queste particelle sono importanti per le comunicazioni radio in quanto riflettono verso la superficie terrestre le onde radio rendendo possibili le telecomunicazioni anche a grande distanza. Inoltre la termosfera ci protegge dalla caduta di piccoli meteoriti in quanto l'alta temperatura, insieme con l'attrito sviluppato dalle molecole dei gas, brucia la quasi totalità dei detriti diretti verso la terra. La termosfera è anche sede del fenomeno delle aurore polari che consistono nella comparsa di archi luminosi e colorati nel cielo notturno. Si formano in seguito alla riemissione di energia da parte degli atomi di ossigeno ed azoto che assorbono energia dal vento solare e le riemettono sotto forma di radiazione elettromagnetica. Il motivo di questo nuovo aumento di temperatura è dovuto al fatto che le poche molecole di gas atmosferici presenti a quelle altezze possono assorbire l'energia solare ma dato che il gas è molto rarefatto non avvengono urti tra le molecole di gas e quindi esse restano molto veloci. La temperatura di una sostanza è infatti determinata dalla velocità delle molecole di cui è formato. Tuttavia pur essendo la temperatura molto alta non si corre il rischio di bruciarsi proprio perché l'atmosfera è molto poco densa.

in realtà la regione in cui sono presenti ioni chiamata ionosfera si estende da 80 km fino a 1000 km di notte. Di giorno la ionosfera si estende fino a 50 km a causa dell'azione del sole che ionizza i gas atmosferici

Ricorda: nella troposfera, la temperatura diminuisce di 6,5 °C per ogni chilometro

Composizione chimica dell'atmosfera:

Gas	Percentuale
Azoto (N_2)	78,1%
Ossigeno (O_2)	20,9%
Argon (Ar)	0,9%
Vapore acqueo (H_2O)	0,4%
Anidride carbonica (CO_2)	0,03%
Neon (Ne)	0,00181%
Elio (He)	0,0005%
Metano (CH_4)	0,0002%
Idrogeno (H_2)	0,00005%
Kripton (Kr)	0,000011%
Xeno (Xe)	0,000008%
Ozono (O_3)	0,000004%

La maggior parte dell'aria che forma l'atmosfera è confinata nei primi 10 – 15 km. Considerando che il raggio terrestre è di circa 6400km, si deduce che l'atmosfera rappresenta un sottilissimo involucro intorno alla Terra.



ISS021E031766

Ricorda: il sole non riscalda direttamente il suolo, esso riscalda il terreno che a sua volta riscalda l'aria a contatto con il suolo

Grandezze fisiche che descrivono l'atmosfera

L'atmosfera è una miscela di gas e come tutti i gas è completamente descritta dalla pressione e dalla temperatura. Poiché nell'atmosfera è presente anche vapor d'acqua che ha un ruolo fondamentale in tutti i fenomeni meteorologici bisogna anche descriverne il contenuto.

Quindi per sapere quali sono le caratteristiche dell'atmosfera bisogna conoscerne la pressione, la temperatura e l'umidità.

La stazione meteorologica attraverso i suoi sensori misura queste quantità.

La **pressione atmosferica** in un luogo è prodotta dal peso della colonna d'aria che lo sovrasta

Unità di misura della pressione

Al livello del mare una colonna d'aria estesa fino al limite dell'atmosfera esercita su ogni cm^2 un peso in media 1,033Kg. Questo vuol dire che se consideriamo $1cm^2$, il peso dell'aria che si trova su di esso è di circa 1kg
Se invece di $1cm^2$ si considera $1m^2$ si troverà su di esso un peso di aria uguale a 10000kg

La pressione atmosferica si può misurare in:	Atmosfere	mm Hg	mbar (millibar)	hPa (ectoPascal)
----------------------------------------------	-----------	-------	-----------------	------------------

Al livello del mare e a 45° di latitudine si assume che la pressione sia di 1 atmosfera.

Si trova che 1 atm = 760 mm Hg = 1013,25 mbar = 1013,25 hPa.

Se la pressione atmosferica è minore di 1013,25 hPa si ha, solitamente, brutto tempo se è superiore a 1013,25 hPa si ha bel tempo.

Ricorda: la pressione atmosferica media è di 1013,25 mbar.

La pressione atmosferica cambia

La pressione atmosferica non è mai costante, Vediamo quali sono i fattori che fanno variare la pressione atmosferica

1. cambia dal giorno alla notte
2. altitudine. Più si sale più si riduce la quantità di aria che si trova al di sopra e quindi diminuisce la pressione atmosferica
3. temperatura. L'aria calda ha una pressione atmosferica più bassa rispetto all'aria fredda. Il motivo è che quando l'aria è calda le molecole sono più veloci e urtandosi si allontanano tra di loro. Di conseguenza in un certo volume di aria ci saranno molte molecole se l'aria è fredda e poche molecole se l'aria è calda
4. l'umidità. L'aria umida produce una pressione atmosferica più bassa rispetto all'aria calda. Il motivo è che il vapore acqueo pesa meno rispetto ad ossigeno e azoto

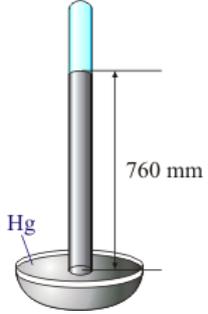
Ricorda: la pressione atmosferica

Aumenta se: aumenta l'altitudine, l'aria è calda, l'aria è umida

Diminuisce se: diminuisce l'altitudine, l'aria è fredda, l'aria è secca

La pressione atmosferica varia in uno stesso giorno passando dal giorno alla notte

Strumenti di misura della pressione atmosferica

		
Barometro a mercurio	Barometro aneroidale	Barometro digitale

L'altezza misurata in unità di pressione

L'unità di misura dell'altitudine non è il metro ma l'hPa (vedi ad esempio il meteogramma), c'è una corrispondenza tra le due unità di misura data dalla formula:

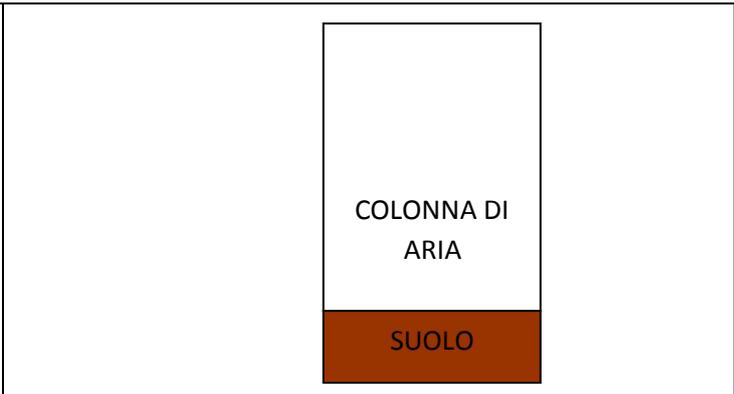
$$p(z) = 1013,25 \times 2,72^{-\left(\frac{z}{7700m}\right)}, \text{ invertendo la funzione si trova } z = 7700 \ln 1013,25 / p(z)$$

Misura in metri	Misura in hPa o mbar
0	1000
900	900
1800	800
3000	700
4000	600
5500	500
7000	400
9400	300
12500	200

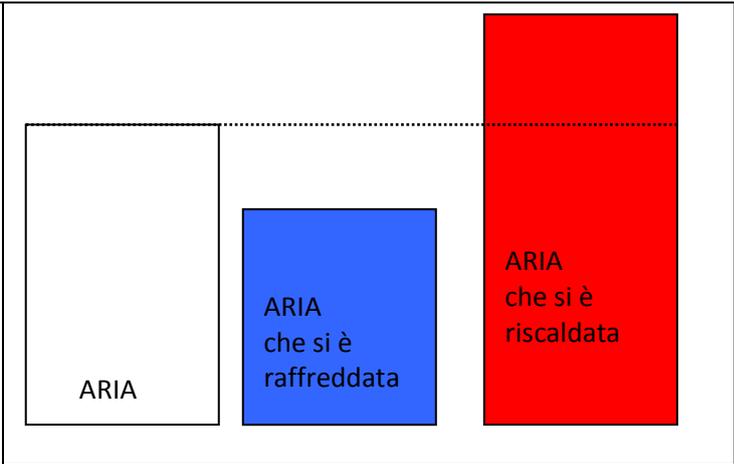
Il vento

il vento è un movimento orizzontale di aria. Vediamo come si può formare
 La formazione del vento è collegata alle variazioni della pressione atmosferica

Ricorda che La pressione atmosferica rappresenta il peso di una colonna di aria al di sopra di una certa superficie.
 Bassa pressione: l'aria al di sopra di una certa superficie pesa di meno e quindi la pressione atmosferica diminuisce. Alta pressione: l'aria al di sopra di una certa superficie pesa di più e quindi la pressione atmosferica aumenta.
 Vediamo come si possono originare delle aree di bassa e di alta pressione.
 Consideriamo una colonna di aria che poggia sul suolo.
 (vedi fig. a fianco)

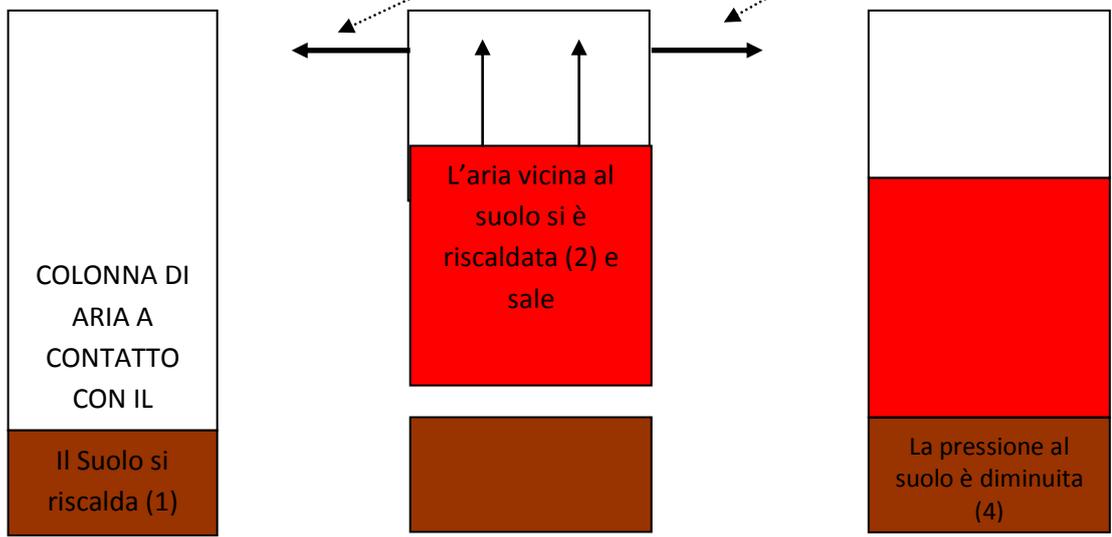


In base al fenomeno della dilatazione termica dei corpi che vale anche per l'aria, sappiamo che un aumento della temperatura fa dilatare i corpi, mentre una diminuzione li fa contrarre .



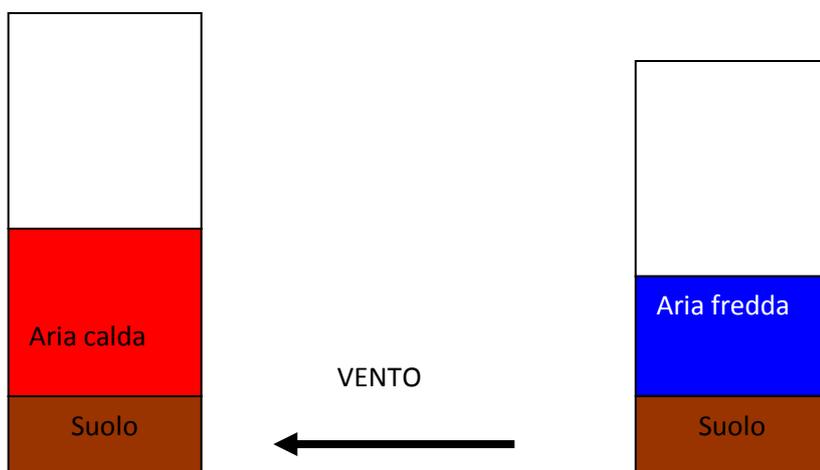
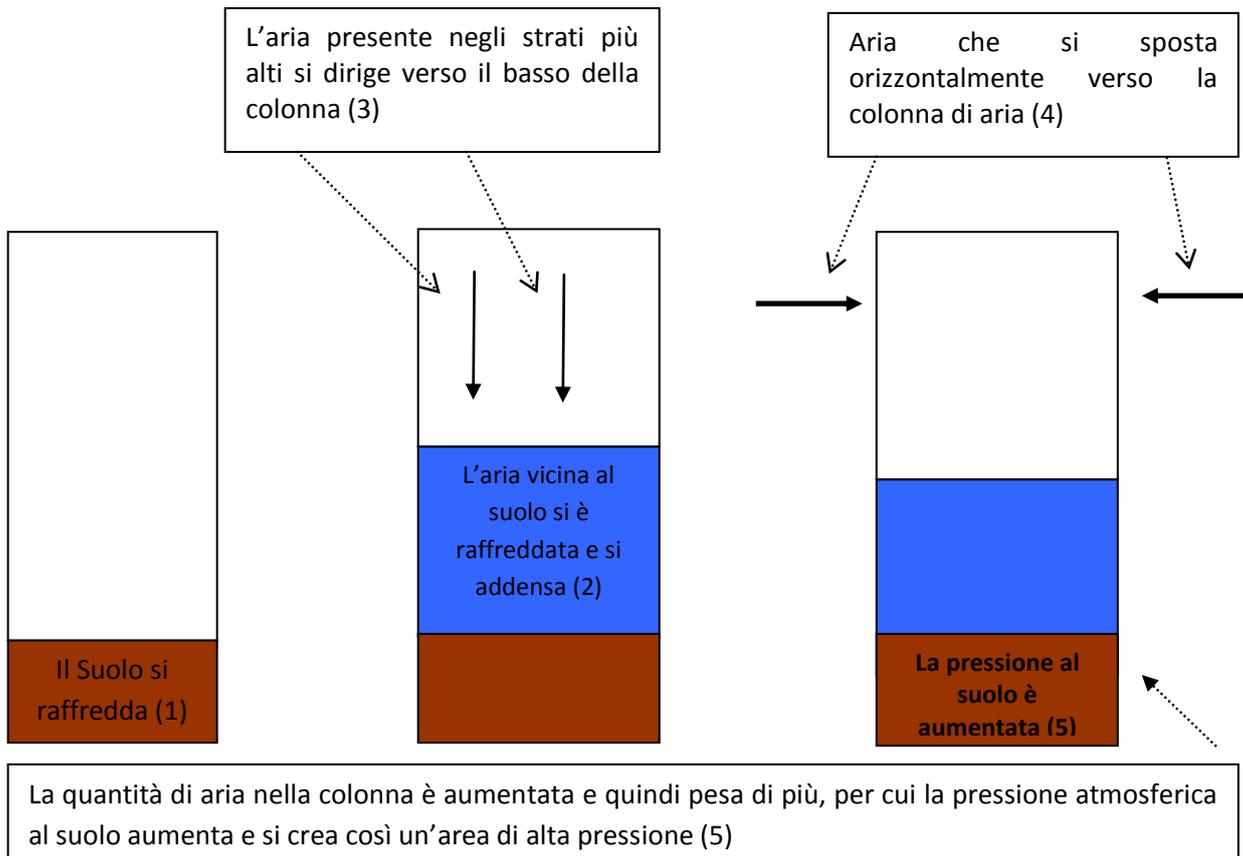
Una bassa pressione si può formare quando il suolo viene riscaldato dai raggi solari (1), il suolo a sua volta riscalda l'aria a contatto con esso e ne fa diminuire la sua densità. L'aria calda diventa più leggera di quella circostante e sale (2). Raggiunta una certa altezza, l'aria si è raffreddata e smette di salire, L'aria poi si sposta orizzontalmente e fuoriesce dalla colonna (3). A causa della fuoriuscita orizzontale dell'aria, la quantità di aria nella colonna è diminuita e quindi la pressione atmosferica al suolo diminuisce.

Quando l'aria ha raggiunto la sommità della colonna d'aria fuoriesce orizzontalmente (3)



La quantità di aria nella colonna è diminuita e quindi pesa di meno, per cui la pressione atmosferica al suolo diminuisce e si crea così un'area di bassa pressione (4)

L'alta pressione si può formare quando il suolo si raffredda (1). Per il fenomeno della dilatazione termica dei corpi, l'aria si addensa concentrandosi vicino al suolo (2). Di conseguenza un po' di aria presente negli strati più alti della colonna si sposta verso il basso (3). Negli strati più alti della colonna, si viene a creare una mancanza di aria, per compensare questo vuoto, altra aria viene richiamata e si sposta orizzontalmente verso la colonna di aria (4). Come conseguenza la quantità di aria nella colonna è aumentata e quindi la pressione atmosferica al suolo aumenta (5).



Nella bassa pressione, la quantità di aria nella colonna è diminuita perciò viene richiamata altra aria dalle zone circostanti e l'aria proverrà proprio dalle zone di alta pressione dove invece la quantità di aria è aumentata. Il movimento orizzontale di masse d'aria dalle zone di alta pressione verso quelle di bassa pressione è il **vento**.

Abbiamo capito che la bassa pressione si ha lì dove il suolo si riscalda

<p>ciclone</p> <p>bassa pressione B</p>	<p>anticiclone</p> <p>alta pressione A</p>	<p>Man mano che l'aria sale, si raffredda. La quantità di vapore acqueo che può essere contenuta nell'aria fredda è minore del vapore acqueo che può essere contenuto nell'aria calda. Di conseguenza mentre l'aria si raffredda al suo interno si viene a trovare un eccesso di vapore acqueo che non potendo esistere come vapore, condensa formando le nuvole. Per questo motivo le aree di bassa pressione sono collegate al cattivo tempo, mentre quelle di alta pressione sono legate al bel tempo</p>
----------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Brezza di mare (vento che proviene dal mare) Di giorno la terra è più calda del mare, l'aria ascende (sale) sulla terra dove si crea una zona di bassa pressione e discende sul mare dove c'è un'area di alta pressione.</p> <p>A = Alta pressione B = Bassa pressione</p>	<p>VENTO</p> <p>MARE</p> <p>TERRA</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

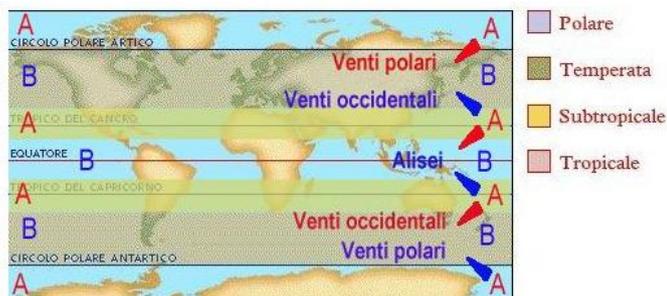
<p>Brezza di terra (vento che proviene dalla terra) Di notte il mare è più caldo della terra, l'aria ascende sul mare dove si crea una zona di bassa pressione e discende sulla terra dove c'è un'area di alta pressione</p>	<p>VENTO</p> <p>MARE</p> <p>TERRA</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

In entrambi i casi, si sarà uno spostamento di aria dalle zone di bassa pressione verso quelle di alta pressione, questa massa d'aria che si sposta è il vento.

Schema della circolazione generale

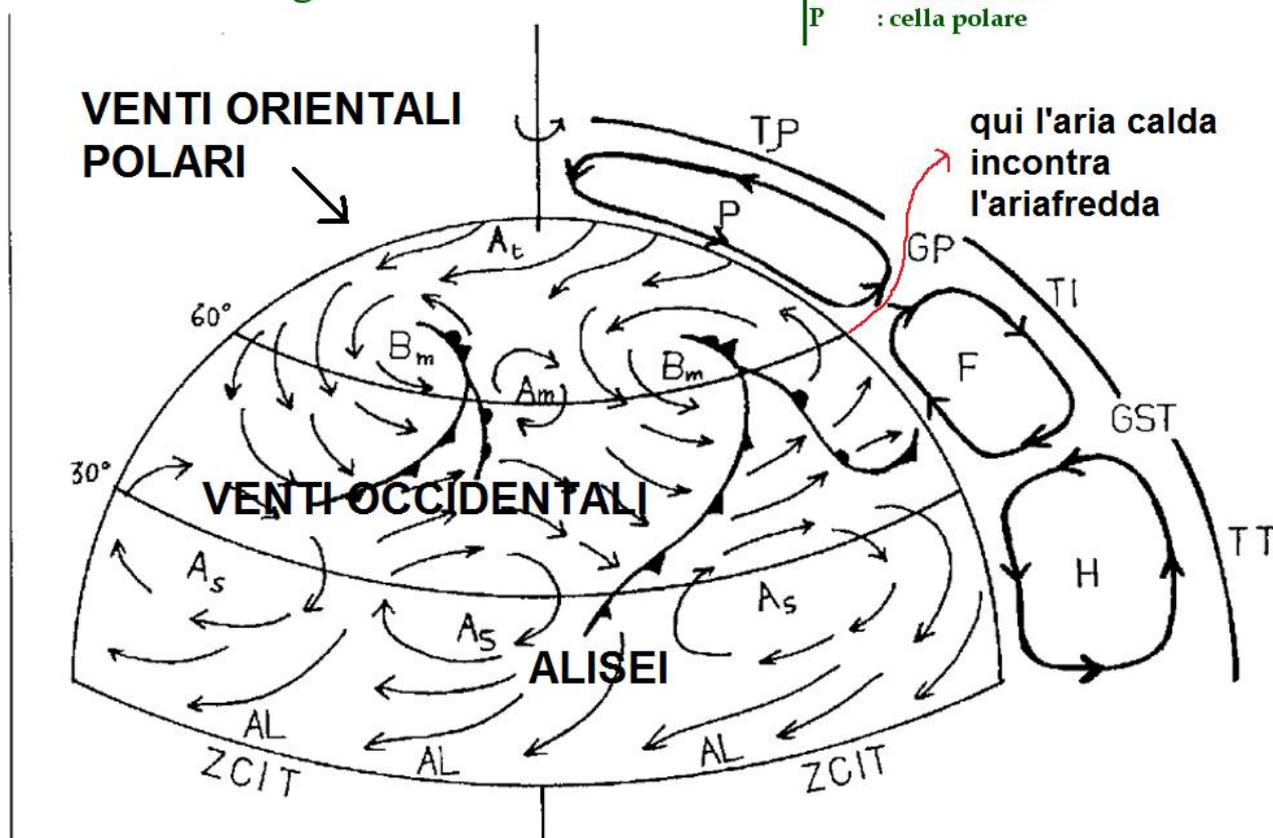
Il pianeta Terra è suddivisa in fasce di alta e bassa pressione. Come sappiamo il vento soffia al suolo dall'alta pressione verso la bassa pressione. In questo modo si producono i venti costanti:

1. Alisei da 30° di latitudine verso l'equatore
2. venti occidentali da 30° di latitudine verso 60° di latitudine
3. venti orientali polari dal polo verso 60° di latitudine



GST : corrente a getto sub-tropicale
GP : corrente a getto polare
As : anticicloni sub-tropicali
At : anticicloni termici polari
AL : alisei
ZCIT : zona di convergenza intertropicale
TT : tropopausa tropicale
TI : tropopausa intermedia
TP : tropopausa polare
H : cella di Hadley
F : cella di Ferrel
P : cella polare

Circolazione generale dell'atmosfera

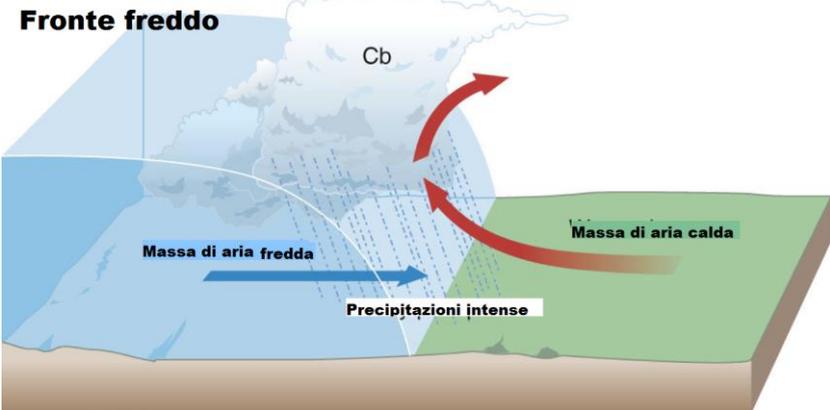
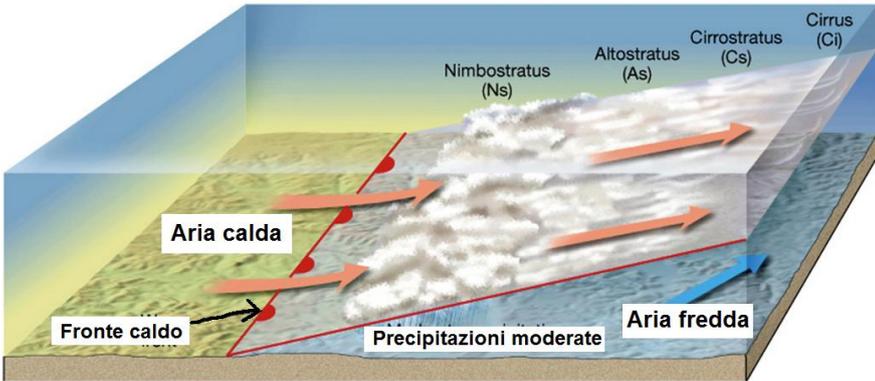


I fronti

I fronti sono delle linee immaginarie dove l'aria calda proveniente da Sud incontra l'aria calda proveniente da nord. Sulla carte della circolazione generale, i fronti si trovano ad una latitudine di 60°. Quando l'aria calda incontra l'aria fredda si originano le nuvole e quindi anche le precipitazioni.

Esistono tre tipi di fronti:

1. fronte freddo
2. fronte caldo
3. fronte occluso

 <p>Fronte freddo</p> <p>Massa di aria fredda</p> <p>Massa di aria calda</p> <p>Precipitazioni intense</p> <p>Cb</p>	<p>Le nuvole del fronte freddo si formano quando dell'aria fredda si dirige verso dell'aria calda e inserendosi al di sotto di quest'ultima la solleva. L'aria calda durante il sollevamento si raffredda con un conseguente aumento di umidità relativa e quando quest'ultima raggiunge il 100%, si formano le nuvole.</p>
 <p>Fronte caldo</p> <p>Aria calda</p> <p>Fronte caldo</p> <p>Aria fredda</p> <p>Precipitazioni moderate</p> <p>Nimbostratus (Ns)</p> <p>Altostratus (As)</p> <p>Cirrostratus (Cs)</p> <p>Cirrus (Ci)</p>	<p>Le nuvole del fronte caldo, si formano quando dell'aria calda in movimento incontra dell'aria fredda, l'aria calda, quindi, scorre al di sopra dell'aria fredda e salendo si raffredda e condensa sotto forma di nuvole.</p> <p>Il fronte caldo è costituito da nuvole molto alte chiamate cirri a cui seguono delle nuvole più basse e grigiastre che producono una pioggia che può durare anche molte ore, il fronte freddo è formato da nuvole imponenti che danno luogo a piogge a carattere di rovescio (acquazzoni).</p>
<p>Formazione di un fronte caldo</p>	<p>Formazione di un fronte freddo</p>

Sia le nuvole che si trovano lungo il fronte freddo sia quelle localizzate lungo il fronte caldo portano pioggia.

	
<p>Nuvole tipiche del fronte freddo (cumulonembi)</p>	<p>Nuvole tipiche del fronte caldo (cirri)</p>

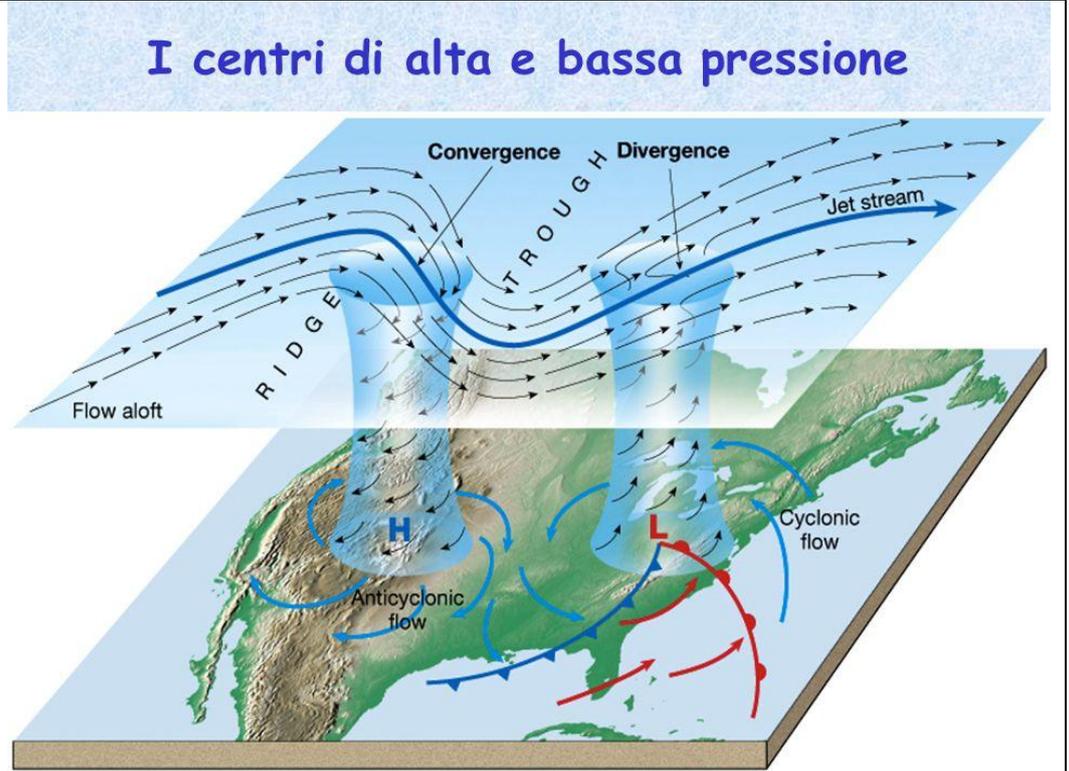
Il **fronte occluso**, consiste in nuvole in lento dissolvimento

I fronti si formano a 60° di latitudine lì dove è presente un'area di bassa pressione che ha un'origine diversa da quella vista prima, la sua origine è collegata ad un fiume d'aria chiamato corrente a getto che scorre in quota e che delimita l'aria fredda che viene da nord da quella calda che risale da sud.

Quando questo fiume d'aria si dilata, si ha un accumulo di aria in quota che viene spinta in basso

Il movimento della corrente a getto verso nord o verso sud determina lo spostamento del cattivo tempo

Vedi carta a 10 hPa



Il vento

Il vento è una massa d'aria che si sposta da località in cui la pressione atmosferica è più alta verso località in cui la pressione atmosferica è più bassa

La velocità del vento si misura utilizzando l'anemometro.



Anemometro con banderuola segnamento



Anemometro per smartphone

La velocità del vento è espressa in Km/h, m/s oppure nodi

1 nodo = 2 Km/h = 0,5 m/s

La scala di **Beaufort** permette di comprendere qual è la velocità del vento osservando gli effetti che il vento produce sugli oggetti che ci circondano.

Scala Beaufort						
grado	denominazione	velocità			descrizione	simbolo
		Nodi	m/s	Km/h		
0	Calma	< 1	< 0,3	< 1	Il fumo sale verticalmente	
1	Bava di vento	1 - 3	0,3 – 1,5	1 – 5	Debole deriva del fumo	
2	Brezza leggera	4 - 6	1,6 – 3,3	6 – 11	Le foglie stormiscono	
3	Brezza tesa	7 - 10	3,4 – 5,4	12 – 19	Le foglie e i piccoli rami si muovono continuamente	
4	Vento moderato	11 - 16	5,5 – 7,9	20 – 28	Si muovono i rami; si solleva la carta e la polvere	
5	Vento teso	17 - 21	8 – 10,7	29 – 38	Incominciano ad oscillare i piccoli alberi	
6	Vento fresco	22 - 27	10,8 – 13,8	39 - 49	Si muovono i grossi rami; i fili metallici sibilano	
7	Vento forte	28 - 33	13,9 – 17,1	50 – 61	Si muovono i grossi alberi; difficoltà a camminare controvento	
8	Burrasca	34 - 40	17,2 – 20,7	62 – 74	Si rompono i rami degli alberi	
9	Burrasca forte	41 - 47	20,8 – 24,4	75 – 88	I fabbricati possono subire qualche danno	
10	Tempesta	48 - 55	24,5 – 28,4	89 – 102	Gli alberi vengono sradicati; danni considerevoli ai fabbricati	
11	Tempesta violenta	56 - 63	28,5 – 32,6	103 – 117	Danni generali	
12	uragano	> 63	> 32,6	> 117	Danni ingentissimi	

La carta del tempo

La carta del tempo è utilizzata per capire che tipo di tempo è presente su una regione (sull'Italia per esempio).

Le carte del tempo si possono trovare sui quotidiani nella pagina dedicata alle previsioni, si vedono spesso in televisione e si possono recuperare anche da internet, su di esse è rappresentata la pressione atmosferica. La pressione atmosferica varia in genere tra 960 e 1070 millibar, se la pressione atmosferica è inferiore a 1013 millibar si ha bassa pressione ed il tempo sarà probabilmente brutto con nuvole e pioggia, se è maggiore di 1013 si ha alta pressione ed il tempo sarà bello.

Sulla carta del tempo vengono riportate delle linee che uniscono tutti i punti su una determinata area geografica avente uguale pressione atmosferica e sulle linee è riportato anche il valore numerico della pressione queste linee sono chiamate **isobare**. Nella carta del tempo le isobare sono di norma tracciate di 4 in 4 millibar (o hPa).

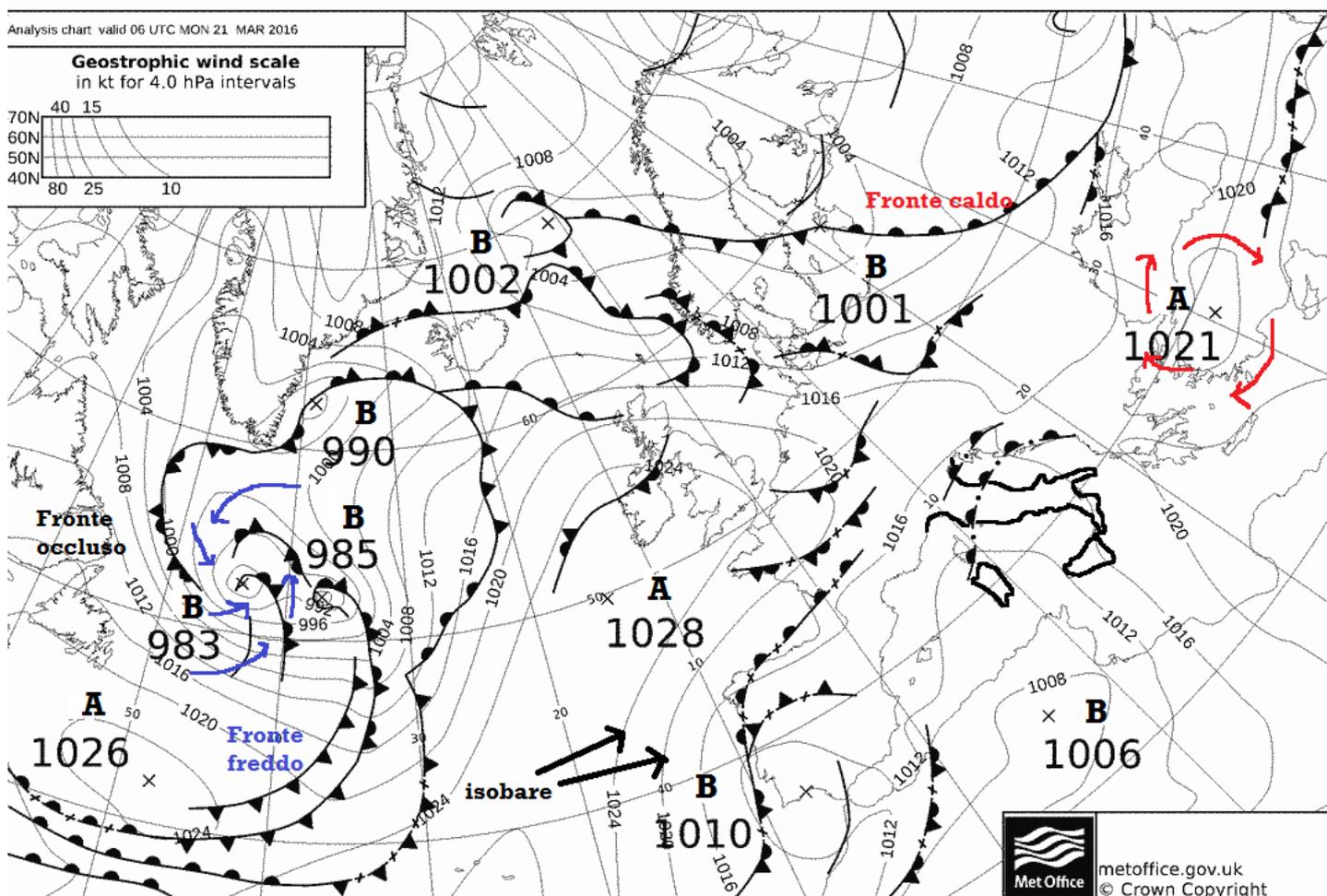
Le zone di bassa pressione vengono indicate con la lettera **B**, oppure con la lettera **L** (dall'inglese Low Pressure). Quelle di alta pressione con la lettera **A**, o con la lettera **H** (dall'inglese High pressure).

Poiché alla bassa pressione è associato il cattivo tempo, le aree di bassa pressione sono chiamate cicloni, mentre le aree di alta pressione associate al bel tempo sono chiamate anticicloni.

Attraverso la carta del tempo è possibile capire dove si trovano le nuvole. Le nuvole sono disposte lungo alcune linee di spessore maggiore rispetto alle isobare chiamate linee frontali, queste linee si riconoscono perché al di sopra hanno dei semicerchi o dei triangolini. Le linee con i semicerchi rossi indicano un fronte caldo, dove c'è il fronte caldo le nuvole sono sviluppate orizzontalmente. Le linee con i triangolini blu indicano il fronte freddo, lungo il fronte freddo le nuvole sono molto maestose, possono raggiungere grandi altezze e si sviluppano verticalmente.

Sia le nuvole che si trovano lungo il fronte freddo sia quelle localizzate lungo il fronte caldo portano pioggia.

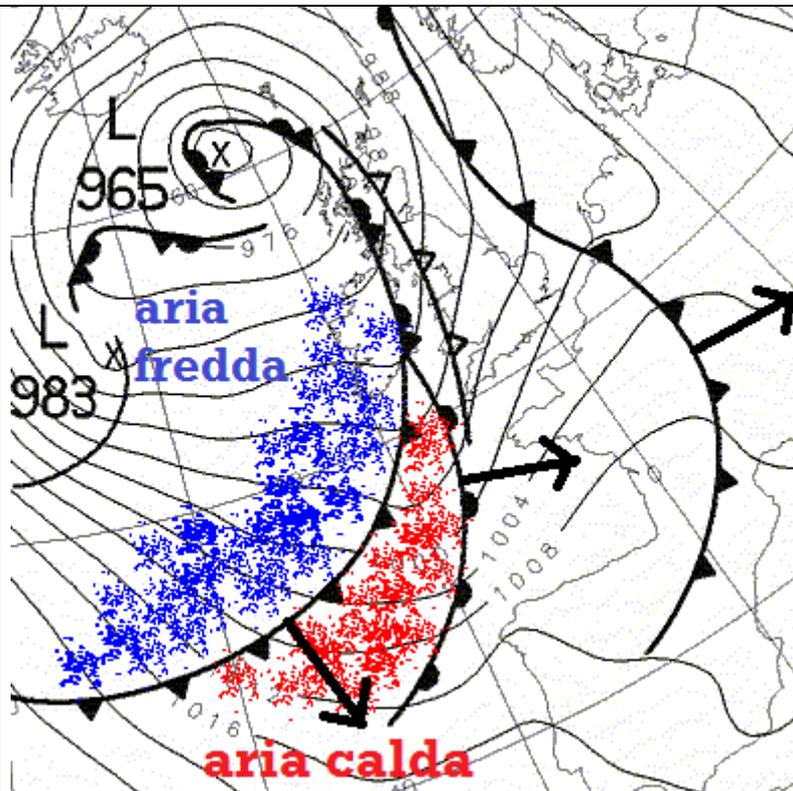
Il **fronte occluso**, su questa linea sono disegnati triangoli viola alternati a semicerchi, dove è tracciato il fronte occluso ci saranno delle piogge che entro poco tempo lasceranno spazio al bel tempo. I tre tipi di fronti sono indicati sulla figura in basso.



La carta del tempo permette anche di capire qual è la direzione da cui soffia il vento e qual è la sua intensità. La direzione del vento si può ottenere con una regola molto semplice: il vento si muove in senso antiorario intorno alle aree di bassa pressione ed in senso orario intorno a quelle di alta pressione, seguendo, all'incirca, la direzione delle isobare, inoltre, il vento è più intenso lì dove le isobare sono più ravvicinate. In realtà la direzione del vento forma con le isobare un angolo che ha un'ampiezza di circa 30° sulla terraferma e di circa 10° sul mare. Il vento si muove dalle zone di alta pressione verso quelle di bassa pressione.

Nella figura in alto è indicata con delle frecce la direzione del vento intorno alle aree di bassa ed alta pressione.

I fronti e quindi le nuvole non sono fermi ma si muovono.
 Il movimento del fronte freddo è indicato dal lato verso cui sono rivolti i vertici dei triangolini e il movimento del fronte caldo è indicato dal lato verso cui sono rivolti i semicerchi.
 Il fronte freddo è seguito da aria fredda mentre tra il fronte freddo e quello caldo si trova aria calda.

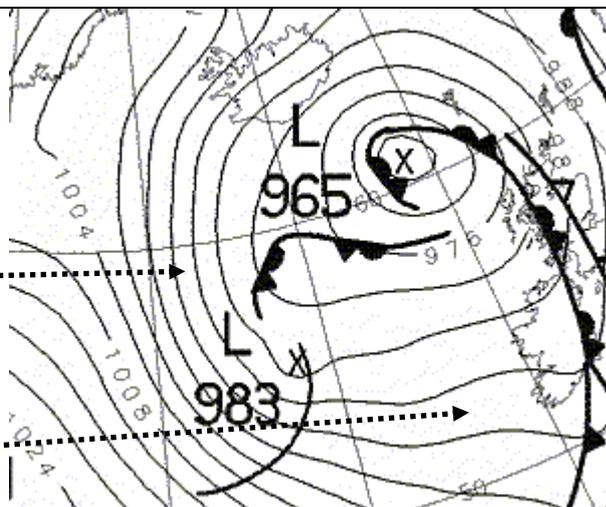


E' IMPORTANTE RICORDARE CHE DIETRO IL FRONTE FREDDO C'E' ARIA FREDDA MENTRE TRA IL FRONTE CALDO E QUELLO FREDDO C'E' ARIA CALDA.

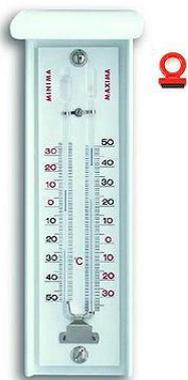
Regola: l'intensità del vento dipende dalla distanza tra le isobare, più esse sono vicine maggiore sarà l'intensità del vento e viceversa

Vento più intenso
 (le isobare sono più vicine)

Vento meno intenso
 (le isobare sono più distanti tra di loro)



La temperatura si misura con il termometro



Termometro a massima e minima



Termometro aneroide



Termometro di Galilei

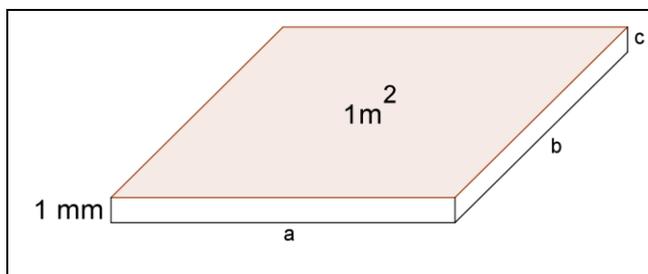
Precipitazioni

La quantità di pioggia viene misurata utilizzando il pluviometro. Esso è costituito da un contenitore cilindrico e da un imbuto.

Il pluviometro elettronico è composto da un recipiente al cui interno è posto un meccanismo a bilancia in grado di misurare il peso e la grandezza della goccia che entra da un apposito foro. Attraverso un sensore "reed" viene captato il movimento della bilancia ed elettronicamente viene calcolata la quantità di pioggia caduta durante un tempo che potrebbe essere quella di una precipitazione continua oppure quello dell'intera giornata. Infine, è in grado di misurare l'intensità della pioggia (Rain Rate) ovvero sapere quanti litri o mm di pioggia stanno cadendo in quel momento (*mm/h* oppure *litro/h*).



L'unità di misura della pioggia è il mm, ogni mm caduto equivale a 1 litro di pioggia caduta per metro quadrato di superficie. È importante posizionare il pluviometro elettronico perfettamente orizzontale per non incorrere in errori di sopra/sotto stima.



$$\begin{aligned}
 V &= a \times b \times c = 1m \times 1m \times 1mm = \\
 &= 1m^2 \times 0,001m = 0,001m^3 = \\
 &= 1dm^3 = 1litro
 \end{aligned}$$

Umidità

L'umidità è la quantità di vapore acqueo presente nell'atmosfera. L'aria non può contenere quantità infinite di vapore acqueo se si supera la quantità massima di vapore che l'atmosfera può contenere, la quantità in eccesso condensa formando le nuvole.

Questo valore massimo è direttamente proporzionale alla temperatura. Per questo motivo l'aria fredda può contenere meno vapore rispetto all'aria calda.

Umidità relativa: indica il rapporto percentuale tra la quantità di vapore contenuta in una massa d'aria e la quantità massima (cioè a saturazione) che il volume d'aria può contenere nelle stesse condizioni di temperatura e pressione.

Quando l'umidità relativa raggiunge il 100% si ha la condensazione (nuvole) e l'aria si dice satura.

Temperatura di rugiada

La temperatura di rugiada è definita come quella temperatura alla quale occorre portare l'aria affinché essa diventi satura.



Igrometro a capelli



barothermoigrafo



Psicrometro

Psicrometro:

è costituito da un due termometri , il primo, chiamato termometro a bulbo secco, misura la temperatura dell'aria mentre il secondo, chiamato a bulbo umido, è avvolto in una garza che assorbe per capillarità acqua da un contenitore pieno di acqua. Il termometro a bulbo umido misura la temperatura dell'aria a contatto con l'acqua. L'acqua evaporando sottrae calore abbassando la temperatura del bulbo, la quantità di acqua che evapora dipende dal contenuto di vapore nell'aria. Se l'aria è poco umida evaporerà molta acqua e quindi sarà sottratto molto calore in questo modo la temperatura dell'aria a contatto con l'acqua scenderà molto. Al contrario se l'aria è molto umida, ne evaporerà poca e la temperatura del bulbo umido scenderà poco. La differenza tra la temperatura di bulbo secco e bulbo umido permette di conoscere con apposite tabelle o diagrammi l'umidità relativa dell'aria. Affinché la misura possa avvenire in tempi brevi è necessario soffiare sul bulbo umido con una corrente d'aria di almeno 4 m/s in modo da accelerare l'evaporazione e consentire un rapido raggiungimento dell'equilibrio. Alcuni modelli portatili sono muniti di una ventola che costringe l'aria a lambire i bulbi dei termometri. È possibile fare a meno della ventola utilizzando dei modelli detti "a fionda", che vengono fatti roteare manualmente intorno ad un perno.

Campi di variabilità dei parametri meteorologici

Pressione atmosferica	Situazione
1013 hPa	Tempo variabile
< 1013 hPa	Cattivo tempo (bassa pressione)
> 1013 hPa	Bel tempo (alta pressione)

Temperatura	Situazione
0°C	L'acqua diventa ghiaccio
da 0°C a 10° C	Freddo
da 11°C a 15° C	Freddo moderato
da 16°C a 20° C	Freddo lieve
da 21° C a 29° C	Temperatura gradevole
da 30° C a 35° C	Caldo
da 36° C in su	Caldo eccessivo

Umidità relativa	Situazione
da 0 a 50	secco
da 51 a 75	normale
da 76 a 100	umido

La sensazione di caldo dipende in realtà dall'effetto combinato della temperatura e dell'umidità, questo perché il corpo ricorre all'evaporazione del sudore per sottrarre calore alla pelle stessa e contribuire al suo raffreddamento. In presenza di umidità elevata, l'evaporazione delle goccioline è rallentata e in situazioni estreme la sudorazione non è più sufficiente a raffreddare il corpo umano. Si parla allora di temperatura percepita che è diversa da quella reale.

Nella tabella seguente è riportato l'effetto combinato della temperatura reale e dell'umidità che forniscono la **temperatura percepita**.

	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
42°	48	50	52	55	57	59	62	64	66	68	71	73	75	77	80	82
41°	46	48	51	53	55	57	59	61	64	66	68	70	72	74	76	79
40°	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75
39°	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	66	68	70	72
38°	42	44	45	47	49	51	53	55	56	58	60	62	64	66	67	69
37°	40	42	44	45	47	49	51	52	54	56	58	59	61	63	65	66
36°	39	40	42	44	45	47	49	50	52	54	55	57	59	60	62	63
35°	37	39	40	42	44	45	47	48	50	51	53	54	56	58	59	61
34°	36	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
33°	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	48	50	51	53	54	55
32°	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	52	53
31°	32	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	50
30°	30	32	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48
29°	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46
28°	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
27°	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
26°	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39
25°	25	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37
24°	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35
23°	23	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33
22°	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31

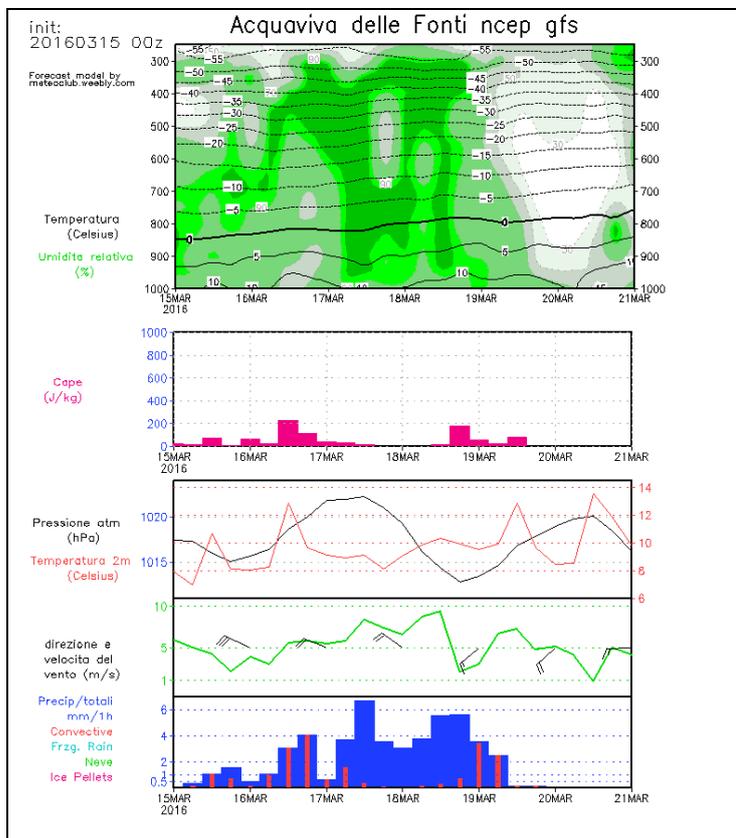
	Fino a 29°C nessun disagio
	Sensazione di disagio
	Da 35 a 39°C Intenso disagio. Prudenza: limitare le attività fisiche più pesanti
	Forte sensazione di malessere. Pericolo: evitare gli sforzi
	Pericolo grave: interrompere tutte le attività fisiche
	Pericolo di morte: colpo di calore imminente

La temperatura percepita (Humidex) si calcola con la seguente formula: $H = T + \frac{5}{9} \left(6,11 \frac{UR}{100} 10^{\frac{7,5T}{237,7+T}} - 10 \right)$

Wind chill
 La sensazione di freddo dipende non solo dalla temperatura ma dall'effetto combinato di quest'ultima e del vento. Quando soffia il vento si percepisce una temperatura inferiore a quella reale.

Vel. Vento a 10 m (km/h)	Temperatura dell'aria, °C (da Oszczewski & Bluestein, 2001)									
	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57
30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62
50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63
55	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63
60	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67
	Rischio di congelamento in esposizione prolungata									
	Rischio di congelamento in 10 minuti (su pelle calda, appena esposta)									
	Rischio di congelamento in meno di 2 min. (su pelle calda appena esposta)									

Pioggia	Situazione
< 1 mm ogni ora	Pioviggiine
1-2 mm/h	Pioggia debole
2-6 mm/h	Pioggia moderata
> 6 mm/h	Pioggia forte
> 10 mm/h ma limitato nella durata	Rovescio
> 30 mm/h	Nubifragio

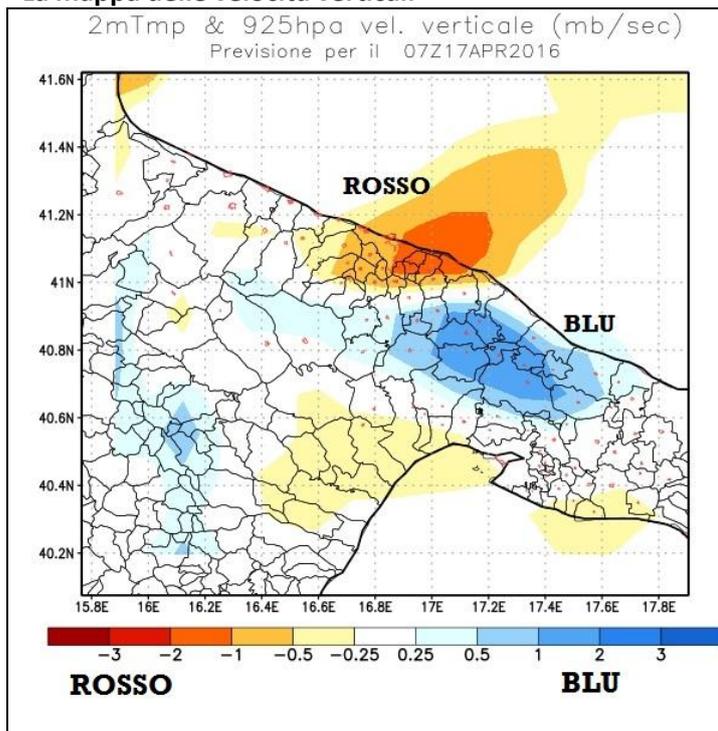


<p>METEOGRAMMA</p> <p>Temperatura e umidità in funzione della quota misurata in unità di pressione. Verde umidità relativa elevata (nuvole precipitazioni), grigio umidità relativa bassa. La linea di maggior spessore indica lo zero termico</p>										
<p>CAPE (convective available potential Energy)</p> <table border="0"> <tr> <td><500</td> <td>Temporali improbabili</td> </tr> <tr> <td>500 – 1000</td> <td>possibili celle isolate</td> </tr> <tr> <td>1000 – 2000</td> <td>moderata instabilità, possibili multicelle</td> </tr> <tr> <td>2000 – 3000</td> <td>elevata instabilità temporali autorigeneranti</td> </tr> <tr> <td>> 3000</td> <td>elevatissima instabilità, supercelle</td> </tr> </table>	<500	Temporali improbabili	500 – 1000	possibili celle isolate	1000 – 2000	moderata instabilità, possibili multicelle	2000 – 3000	elevata instabilità temporali autorigeneranti	> 3000	elevatissima instabilità, supercelle
<500	Temporali improbabili									
500 – 1000	possibili celle isolate									
1000 – 2000	moderata instabilità, possibili multicelle									
2000 – 3000	elevata instabilità temporali autorigeneranti									
> 3000	elevatissima instabilità, supercelle									
<p>Pressione atmosferica e temperatura a 2 metri dal suolo</p>										
<p>Direzione e velocità del vento</p>										
<p>Tipi di precipitazione.</p> <p>Blu: pioggia Verde: neve Rosso: precipitazioni convettive</p>										

Temp. Bulbo asciutto	TABELLA PSICROMETRICA Differenza tra bulbo asciutto e bulbo bagnato															
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
50	97	94	92	89	87	84	82	79	77	74	72	70	68	66	63	61
49	97	94	92	89	86	84	81	79	77	74	72	70	67	65	63	61
48	97	94	92	89	86	84	81	79	76	74	71	69	67	65	62	60
47	97	94	92	89	86	83	81	78	76	73	71	69	66	64	62	60
46	97	94	91	89	86	83	81	78	76	73	71	68	66	64	62	59
45	97	94	91	88	86	83	80	78	75	73	70	68	66	63	61	59
44	97	94	91	88	86	83	80	78	75	72	70	68	65	63	61	58
43	97	94	91	88	85	83	80	77	75	72	70	67	65	62	60	58
42	97	94	91	88	85	82	80	77	74	72	69	67	64	62	59	57
41	97	94	91	88	85	82	79	77	74	71	69	66	64	61	59	56
40	97	94	91	88	85	82	79	76	73	71	68	66	63	61	58	56
39	97	94	91	87	84	82	79	76	73	70	68	65	63	60	58	55
38	97	94	90	87	84	81	78	75	73	70	67	65	62	59	57	54
37	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	67	64	61	59	56	54
36	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	66	63	61	58	55	53
35	97	93	90	87	83	80	77	74	71	68	65	63	60	57	55	52
34	96	93	90	86	83	80	77	74	71	68	65	62	59	56	54	51
33	96	93	89	86	83	80	76	73	70	67	64	61	58	56	53	50
32	96	93	89	86	83	79	76	73	70	67	64	61	58	55	52	49
31	96	93	89	86	82	79	75	72	69	66	63	60	57	54	51	48
30	96	93	89	85	82	78	75	72	68	65	62	59	56	53	50	47
29	96	92	89	85	81	78	74	71	68	65	61	58	55	52	49	46
28	96	92	88	85	81	77	74	70	67	64	60	57	54	51	48	45
27	96	92	88	84	81	77	73	70	66	63	60	56	53	50	47	44
26	96	92	88	84	80	76	73	69	66	62	59	55	52	49	46	42
25	96	92	88	84	80	76	72	68	65	61	58	54	51	47	44	41
24	96	91	87	83	79	75	71	68	64	60	57	53	50	46	43	39
23	96	91	87	83	79	75	71	67	63	59	56	52	48	45	41	38
22	95	91	87	82	78	74	70	66	62	58	54	51	47	43	40	36
21	95	91	86	82	78	73	69	65	61	57	53	49	45	42	38	35
20	95	91	86	81	77	73	68	64	60	56	52	48	44	40	36	33
19	95	90	86	81	76	72	67	63	59	55	50	46	42	38	34	31
18	95	90	85	80	76	71	66	62	58	53	49	45	41	36	32	29
17	95	90	85	80	75	70	65	61	56	52	47	43	39	34	30	26
16	95	89	84	79	74	69	64	60	55	50	46	41	37	32	28	24
15	94	89	84	78	73	68	63	58	53	49	44	39	35	30	26	21
14	94	89	83	78	72	67	62	57	52	47	42	37	32	28	23	18
13	94	88	83	77	71	66	61	55	50	45	40	35	30	25	20	16
12	94	88	82	76	70	65	59	54	48	43	38	32	27	22	17	12
11	94	87	81	75	69	63	58	52	46	41	35	30	25	19	14	9
10	93	87	81	74	68	62	56	50	44	38	33	27	22	16	11	5
9	93	86	80	73	67	61	54	48	42	36	30	24	18	13	7	2
8	93	86	79	72	66	59	52	46	40	33	27	21	15	9	3	
7	93	85	78	71	64	57	50	44	37	31	24	18	11	5		
6	92	85	77	70	63	55	48	41	34	28	21	14				
5	92	84	76	69	61	53	46	39	31	24						
4	92	83	75	67	59	51	44	36								
3	91	83	74	66	57	49										
2	91	82	73	64												
1	90	81														

Analisi delle mappe prodotte dal modello ARW WRF (<http://meteoclub.weebly.com/modello-wrf-arw.html>)

La mappa delle velocità verticali



L'unità di misura utilizzata nella mappa precedente è $\frac{hPa}{h}$ ed esprime la velocità con cui una massa d'aria si muove tra le diverse quote in un certo. I Valori della Velocità Verticale (d'ora in avanti VV), possono essere positivi o negativi a seconda che rappresentino il moto di una massa d'aria rispettivamente in discesa o in risalita.

Una VV negativa rappresenta il fatto che la massa d'aria si sta spostando verso l'alto. E' un valore negativo in quanto all'aumentare dell'altezza il valore delle pressione diminuisce. Una VV negativa indica inoltre che la massa d'aria è instabile e adatta alla formazione di nubi convettive temporalesche... e più i valori sono negativi (ossia più è alta la velocità di ascesa) più è probabile che le nubi temporalesche siano imponenti.

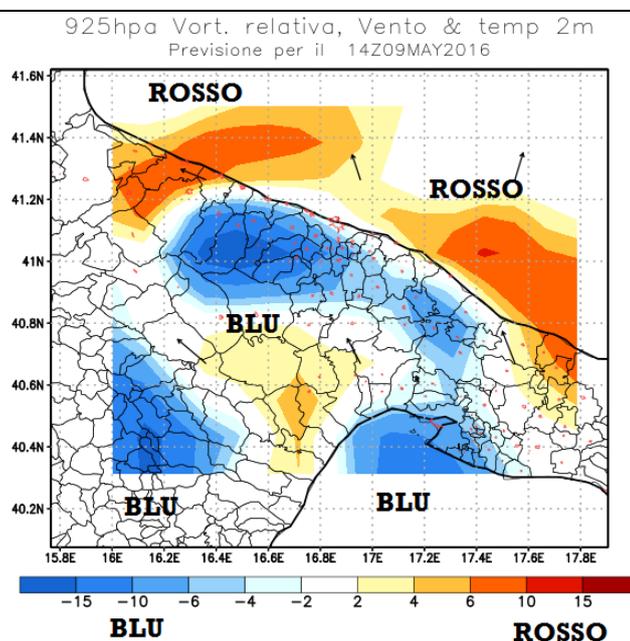
Una VV positiva invece indica che la massa d'aria è in discesa, ossia dalle quote elevate si sposta verso il suolo.

Attenzione però che non è sufficiente avere VV molto negative perché possa piovere ma è **INDISPENSABILE** che l'aria sia piuttosto Umida. Valori al di sotto del 50% di umidità difficilmente portano a precipitazioni a meno che le VV non siano estremamente elevate, viceversa, valori di umidità molto elevati possono favorire le precipitazioni anche in assenza di VV elevate.

Per riassumere, la Velocità Verticale è un buon indicatore per capire se l'aria è stabile oppure no. VV negative indicano che potenzialmente la massa d'aria è instabile ma, se non vi sono le corrette condizioni di umidità è praticamente impossibile che possa piovere. La misura dei 700hPa per misurare tale valore non è scelta a caso. Essa rappresenta come detto in precedenza circa i 3000 metri di altezza..., sono le nuvole che si formano a tale altitudine ad essere quelle più "propense" a far piovere.

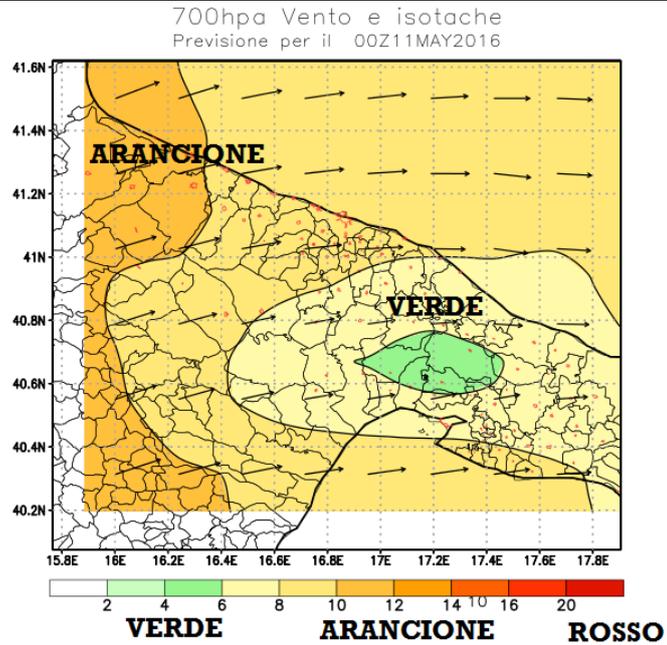
Mappa di vorticità

La mappa di vorticità indica la direzione di rotazione di una massa di aria. la vorticità positiva (in rosso) è associata al cattivo tempo, mentre quella negativa (in blu) al bel tempo



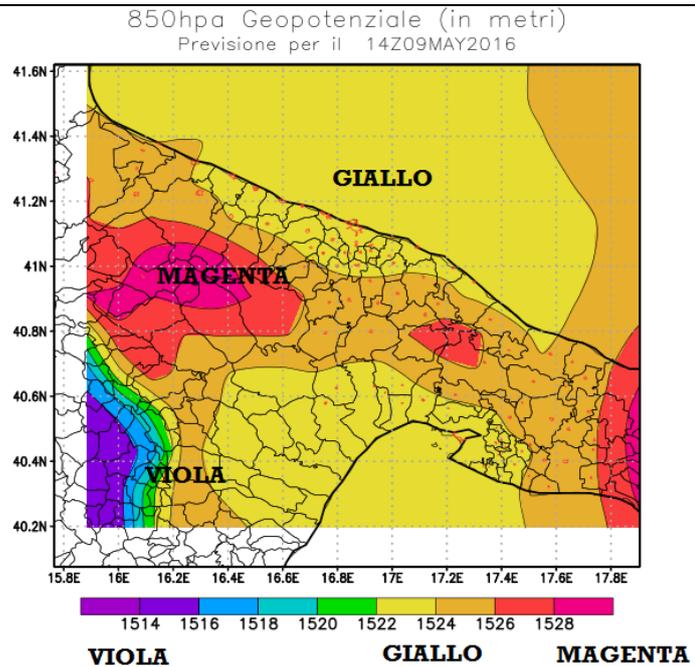
Mappa del vento e isotache

La mappa del vento rappresenta la velocità del vento misurata in $\frac{m}{s}$. Le isotache sono delle superfici sulle quali la velocità del vento è costante. La scala graduata va dal verde (bassa velocità) al rosso (elevata velocità)



Mappa del geopotenziale

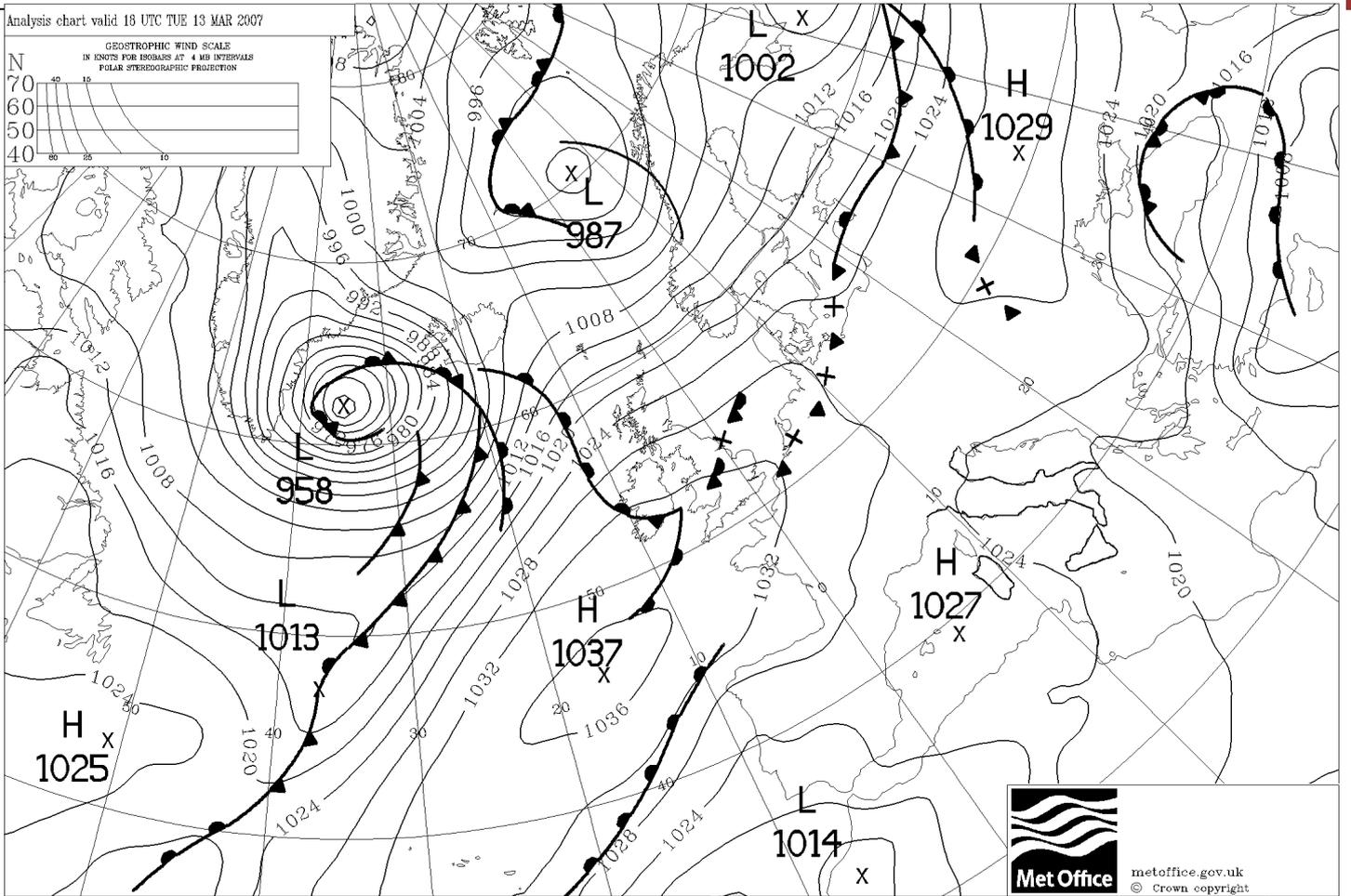
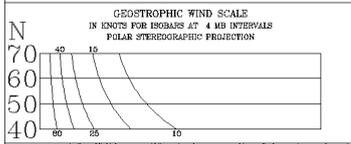
La mappa del geopotenziale rappresenta l'altezza misurata in metri di una superficie a pressione costante. Una superficie bassa (viola) indica la presenza di area più fredda rispetto ad una superficie più alta (magenta).



Esercizio: osserva la carta del tempo e rispondi alle domande riportando le risposte nel box in basso

1. da che direzione spira il vento in Puglia
2. In quale zona della carta il vento è più intenso?
3. che tempo fa in Puglia
4. la temperatura in Puglia è presumibilmente alta o bassa?

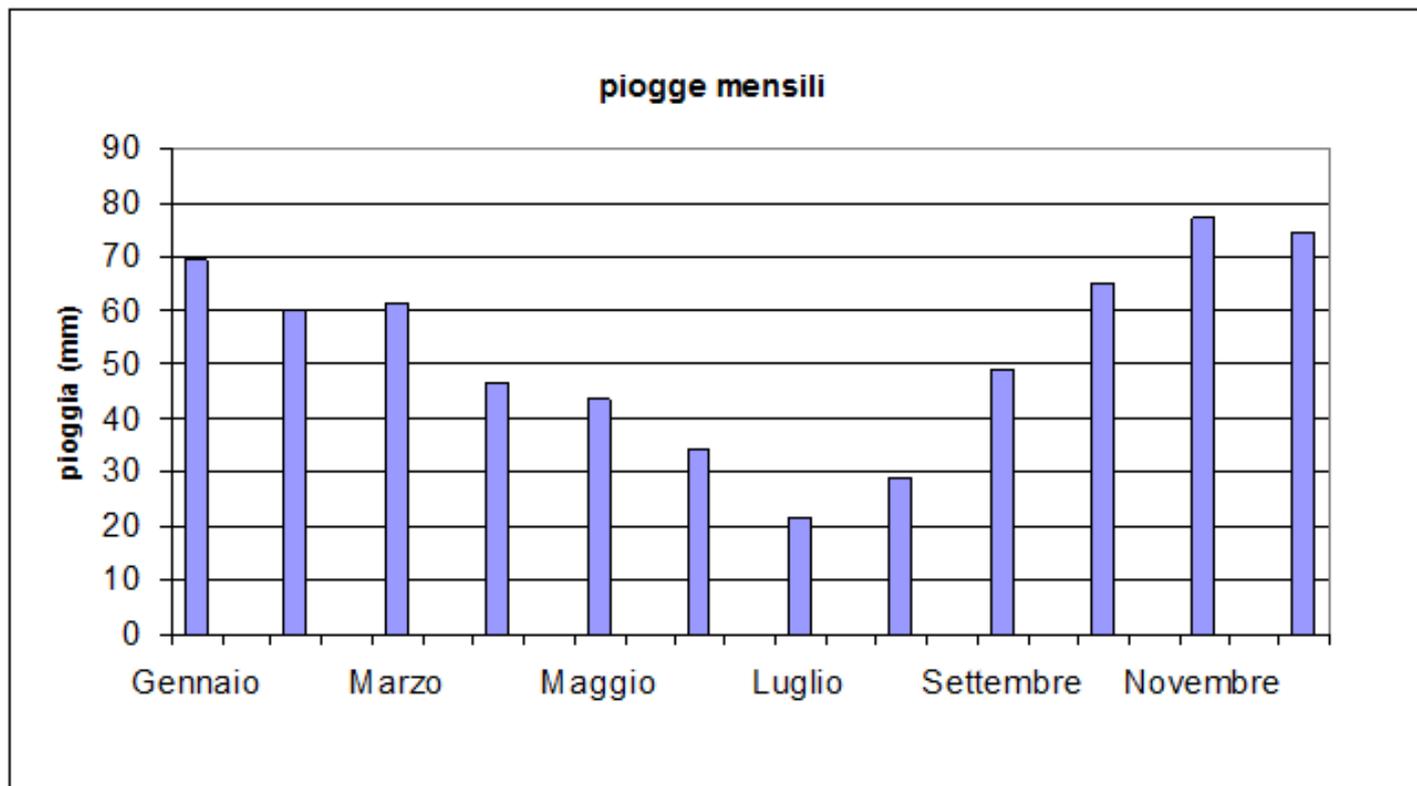
Analysis chart valid 18 UTC TUE 13 MAR 2007



metoffice.gov.uk
© Crown copyright

Anno scolastico 2015 - 2016 Precipitazioni, temperature, osservazioni

Confronta la pioggia caduta mensilmente con i valori tipici calcolati su un periodo temporale di 90 anni riportando sull'istogramma i dati relativi all'anno scolastico 2015 - 2016 e ricava delle conclusioni.



	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Precipitazioni medie mensili	70	60	72	47	44	35	22	29	48	65	78	75
2015							46	31,8			30,4	3,4
2016	35,8	31,6	62	75								

Conclusioni:

Utilizzando le tabelle contenenti i dati raccolti dalla stazione meteorologica, individua le temperature massime e minime di ogni mese e dell'intero anno scolastico corrente, il giorno più piovoso indicando anche la pioggia caduta, il numero di giorni piovosi ed altri dati interessanti riportandoli in tabella.

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
T max												
T min												
Giorno + piovoso												
Giorni piovosi												
Altro												

Osservazioni