



Croce Rossa Italiana

# CROCE ROSSA ITALIANA

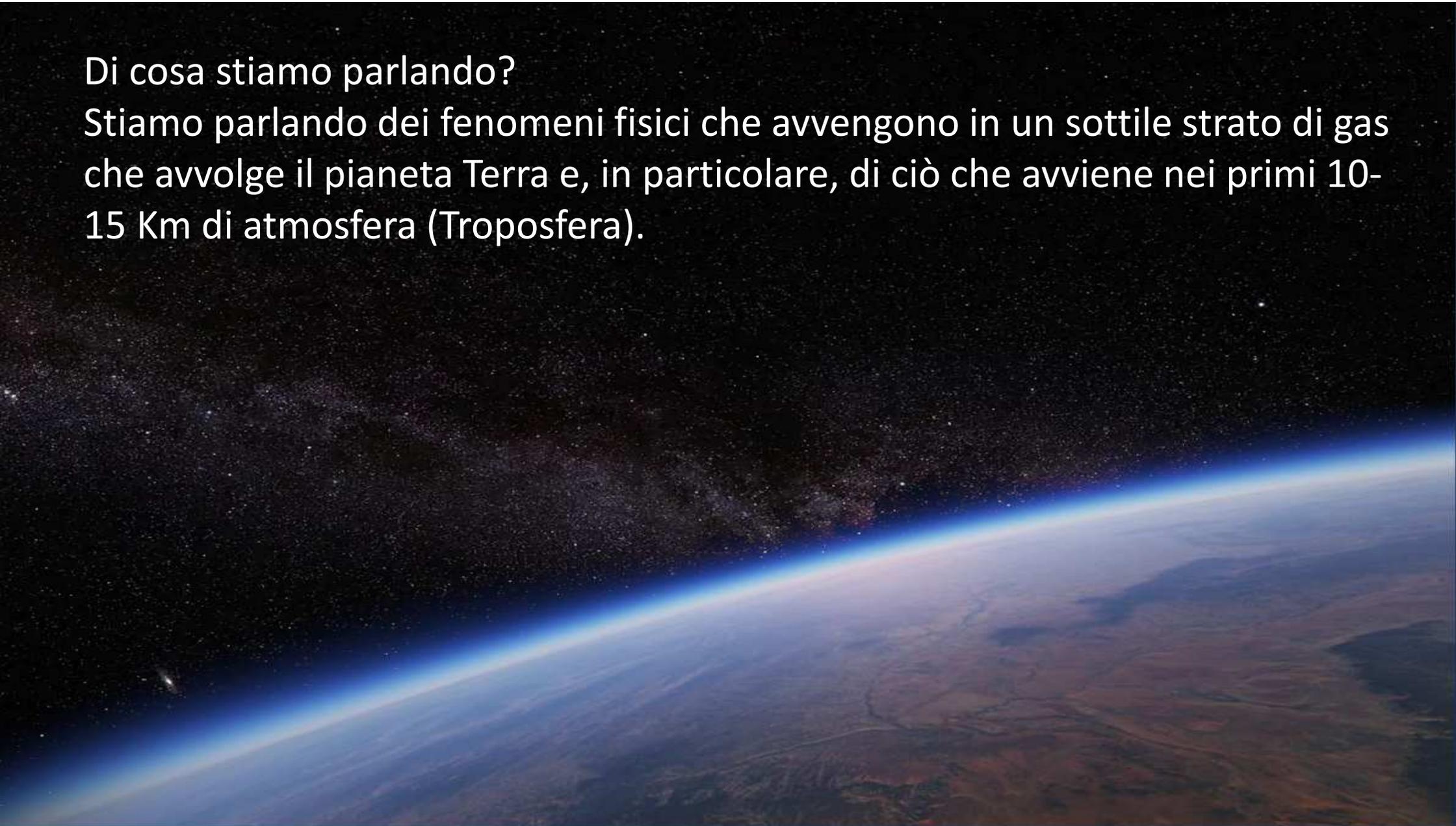
Corso di formazione  
RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDROLOGICO

## Il clima e il ciclo dell'acqua

Giuseppe Bolzoni  
Emergency Manager

Di cosa stiamo parlando?

Stiamo parlando dei fenomeni fisici che avvengono in un sottile strato di gas che avvolge il pianeta Terra e, in particolare, di ciò che avviene nei primi 10-15 Km di atmosfera (Troposfera).



Quindi, tutti i fenomeni meteorologici che innescano gli eventi che portano alla creazione di un eventuale rischio idrogeologico avvengono nella troposfera.



A photograph of a shuttle in reentry, seen from the International Space Station. The shuttle is a dark silhouette against a bright, colorful background of the atmosphere. The background is divided into distinct layers: a dark, curved band at the bottom representing the Earth's surface; a bright orange and red band representing the troposphere; a white band representing the stratosphere; and a blue band representing the mesosphere. The shuttle is positioned in the center of the frame, moving from the upper right towards the lower left.

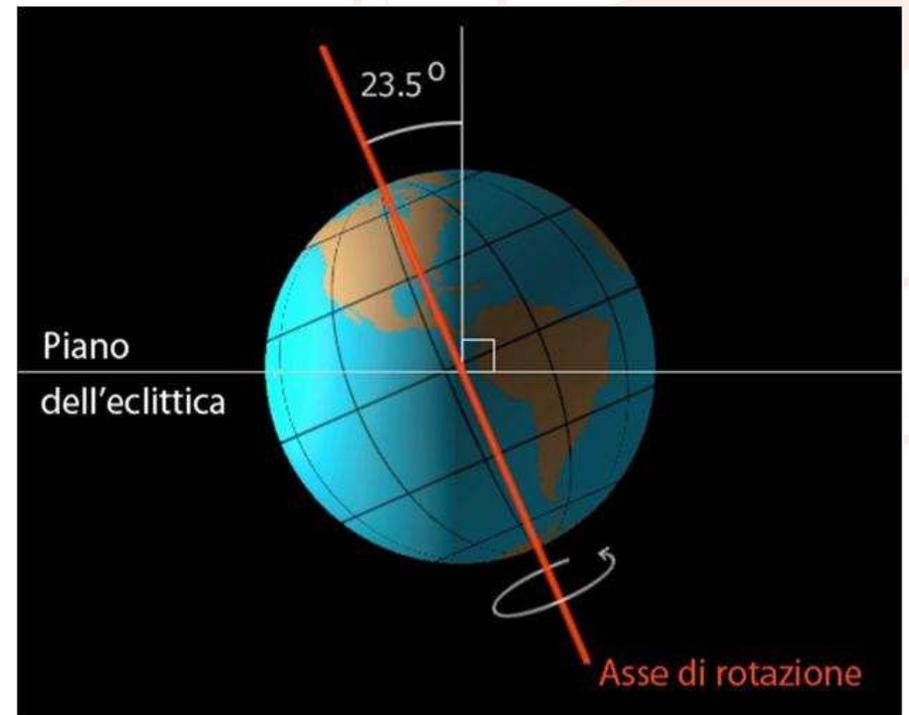
Lo shuttle visto  
dalla stazione  
orbitale mentre  
rientra a terra

La parte nera è la terra fotografata in  
controluce, la parte rossa è la troposfera  
dove avvengono i fenomeni meteo, la  
parte bianca è la stratosfera e la parte  
azzurra è la mesosfera.

**Il clima è lo stato medio del tempo atmosferico a varie scale spaziali (locale, regionale, nazionale, continentale, emisferico o globale) rilevato nell'arco di almeno 20-30 anni.**

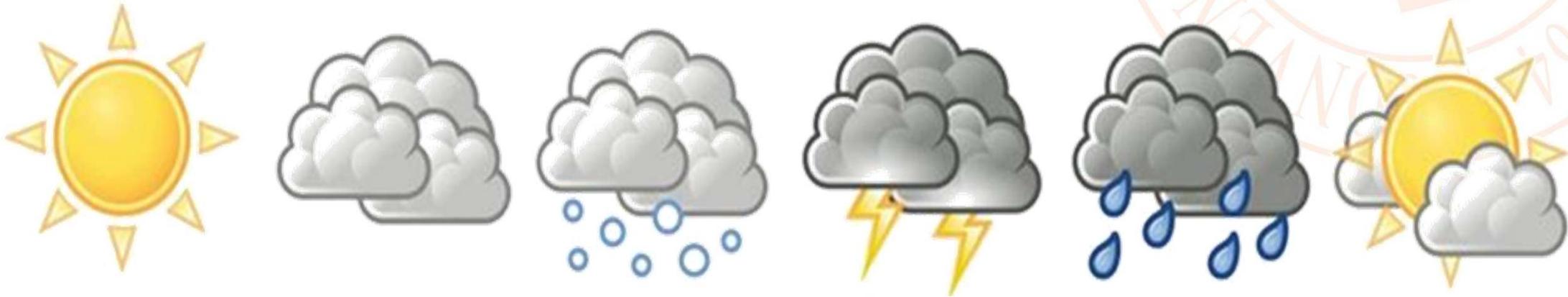
La parola **clima** deriva dal greco klima e significa "**inclinato**": il clima infatti è in massima parte una funzione dell'inclinazione dei raggi solari sulla superficie della terra al variare della latitudine.

L'inclinazione di  $23.5^\circ$  dell'asse terrestre determina l'alternarsi delle stagioni.

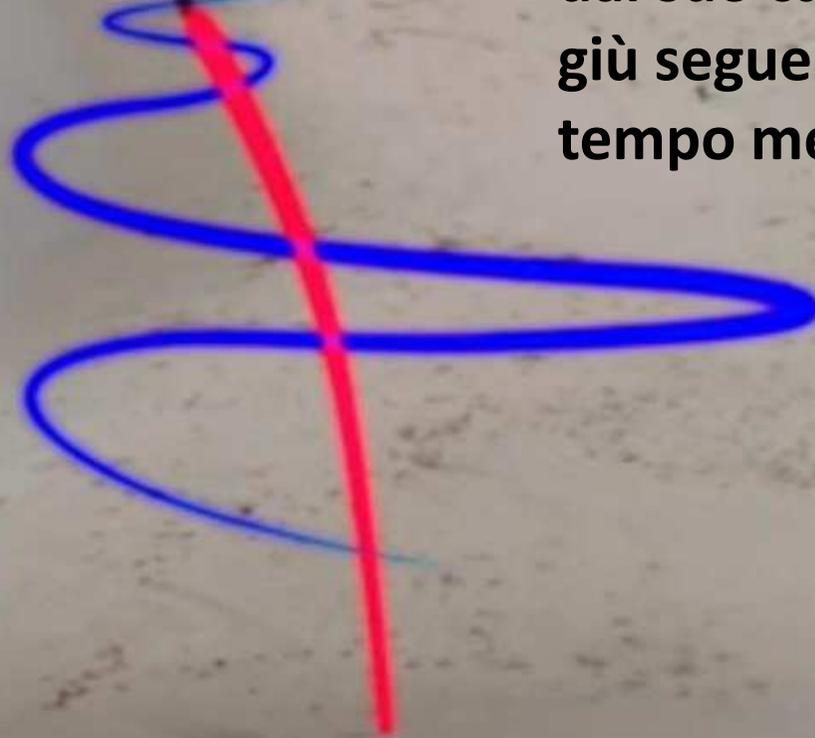


"**Tempo meteorologico**" e "**clima**" sono termini che nel linguaggio comune vengono spesso usati come sinonimi; dal punto di vista strettamente scientifico invece i loro significati sono distinti.

Quando si parla di "**clima**" ci si riferisce alle condizioni ambientali che persistono in una zona per periodi lunghi almeno qualche decina di anni (da **minimo 30 anni a migliaia di anni**) e condizioni atmosferiche che tendono a ripetersi stagionalmente, mentre variazioni meteo giornaliere, stagionali o annuali devono essere considerate variazioni **del tempo meteorologico di una zona**.



**Per fare un esempio, il clima può essere paragonato ad un uomo che cammina sulla spiaggia accompagnato dal suo cane che gironzola in su e in giù seguendo il padrone. Il cane è il tempo meteorologico.**



## Elementi del clima

Gli elementi climatici sono delle **grandezze fisiche misurabili**, la cui misurazione viene effettuata per mezzo di opportuna strumentazione da parte delle stazioni meteorologiche e sono:

- ✓ temperatura;
- ✓ umidità dell'aria;
- ✓ pressione atmosferica;
- ✓ intensità e durata della radiazione solare (funzione della latitudine, della stagione e della durata del giorno);
- ✓ precipitazioni;
- ✓ nuvolosità;
- ✓ vento (velocità, direzione, raffiche).



**Sono gli stessi elementi che caratterizzano il tempo atmosferico, ma coerentemente con la definizione di Clima di essi sono rilevanti solo i valori medi assunti su un lungo periodo di tempo.**

## Fattori climatici

I fattori climatici sono le condizioni che producono variazioni sugli elementi climatici. Si possono distinguere tra:

- ✓ **fattori zonali**, che agiscono regolarmente dall'equatore ai poli, e
- ✓ **fattori geografici**, che agiscono in modo diverso per ogni località.



## Sono fattori zionali:

- ✓ **La latitudine** (distanza di un punto dall'equatore);
- ✓ **La circolazione generale atmosferica**, che influisce attraverso gli scambi di calore tra le regioni calde e le regioni più fredde.
- ✓ **L'effetto serra**
- ✓ **L'albedo** (capacità delle superfici di riflettere la luce solare; quindi l'energia)

Albedo di superfici differenti. L'albedo medio della terra è del 31%

5%



7%



20%



30%



45%



90%



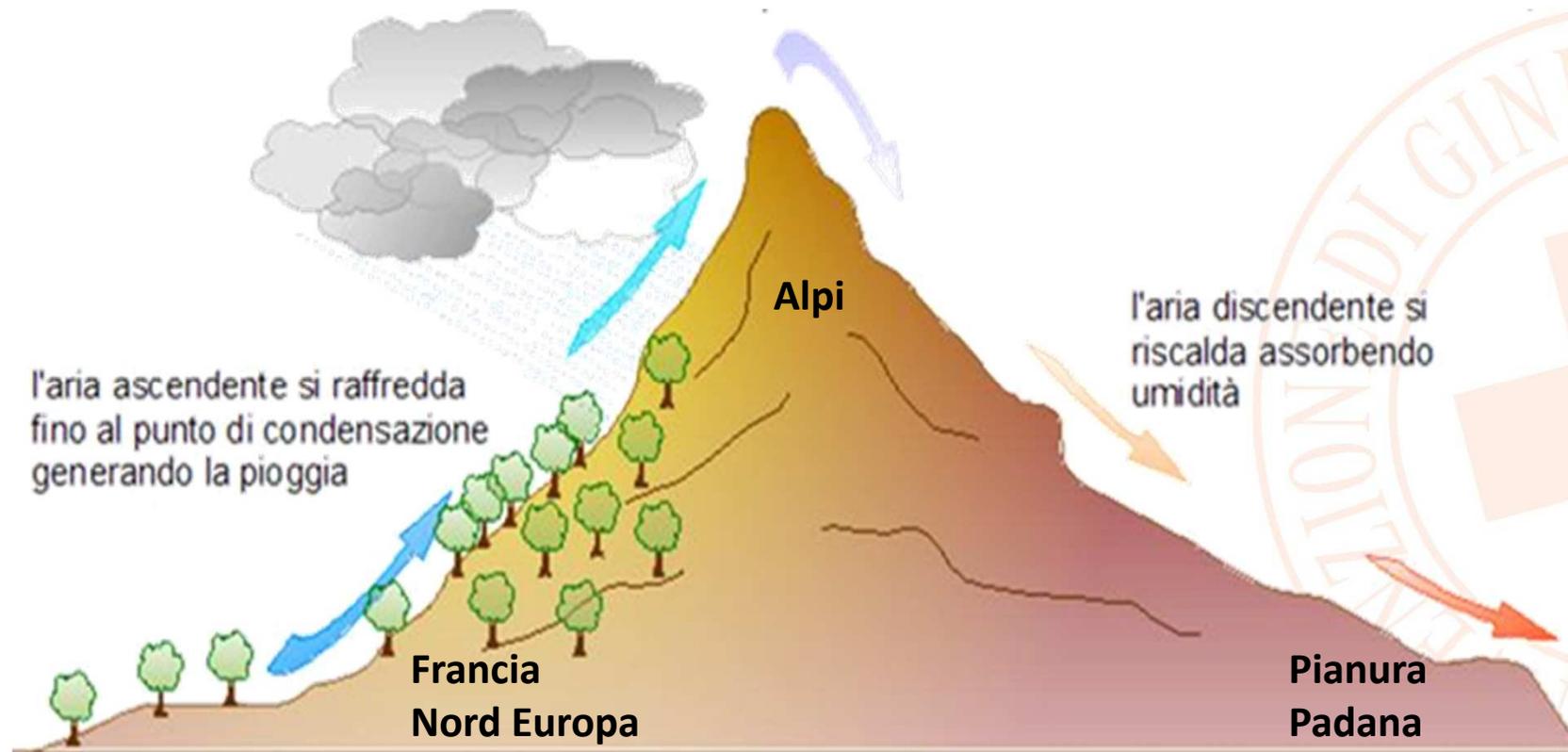
## Sono fattori geografici:

- ✓ **L'altitudine** (con l'altezza **diminuiscono** la temperatura, la pressione e l'umidità, mentre **aumentano** l'irraggiamento solare e, fino a una certa quota, la piovosità);
- ✓ La presenza di **catene montuose** (che bloccano o deviano i venti);
- ✓ **L'esposizione** che modifica l'angolo di incidenza della luce solare;
- ✓ **La vicinanza al mare** (che mitiga il clima);
- ✓ **Le correnti marine** (che agiscono sul clima delle regioni costiere);
- ✓ **L'attività umana** (che agisce sul clima in quanto capace di modificare l'ambiente naturale e gli equilibri degli ecosistemi).
- ✓ **L'irradiazione** solare.
- ✓ La **vicinanza a grandi bacini d'acqua** (la funzione mitigatrice di questi bacini favorisce delle escursioni termiche meno accentuate rispetto ad una regione che ne è sprovvista, favorendo il caratteristico clima mite)
- ✓ **La vegetazione** (mitiga il clima grazie alla maggior presenza di vapore acqueo);

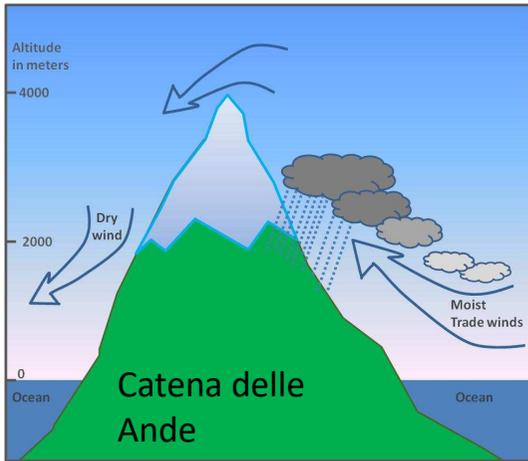
**Milano sempre più green: 3 milioni di alberi entro il 2030.**  
La vegetazione mitiga il clima grazie alla maggior presenza di vapore acqueo.



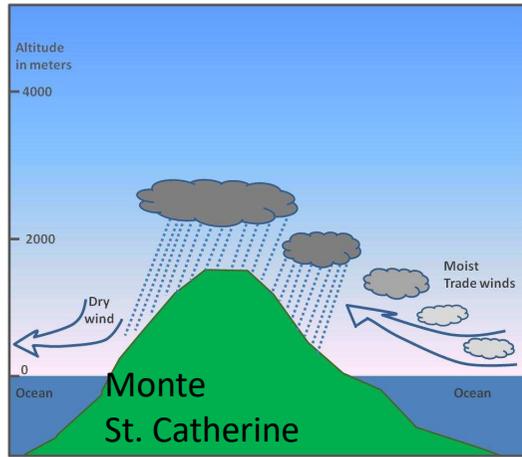
# Effetto del vento Foehn sulla Pianura Padana



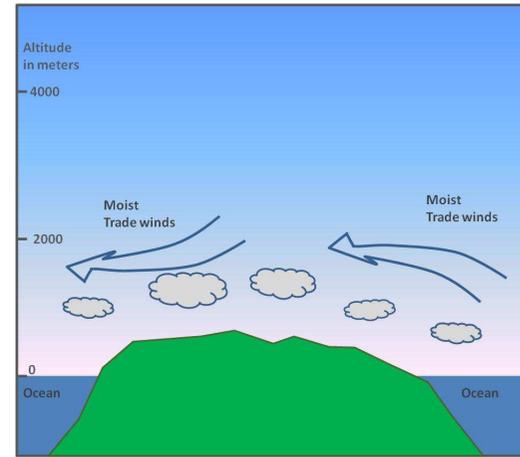
L'aria ascendente si espande e perde circa  $0.9^{\circ}\text{C}$  di temperatura ogni 100 metri di altitudine. Raffreddandosi, l'umidità condensa in pioggia e cede il calore latente di condensazione all'aria che sale ulteriormente. Discendendo dalla parte opposta, l'aria si comprime, si riscalda e diventa secca.



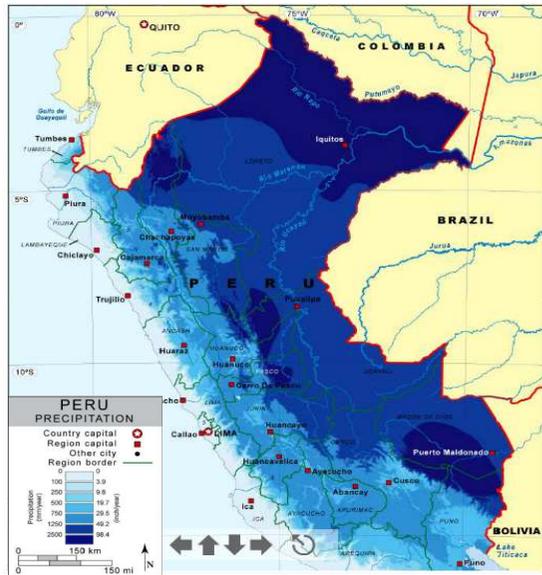
Montagne molto elevate



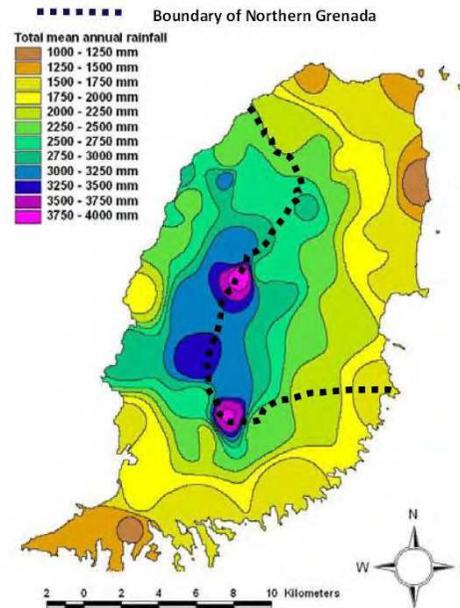
Zone collinari (850 mt s.l.m.)



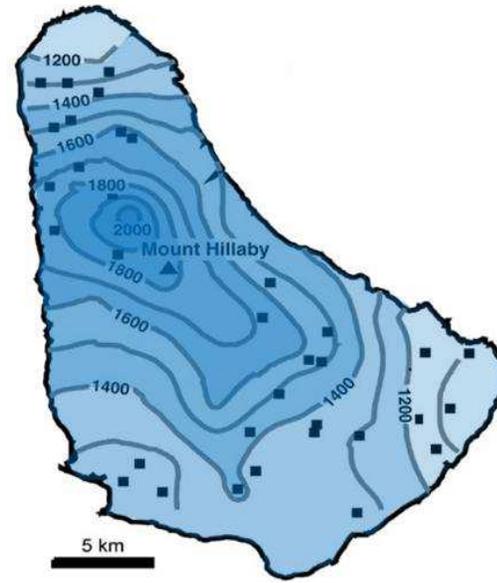
Scarsa elevazione (400 mt. s.l.m.)



Perù (Deserto di Atacama)



Grenada



Barbados



Grenada: Mont St. Catherine  
Foresta nebulosa



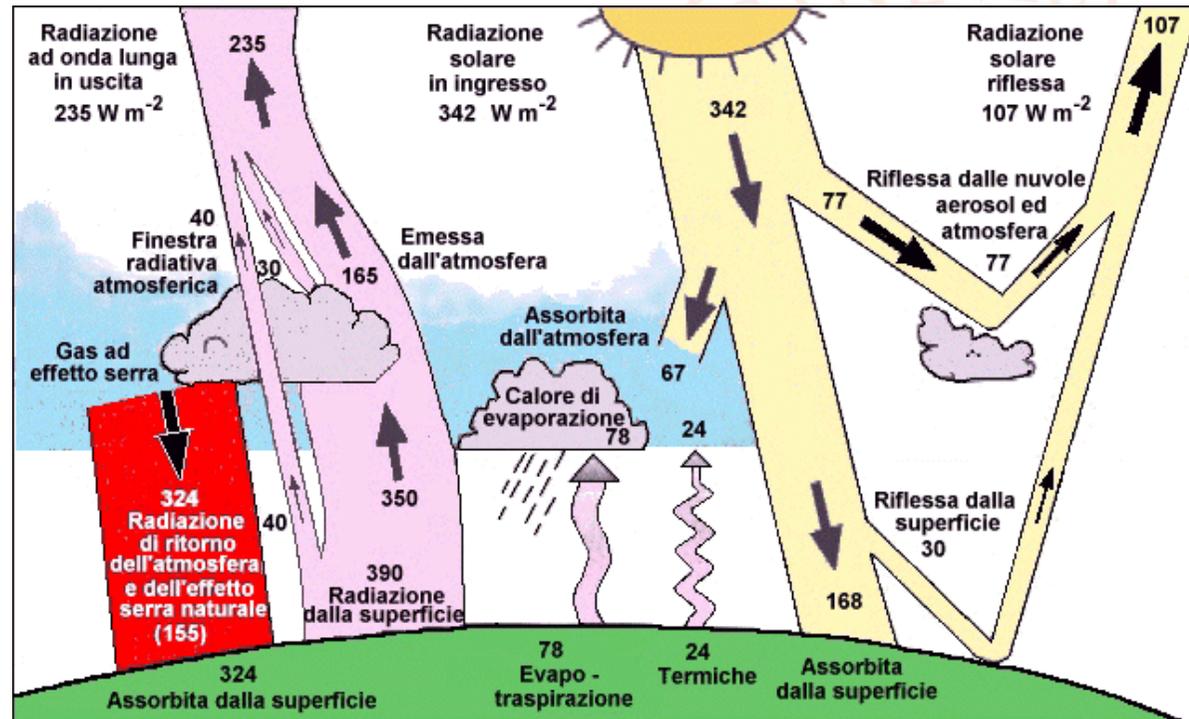


Da cosa sono generati i fenomeni che abbiamo citato fino ad ora?

# BILANCIO ENERGETICO DELLA TERRA

La terra si trova in una situazione di equilibrio energetico. L'energia solare che la raggiunge viene dispersa nello spazio esterno come segue:

- 1.- Un terzo viene dispersa immediatamente nello spazio esterno per riflessione
- 2.- Circa la metà raggiunge la terraferma e gli oceani
- 3.- Il restante 20% viene assorbita dalla "Troposfera", la parte più bassa dell'atmosfera.





Al termine di questo processo, tutta l'energia che raggiunge la terra deve essere riemessa nello spazio per evitare l'effetto serra con il conseguente aumento della temperatura media terrestre.

Due fluidi presenti sulla superficie terrestre ridistribuiscono l'energia incidente su tutto il pianeta prima che venga riemessa nello spazio mantenendone la temperatura pressoché uniforme e compatibile con la vita. Essi sono: **l'atmosfera e l'acqua dei mari e degli oceani**

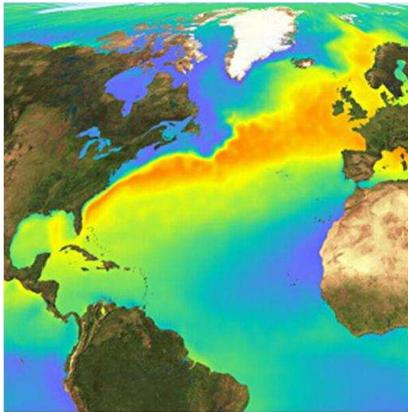




La luna, che non possiede fluidi (venti e oceani) per il trasporto dell'energia che arriva dal sole, si ritrova con temperature che variano da 95 a 120°C di giorno e -170 a -200 la notte

# Come vento e oceani distribuiscono l'energia sul pianeta?

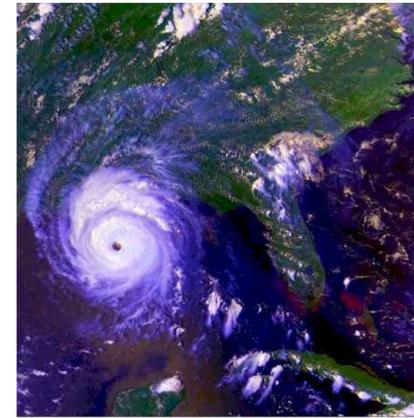
Spostamenti dall'equatore ai poli



Correnti oceaniche



Vento



Interazioni tra mare e atmosfera



Attraverso il tempo

Dall'estate all'inverno

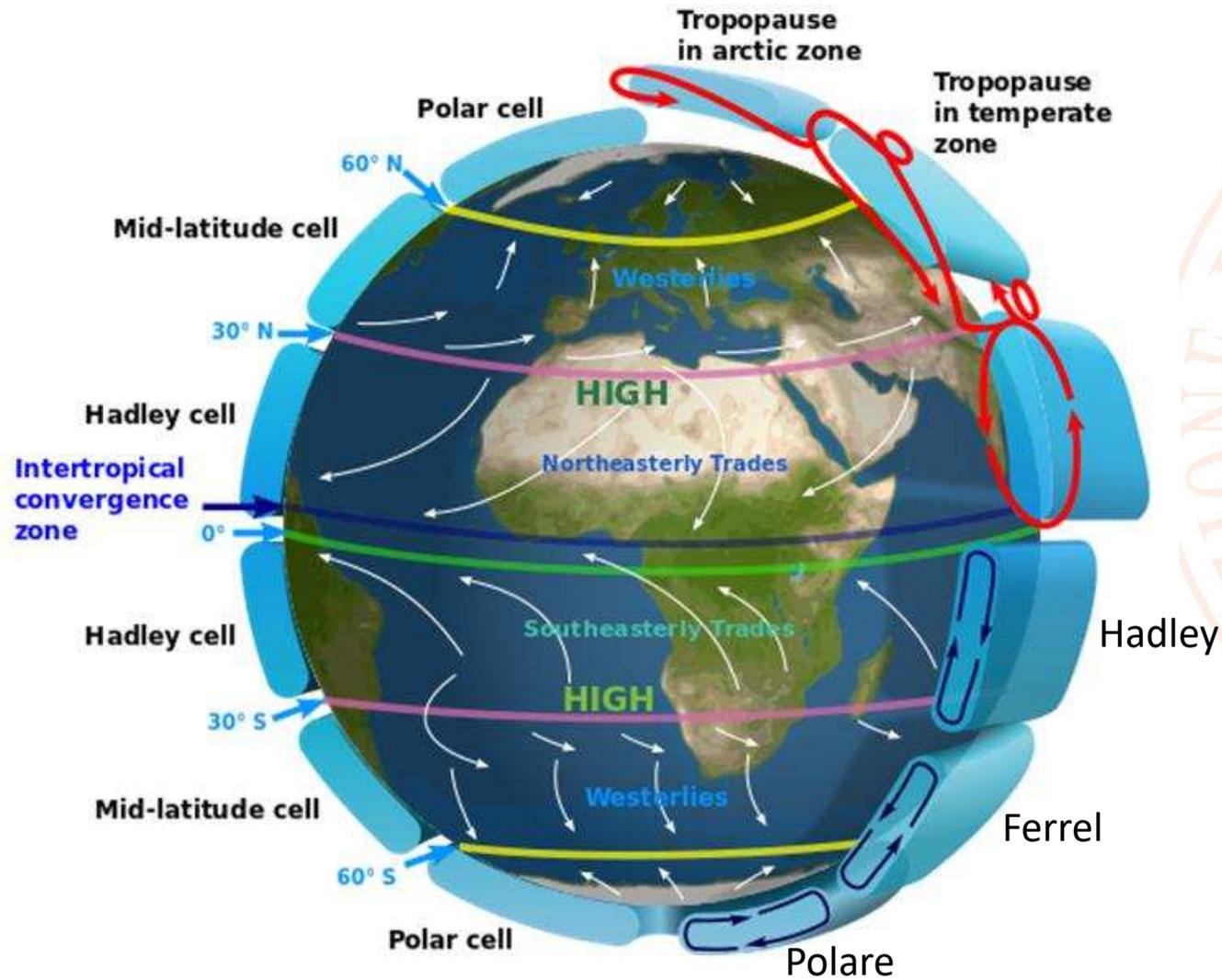
Dal giorno alla notte



Lo spostamento delle masse d'aria attorno al pianeta è casuale o c'è una logica che le dirige?

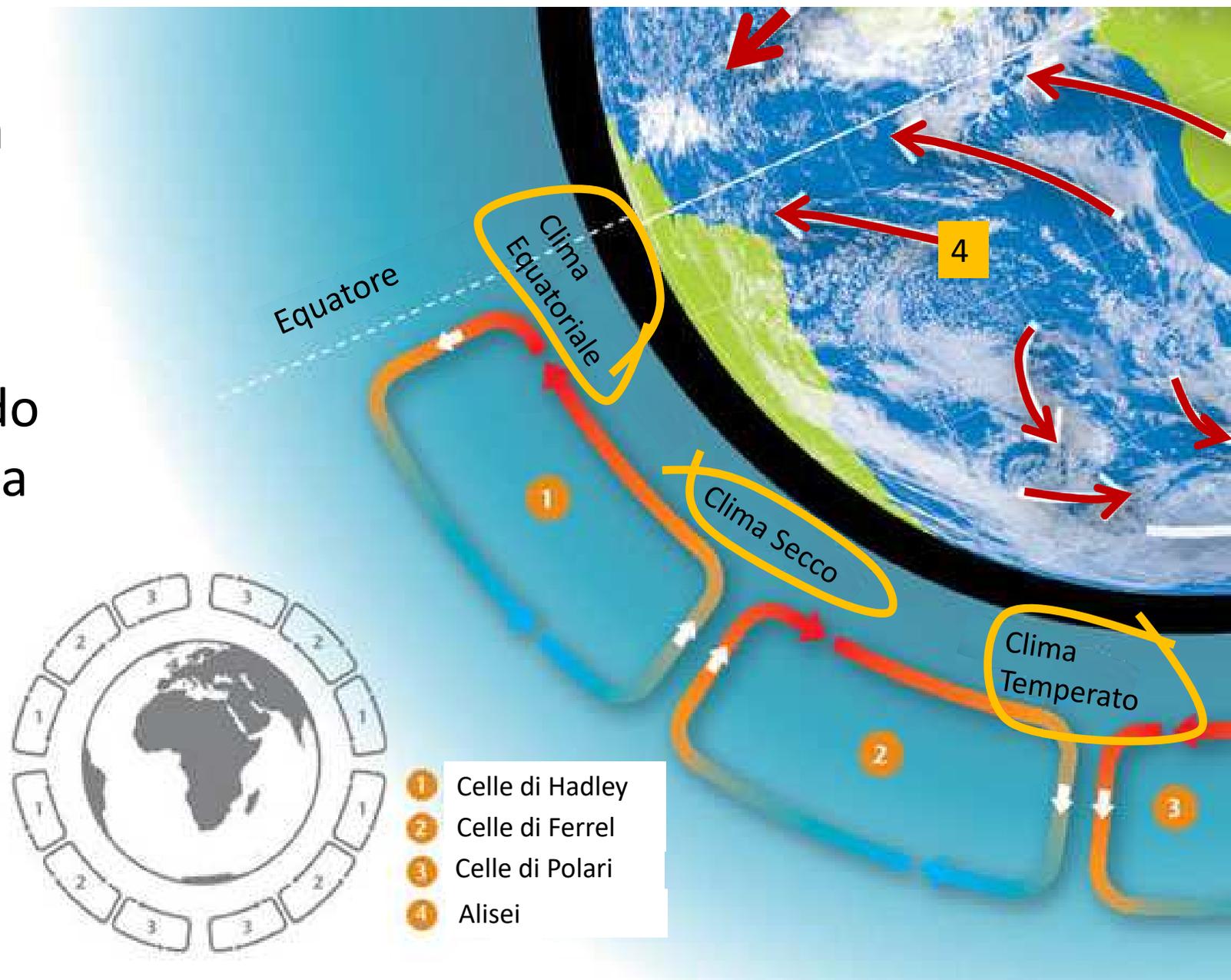


# Visione globale delle celle di Hadley, Ferrel e Polari



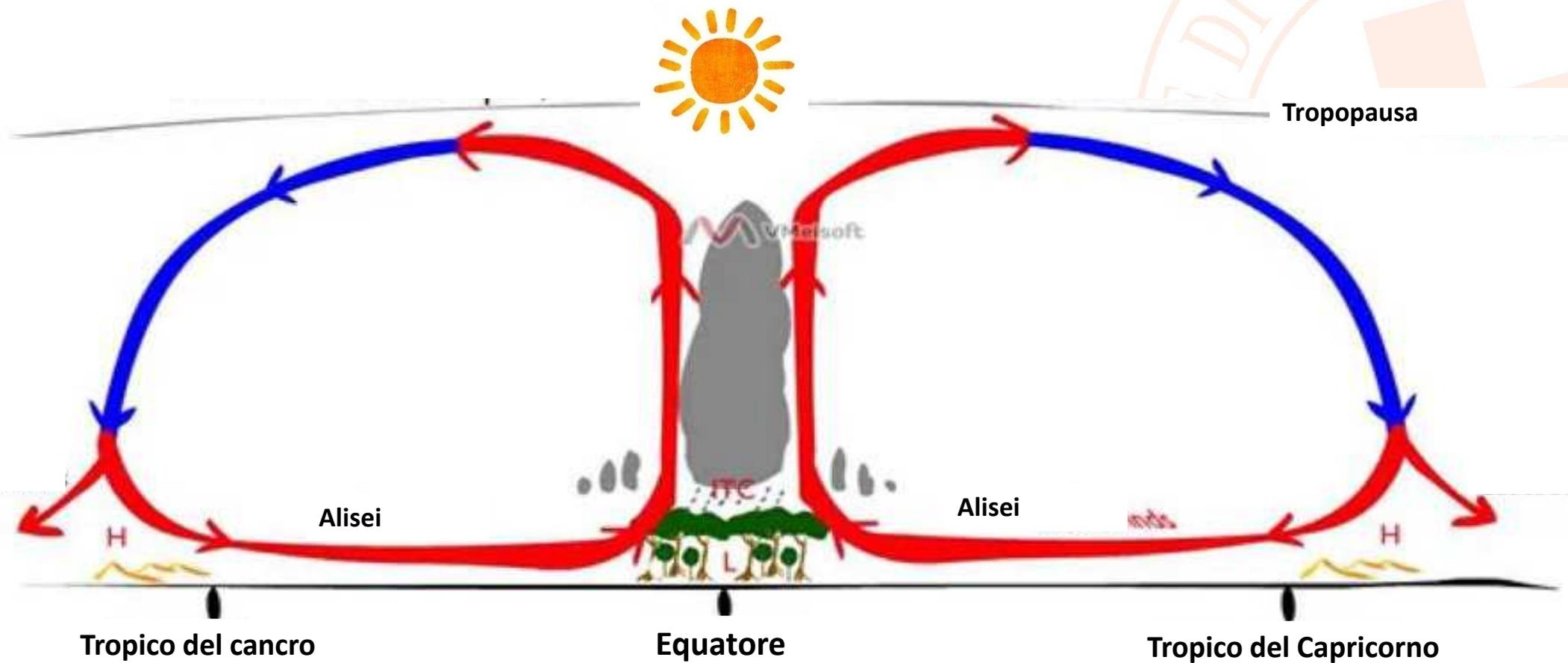
Da Wikipedia

Quando l'aria sale, l'umidità condensa e si formano le nuvole con pioggia (equatore e aree temperate). Quando l'aria scende il clima secco forma i deserti nelle zone tropicali.

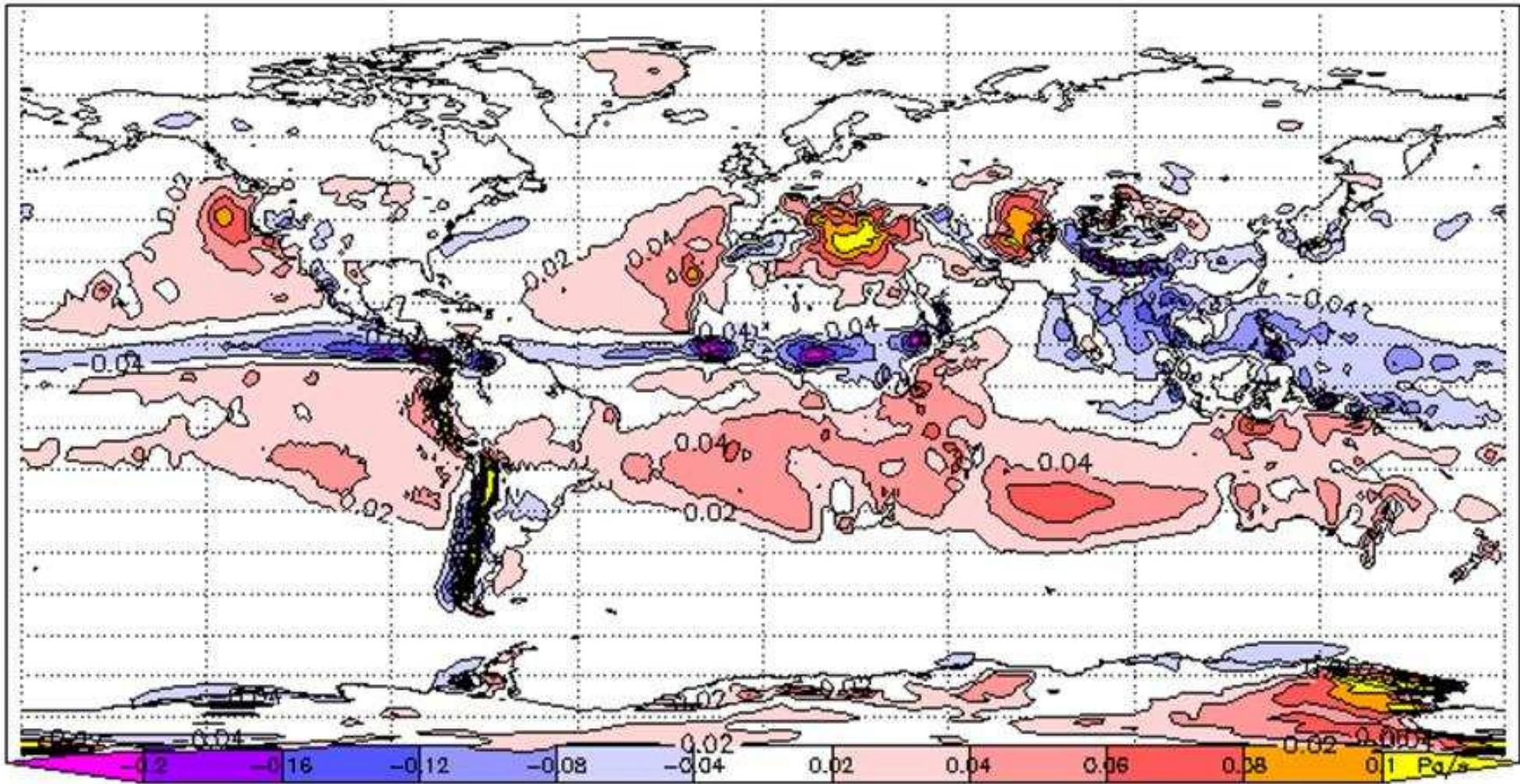


## Come funzionano le celle di Hadley

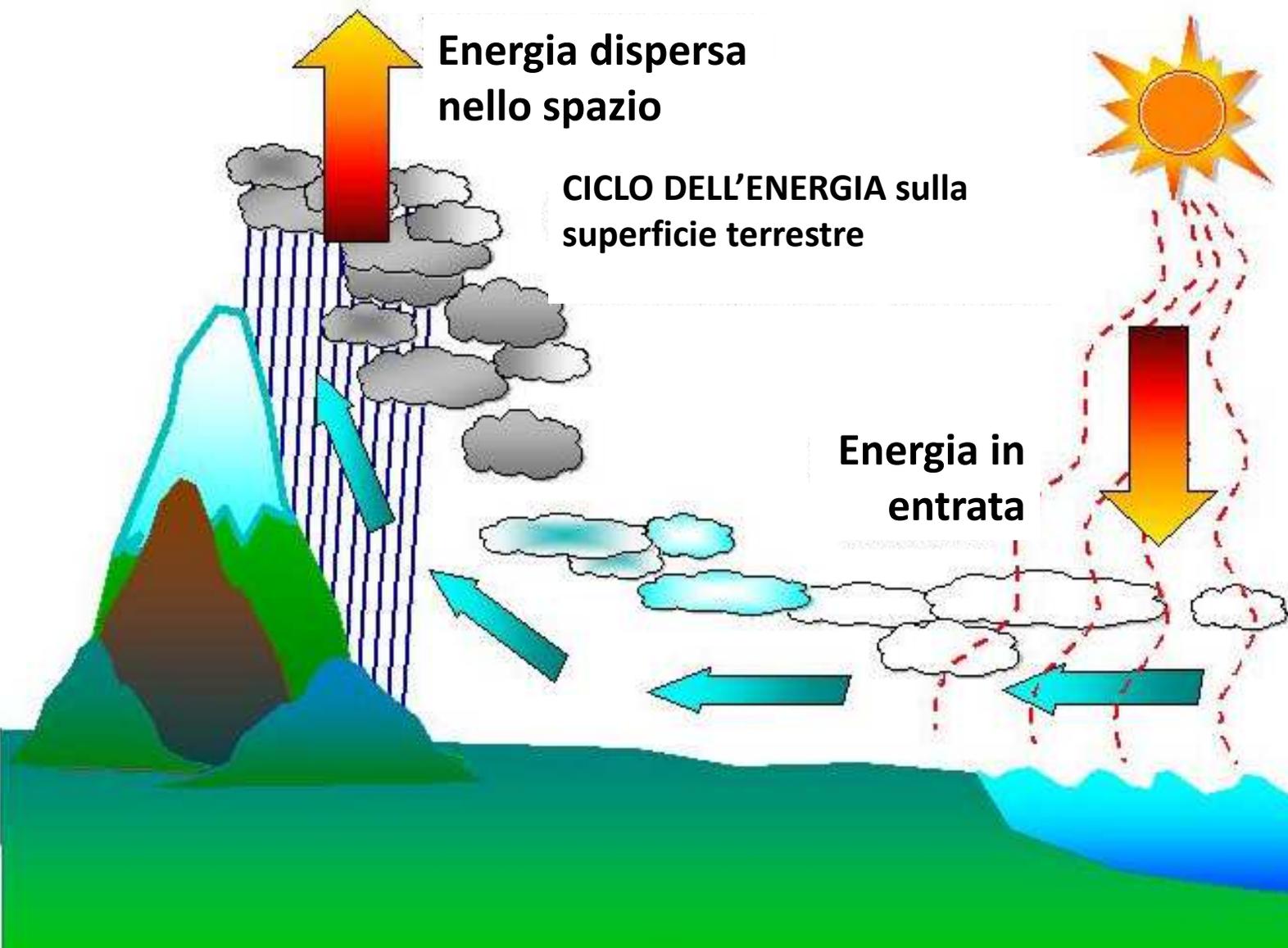
Le celle di Hadley sono parte della circolazione atmosferica della terra. Interessano un'area della superficie terrestre compresa tra i 30° di latitudine Nord e i 30° Sud. L'aria si alza nei pressi dell'equatore e attrae altra aria dalle zone tropicali.



In giallo-rosa i venti prevalentemente discendenti e in blu-viola i venti prevalentemente ascendenti sulla superficie terrestre.



# Ruolo dell'umidità nell'atmosfera



L'acqua assorbe l'energia solare trasformandosi in vapore che, a sua volta, condensandosi sotto forma di pioggia o neve cede l'energia accumulata all'atmosfera nelle zone più fredde della terra. L'energia liberata viene irradiata nello spazio.



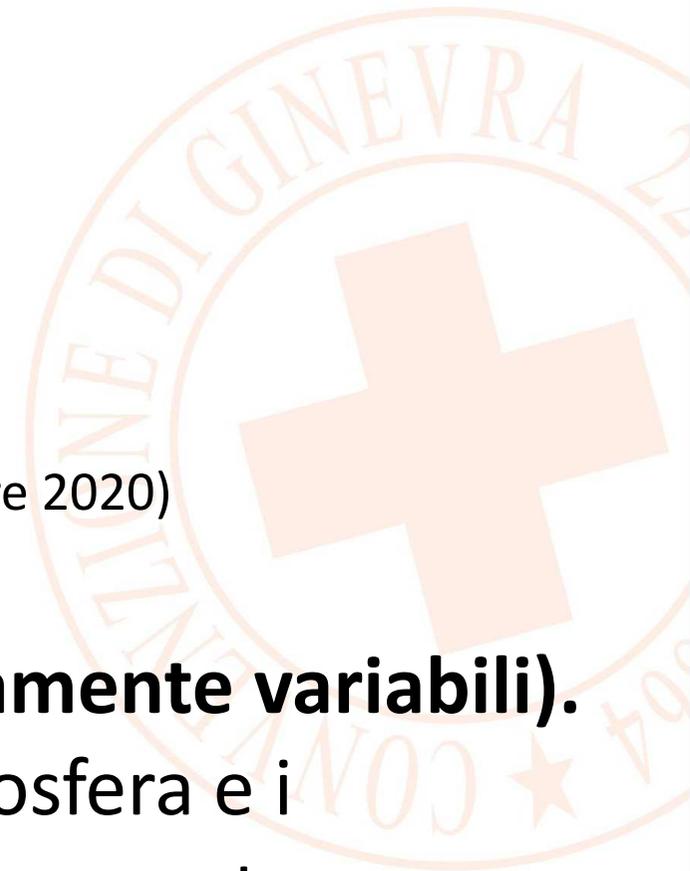
Dallo spazio, i  
movimenti atmosferici  
sono visibili con  
l'andamento delle nubi

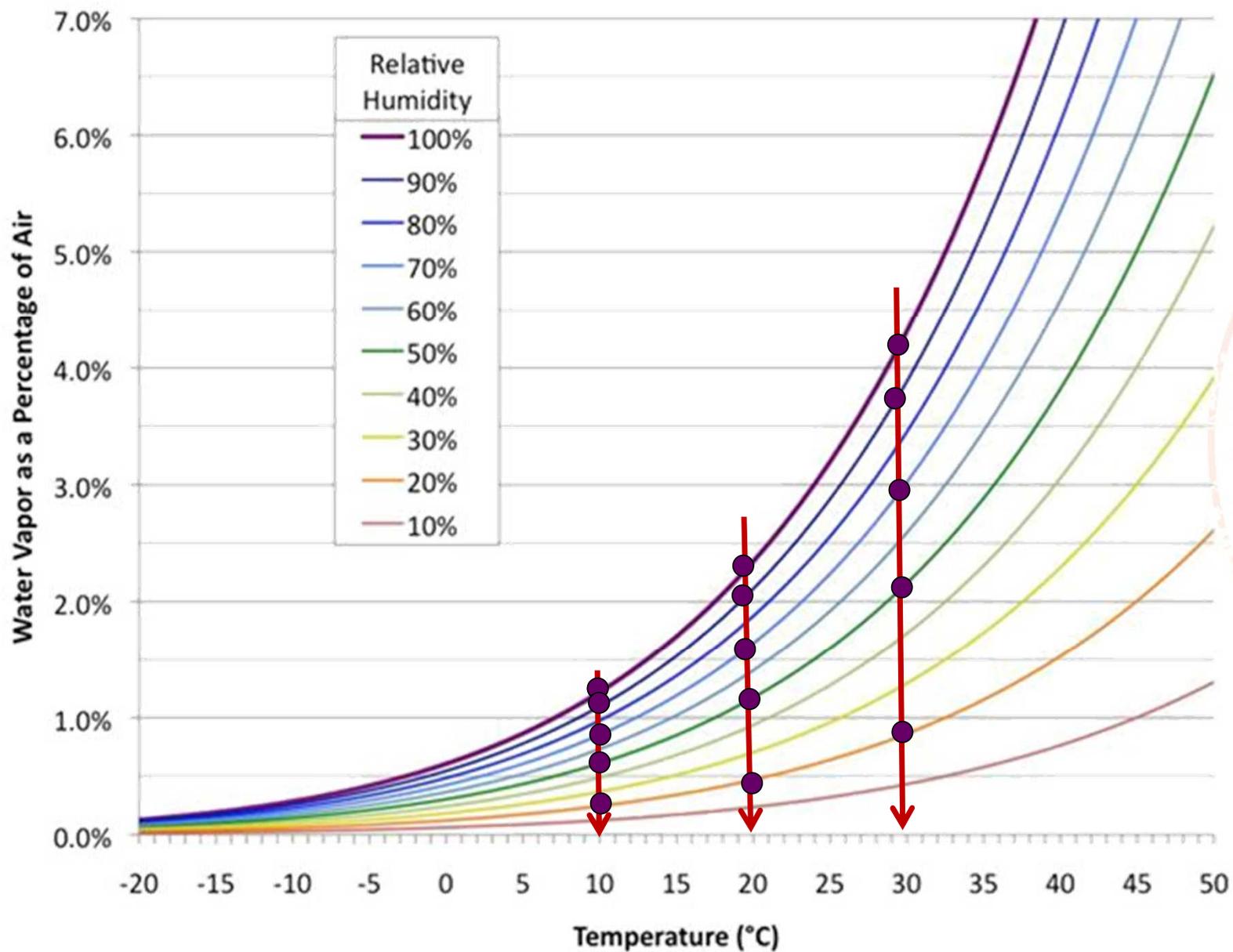
# Composizione dell'atmosfera

Azoto	78% circa
Ossigeno	21% circa
Gas rari	1% circa
Anidride Carbonica	0.0411% (dato di Settembre 2020)

**E umidità a basse concentrazioni (estremamente variabili).**

La concentrazione di quest'ultima nell'atmosfera e i fenomeni da essa indotti, costituiscono l'argomento principale di questa presentazione.





Più elevata è la temperatura dell'aria e più acqua vi può rimanere sospesa come vapore

# Comparazione visiva del contenuto di acqua in 1 m<sup>3</sup> d'aria a diverse temperature e umidità relativa

Umidità relativa → 20% 50% 70% 90% 100%

a 10 °C



a 20 °C

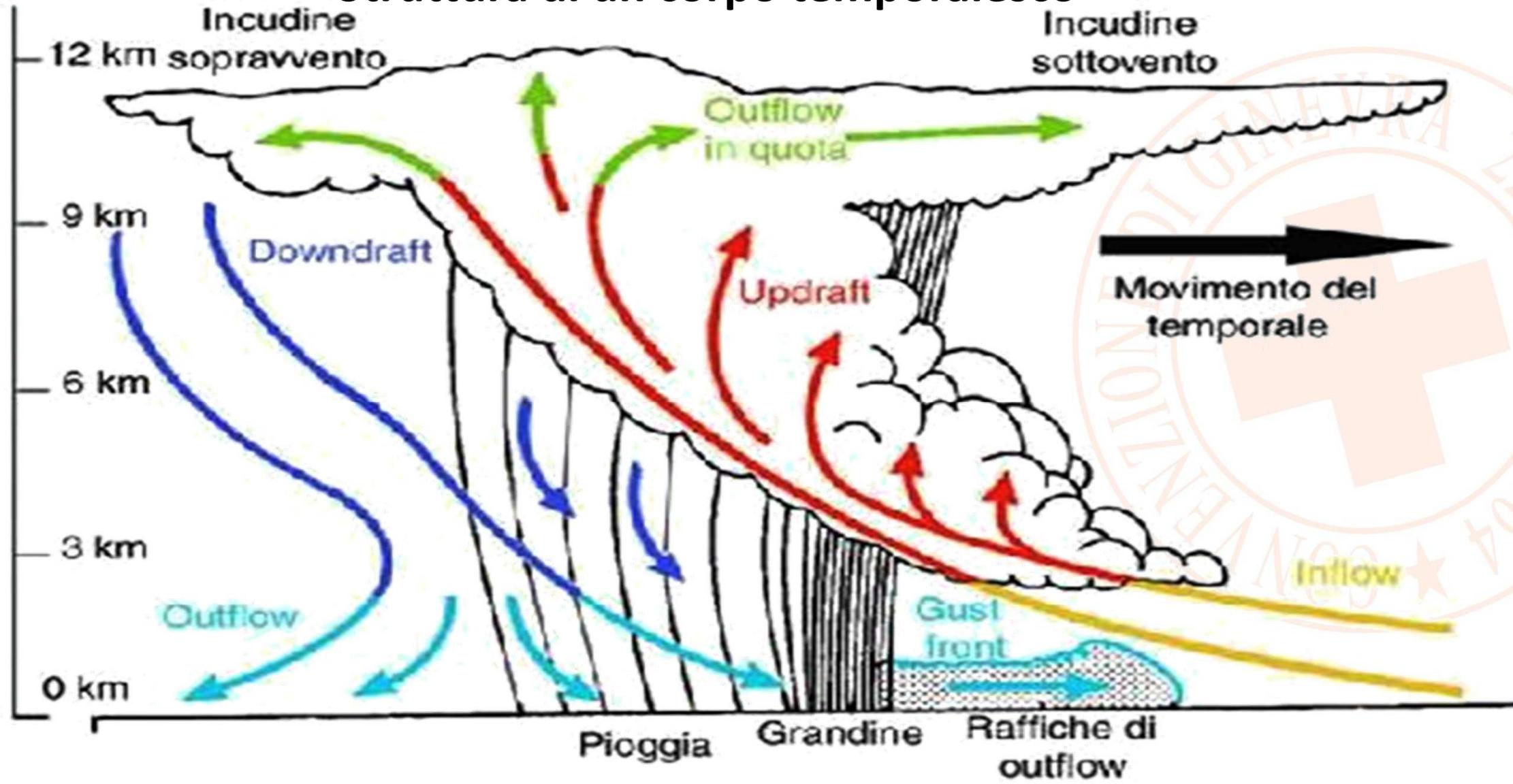


a 30 °C

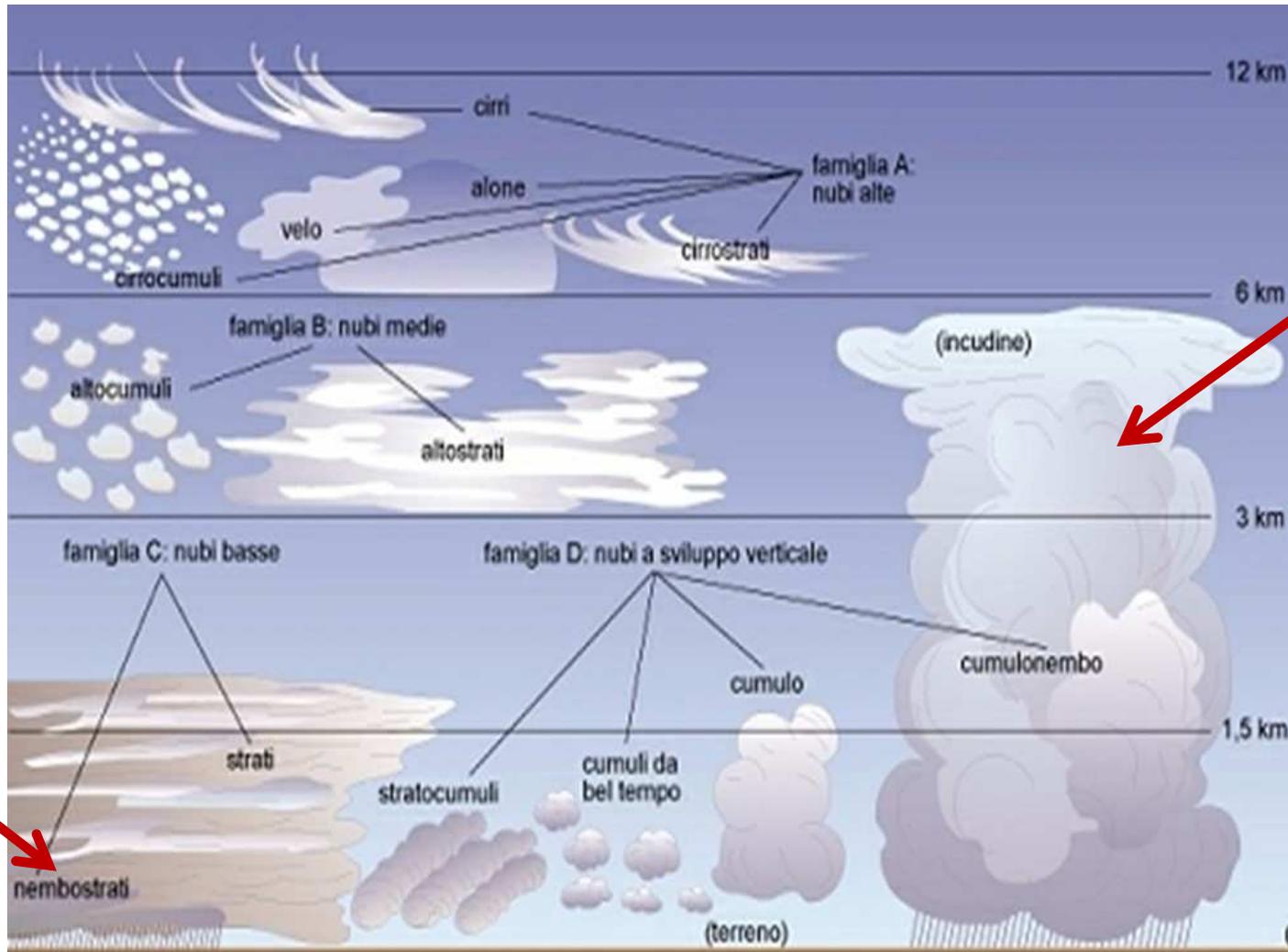


Fenomeni meteorologici

## Struttura di un corpo temporalesco



# Classificazione delle nuvole



**Inondazioni improvvise (Flash Floods)**

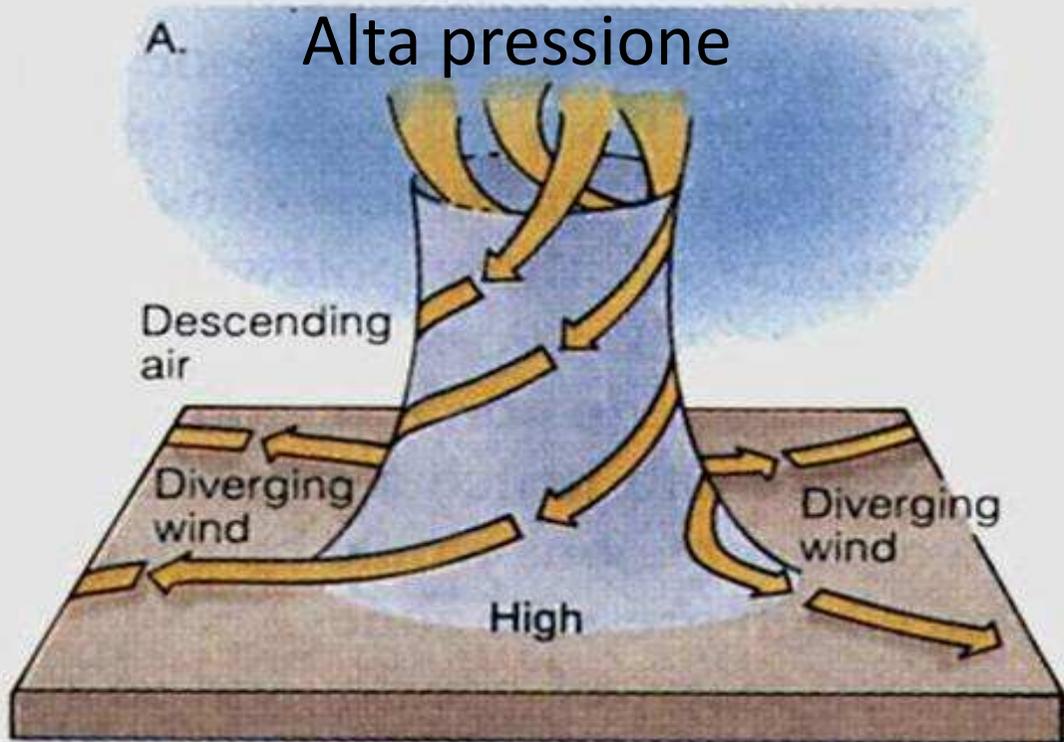
**Inondazioni da fiumi a lunga percorrenza (Po, Adda, Ticino, Tevere, Arno)**



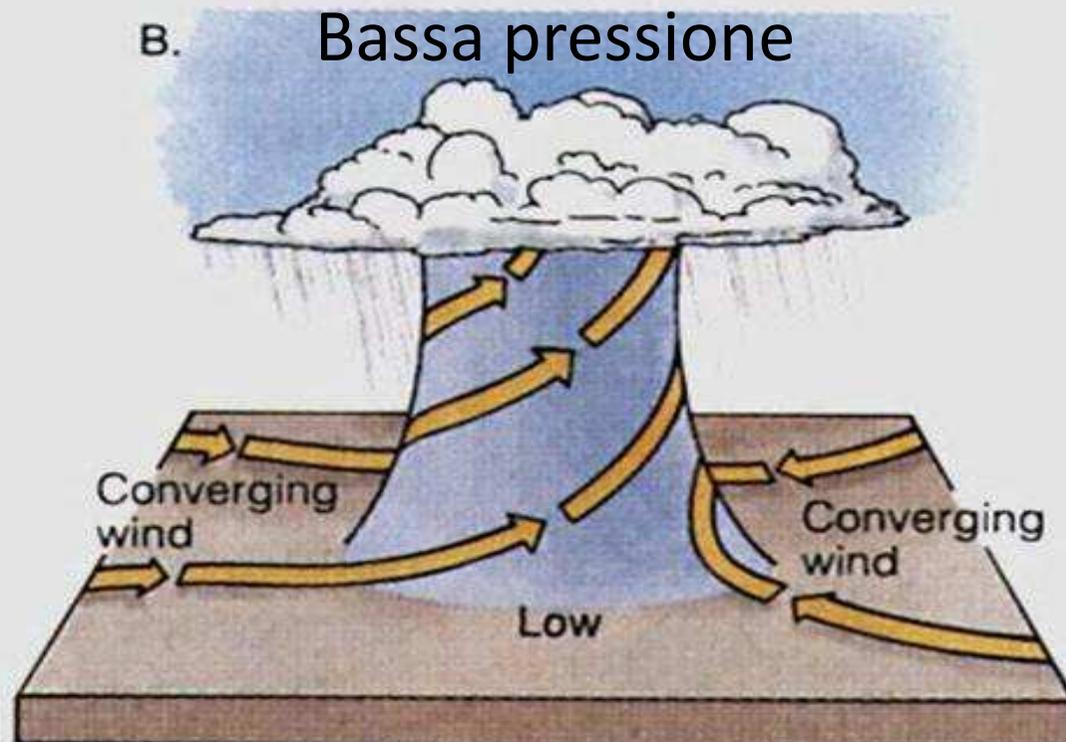
Maltempo caratteristico della pianura Padana nei mesi autunnali e può durare giorni con precipitazioni abbondanti e continue che fanno alzare il livello del Po e dei maggiori affluenti.



Fenomeni caratteristici dei temporali estivi con precipitazioni violente e di breve durata con allagamenti improvvisi di aree circoscritte.



Con l'alta pressione l'aria scende dall'alto con movimento circolare in senso orario e i venti a terra sono divergenti. L'aria proveniente dall'alto possiede una bassa umidità per cui si ha bel tempo.



Con la bassa pressione l'aria sale verso l'alto con movimento circolare in senso anti-orario e i venti a terra sono convergenti. Alzandosi, l'umidità dell'aria condensa formando le nubi.

Un semplice esercizio per verificare che l'aria calda sale perché è più leggera si può fare con i sacchi neri delle immondizie. Il gioco funziona solo in una calda giornata estiva.



D'estate, quando si prevede la formazione di un temporale, per capire dove si formerà la depressione temporalesca, quindi il cumulonembo, basterà volgere la schiena al vento. Il temporale si formerà alla vostra sinistra, a ore 10, come indicato in figura. Se percepite la formazione di un temporale ma non c'è vento, significa che vi trovate nell'occhio del ciclone e il temporale si sta formando sopra la vostra testa.

**Direzione  
del vento**



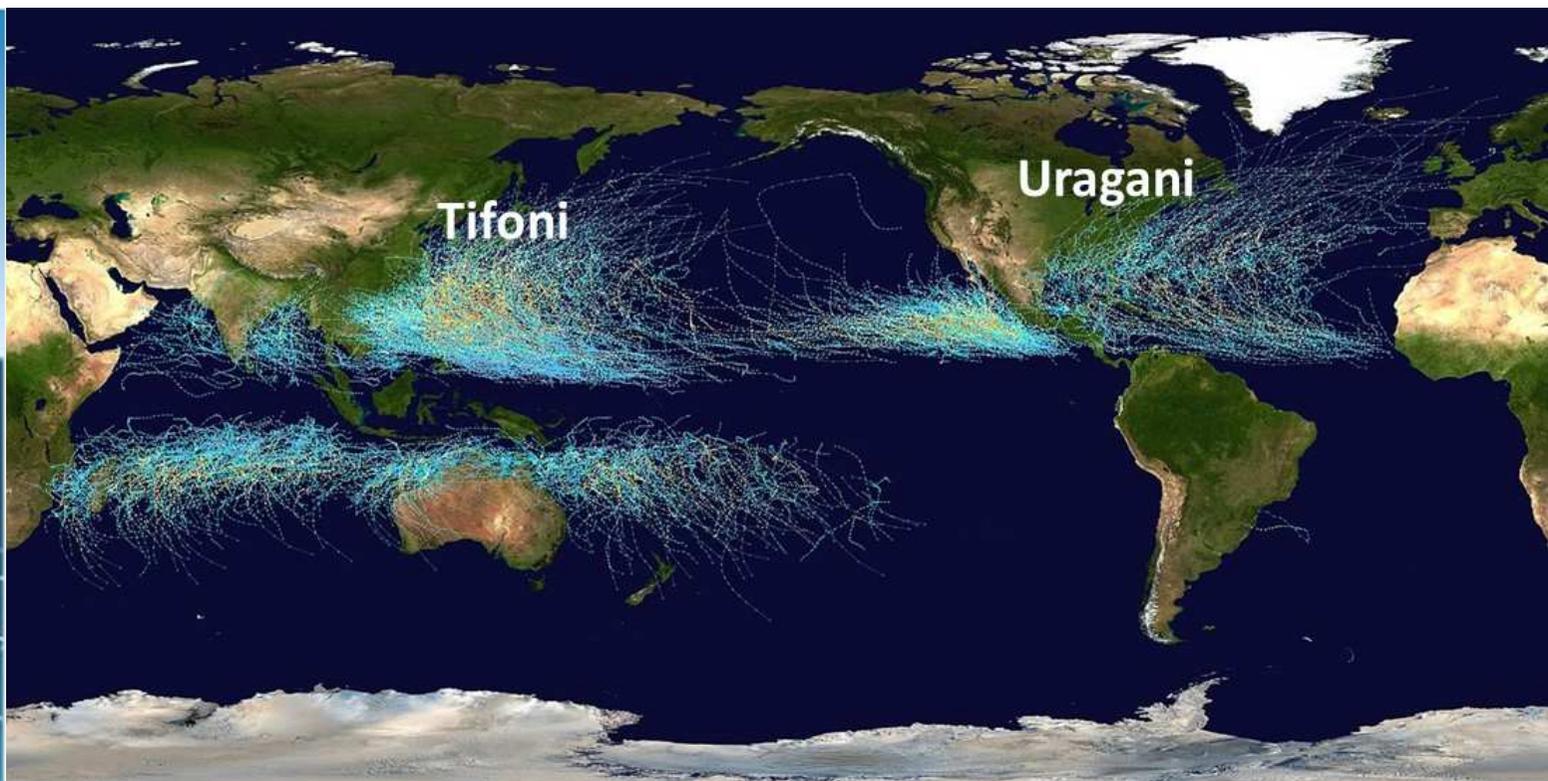
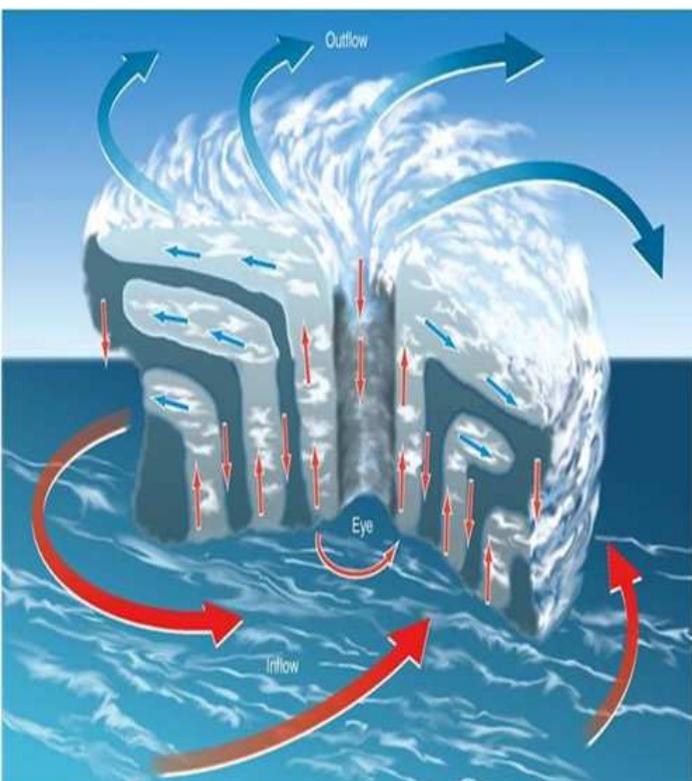
Ai tropici, a causa delle temperature più elevate, sia dell'aria che dell'acqua di mare, i fenomeni sono più violenti e generano gli uragani



La stagione delle piogge nelle aree tropicali dell'emisfero nord inizia a fine maggio/inizio giugno con un massimo di precipitazioni a settembre/ottobre.

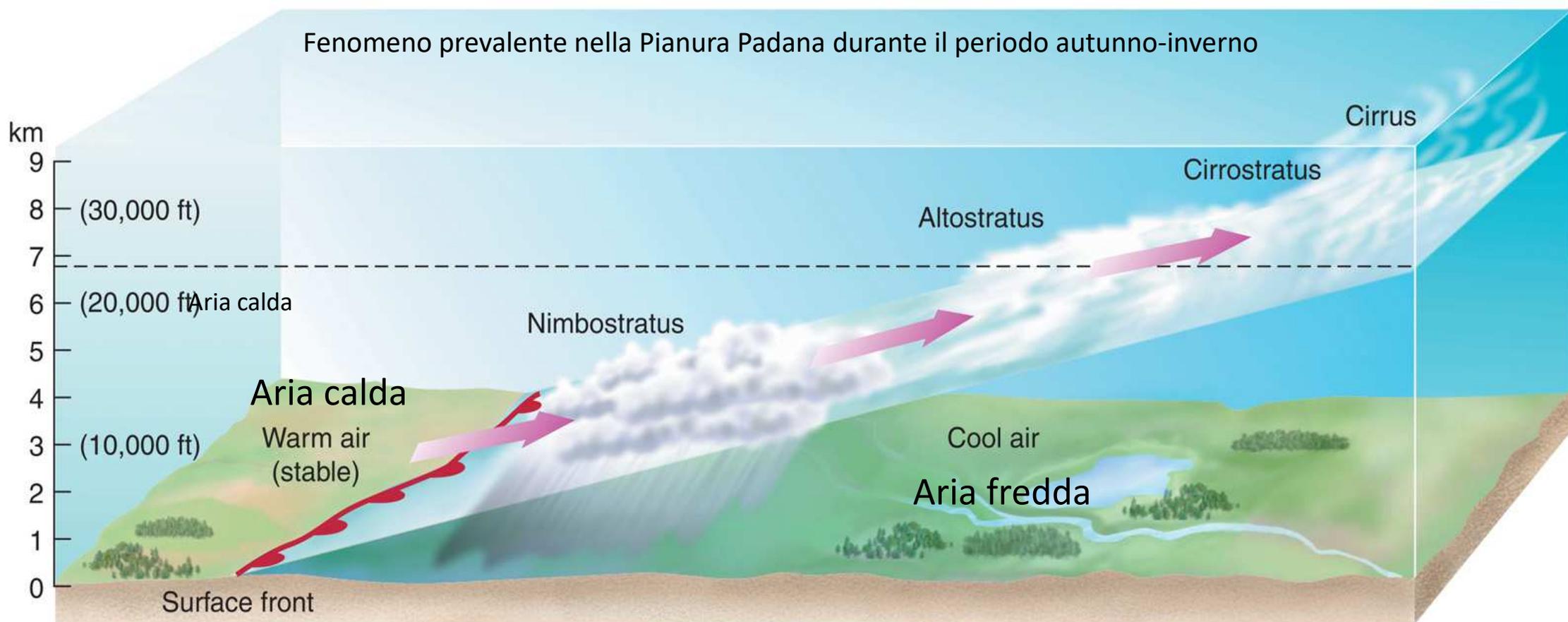
A novembre inizia la stagione secca. Durante la stagione delle piogge, non piove in continuazione ma è un susseguirsi di acquazzoni, soprattutto nelle ore pomeridiane.

Gli uragani/tifoni si formano sulla superficie degli oceani e si alimentano con il calore dell'acqua del mare. Quando arrivano sulla terra si esauriscono.





Preparazione alla stagione delle piogge in una favela nei pressi della città di Panamá.



## FRONTE CALDO

Il fronte caldo è una perturbazione lenta che genera precipitazioni continue, anche di 36-48 ore. L'aria calda sale lentamente su per il piano del fronte freddo e produce nubi stratiformi. A livello del fronte caldo, l'aria calda sale sopra l'aria fredda, gradualmente. L'umidità nell'aria che sale si condensa, producendo nuvole e precipitazioni, di tipo dipendente dalla rapidità con cui l'aria sale.

## **Alta pressione**

Quando l'aria fredda scende, comprimendosi, diventa più calda, creando un'area di alta pressione in superficie e portando tempo stabile con cieli tersi. Solitamente è caldo e asciutto in estate e freddo e gelido in inverno.



Tuttavia, se l'aria discendente intrappola aria più calda sotto di essa, si può formare la nebbia.



Nebbia in Valpadana

## Bassa pressione

Il calore in superficie fa salire l'aria, producendo una bassa pressione in superficie. L'umidità si condensa nell'aria che sale, producendo nubi e precipitazioni, di tipo dipendente dalla rapidità con cui l'aria sale. Il tempo ciclonico (di bassa pressione) è, solitamente, cupo con nuvole grigie, spesso accompagnate da piogge leggere e persistenti.

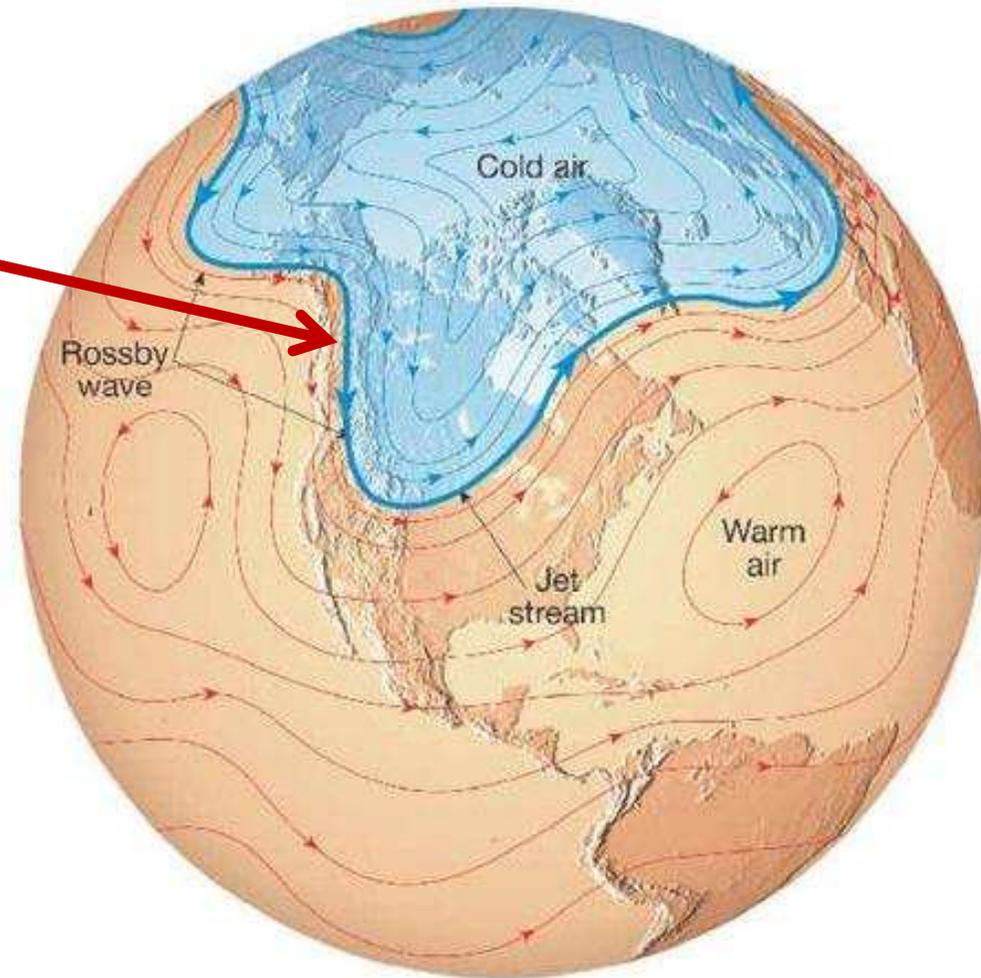




### **Depressioni delle medie latitudini**

Tra le regioni polari e tropicali, si formano aree di bassa pressione, chiamate depressioni delle medie latitudini. Esse, viaggiano da ovest ad est, solitamente una depressione dietro l'altra. Sono causate da onde orizzontali della corrente a getto, chiamate onde di Rossby, alla sommità del fronte tra l'aria polare e tropicale. Le onde di Rossby producono onde simili a livello della superficie. Una cresta di un'onda di Rossby, che si proietta nell'aria fredda sul lato polare della corrente a getto, produce un cuneo di alta pressione. Un avvallamento della corrente a getto, che si proietta nell'aria calda sul lato equatoriale, produce una bassa pressione.

# Corrente polare a getto

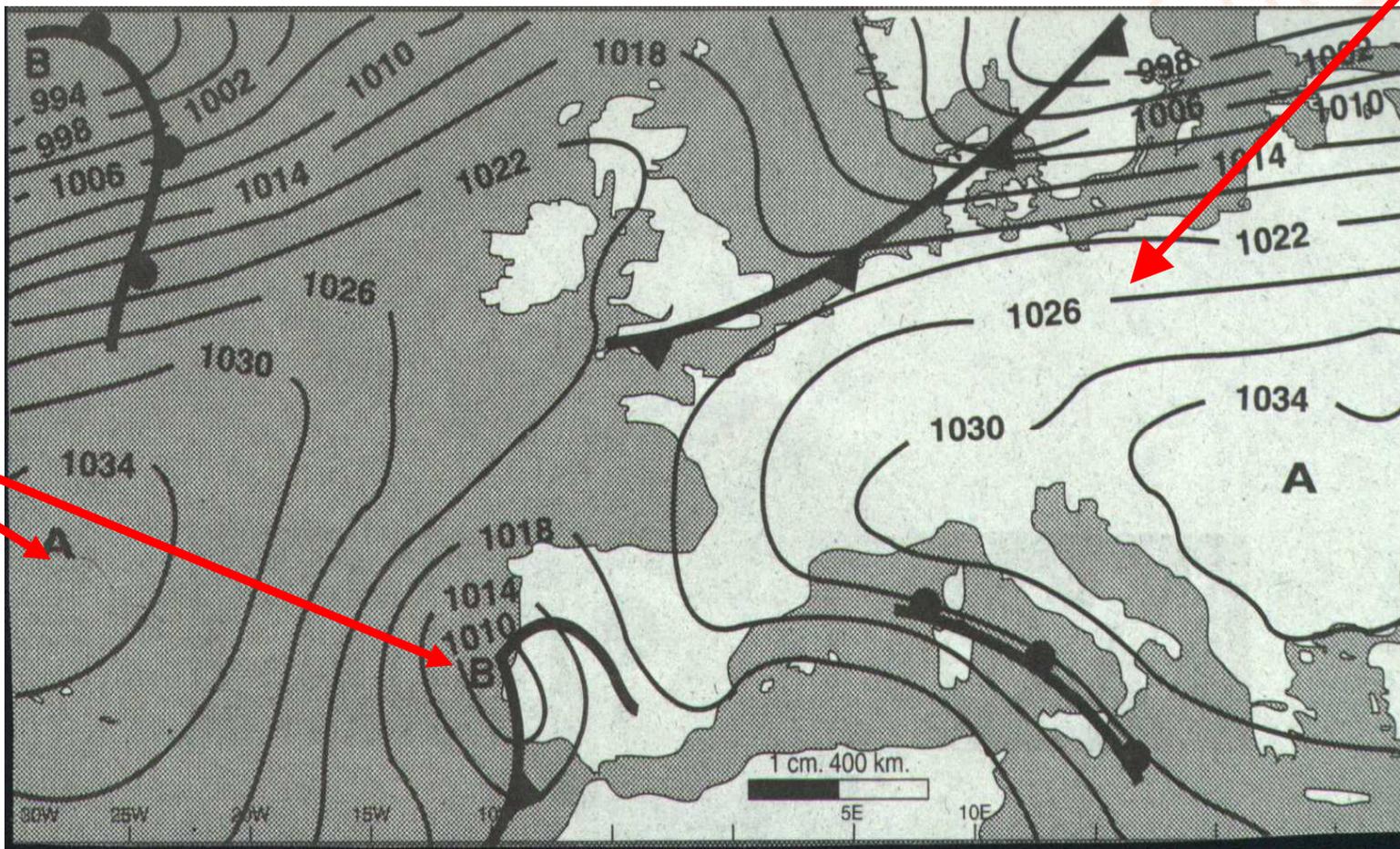


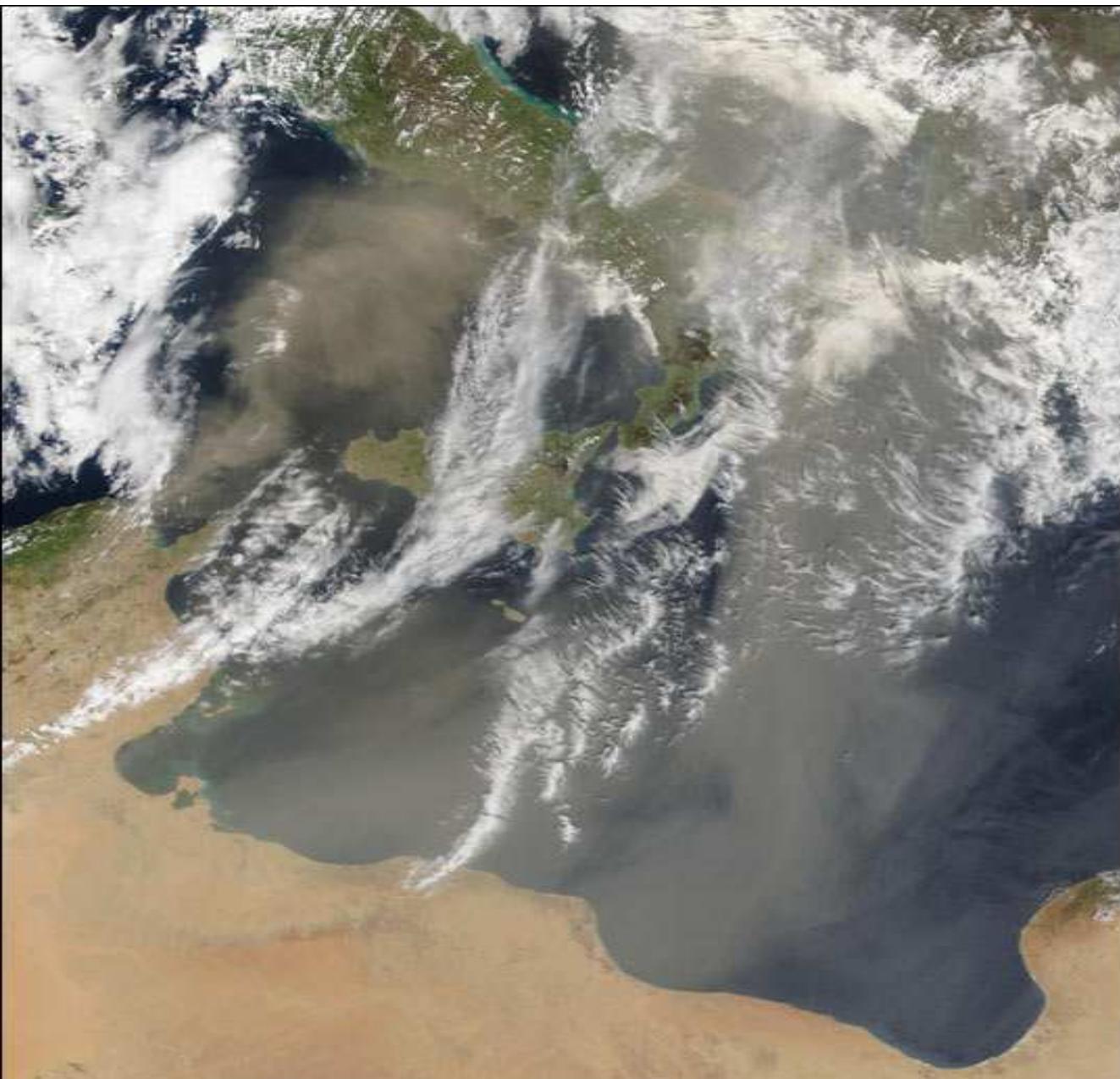
**Le onde di Rossby sono fluttuazioni dell'aria al confine tra l'aria polare e l'aria tropicale**

# Carta del tempo con i centri di alta e bassa pressione

Isobare

Centri di  
alta e  
bassa  
pressione





La foto satellitare rende chiaramente visibile il vento di scirocco che soffia dall'Africa verso l'Italia a causa della grande quantità di sabbia che trasporta.



Lo scirocco è la concausa di quanto succede a Venezia quando si verifica il fenomeno dell'acqua alta



Notizia del 3 ottobre 2020: il MOSE funziona e, per la prima volta, è stata evitata l'acqua alta a San Marco.

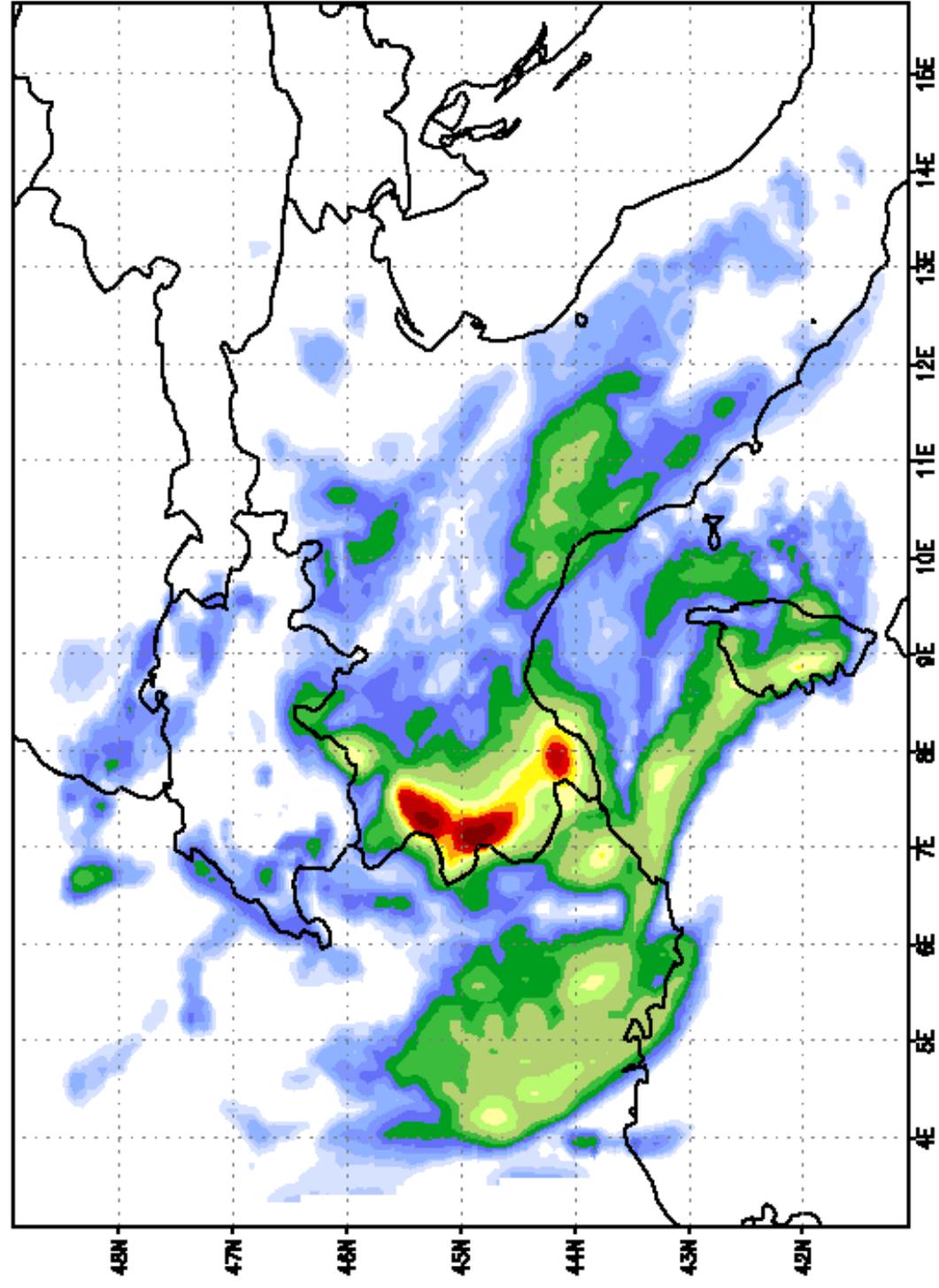
# PIANURA PADANA VISTA DALLO SPAZIO



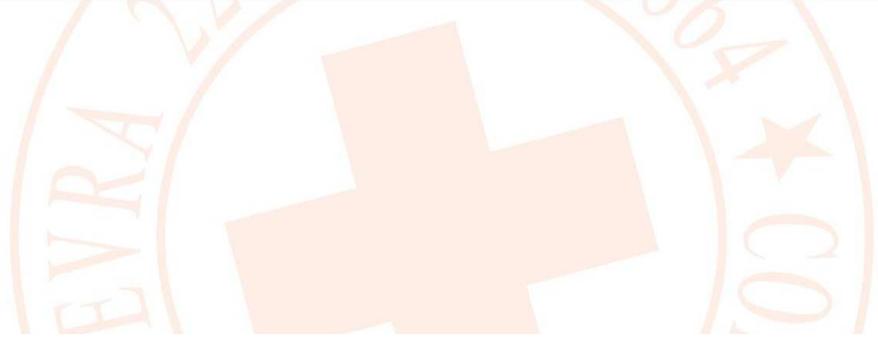
Piena del Po  
21 Ottobre  
2000  
al termine dei  
fenomeni  
meteorologici che  
hanno  
determinato  
l'alluvione in  
Piemonte/Valle  
d'Aosta

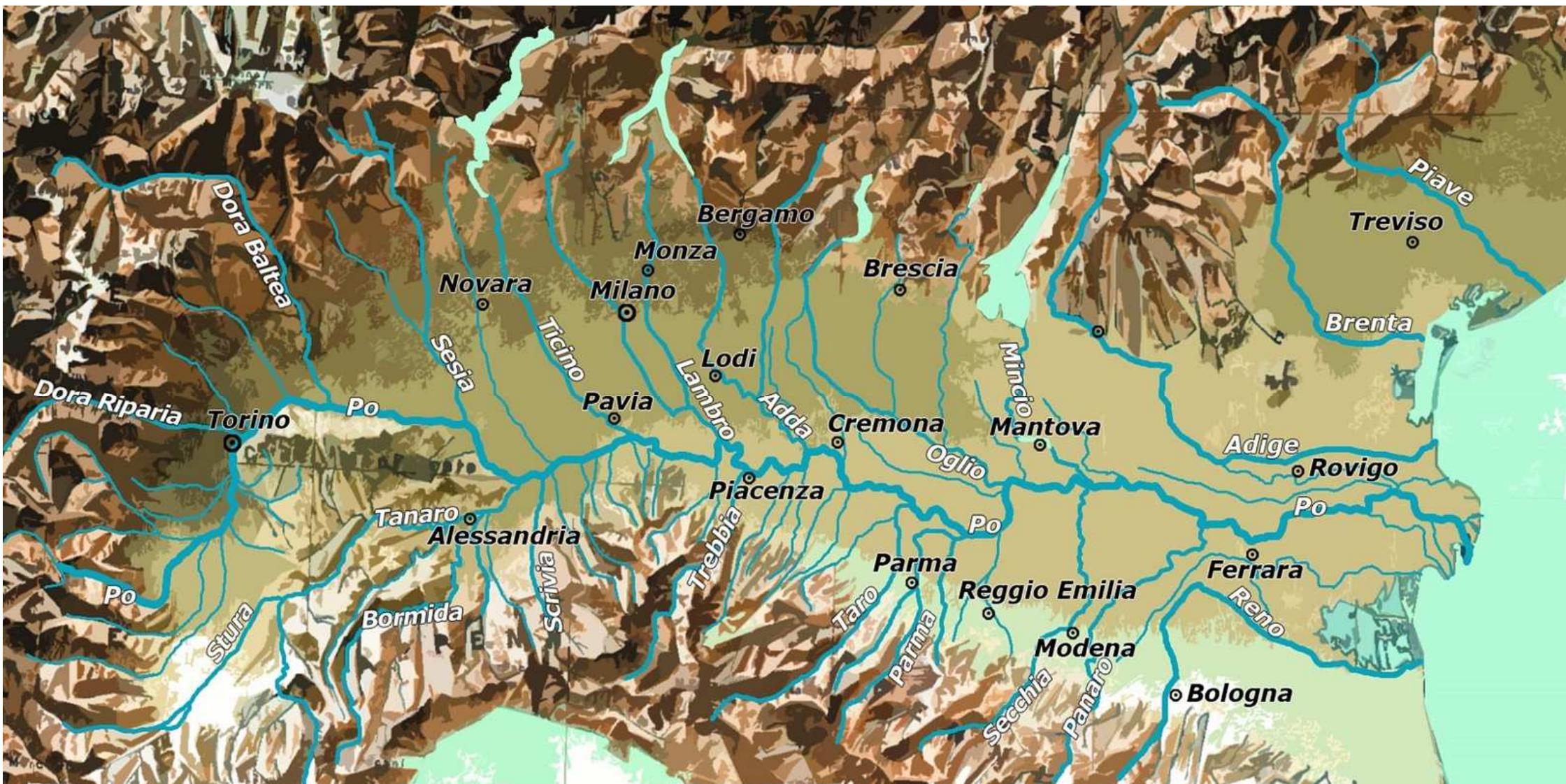
ARPAL (Genoa - Italy) - DIFI (Genoa - Italy) - ISAC-CNR (Bologna - Italy)  
Total precipitation cumulated on previous 12h [mm (12h)<sup>-1</sup>]

00Z Fri 30 MAY  $\tau = 36h$



Model: BOLAM99\_006x006  
Time 0: 12Z28MAY2008 Resolution: 0.0649°x0.0600°



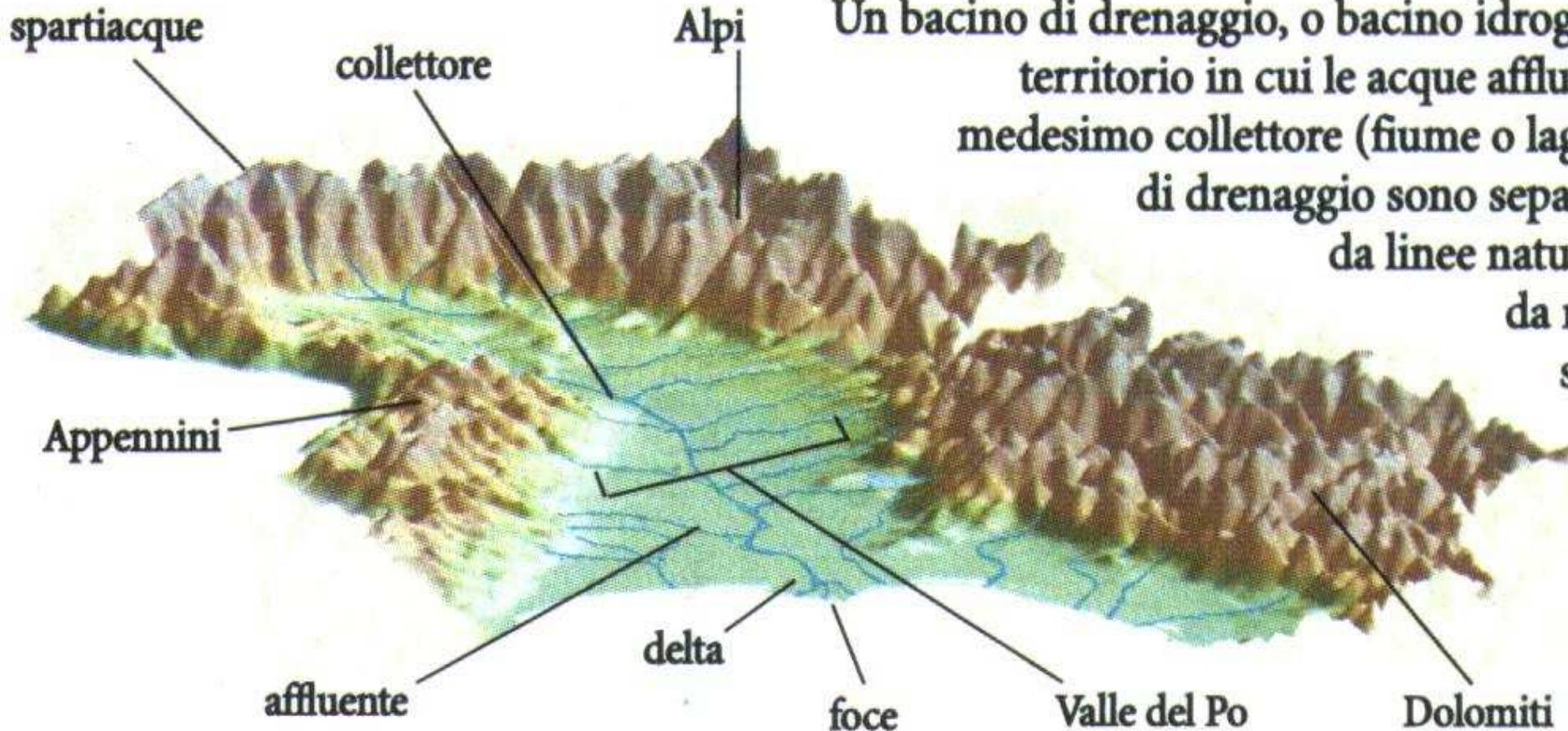


Pianura Padana – Mappa dei fiumi affluenti del Po

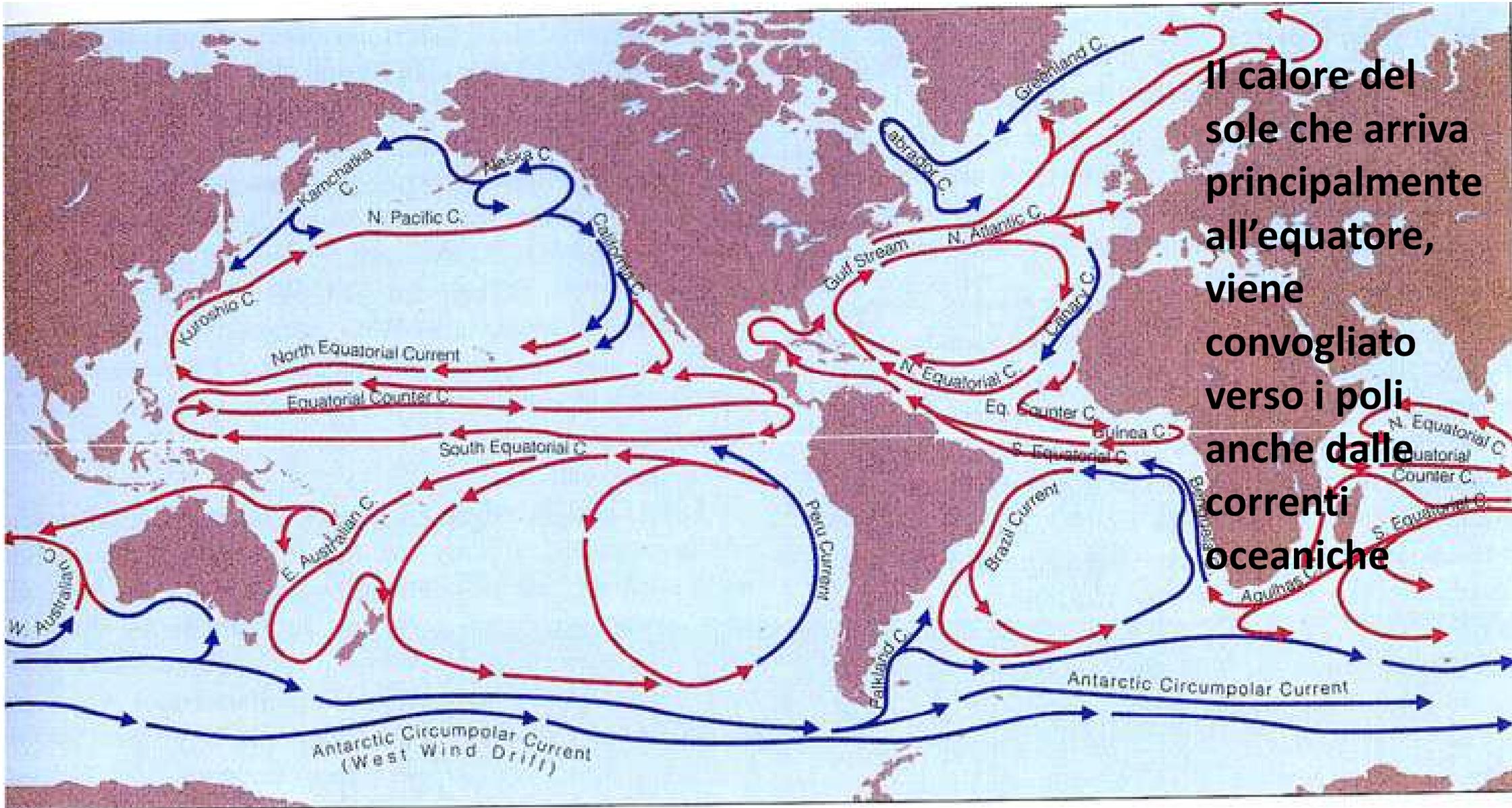
# IL BACINO DEL PO

## BACINI DI DRENAGGIO

Un bacino di drenaggio, o bacino idrografico, è un territorio in cui le acque affluiscono a un medesimo collettore (fiume o lago). I bacini di drenaggio sono separati tra loro da linee naturali definite da rilievi, dette spartiacque.



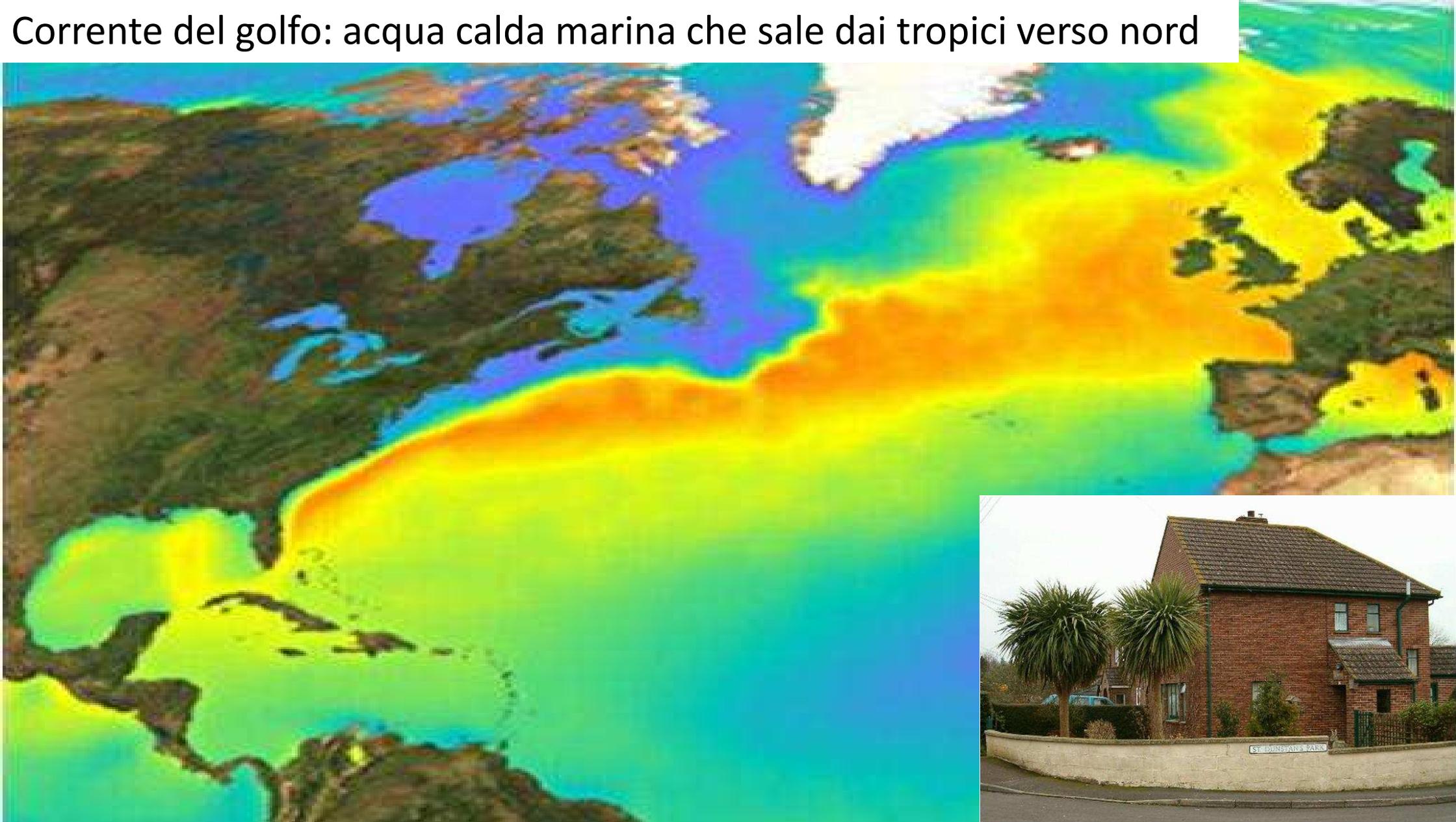
*Bacino di drenaggio del fiume Po, Italia settentrionale.*



Il calore del sole che arriva principalmente all'equatore, viene convogliato verso i poli anche dalle correnti oceaniche

→ Acqua calda     
 → Acqua fredda

Corrente del golfo: acqua calda marina che sale dai tropici verso nord



New York City e Napoli sono alla stessa latitudine eppure, a gennaio, hanno temperature medie decisamente diverse.







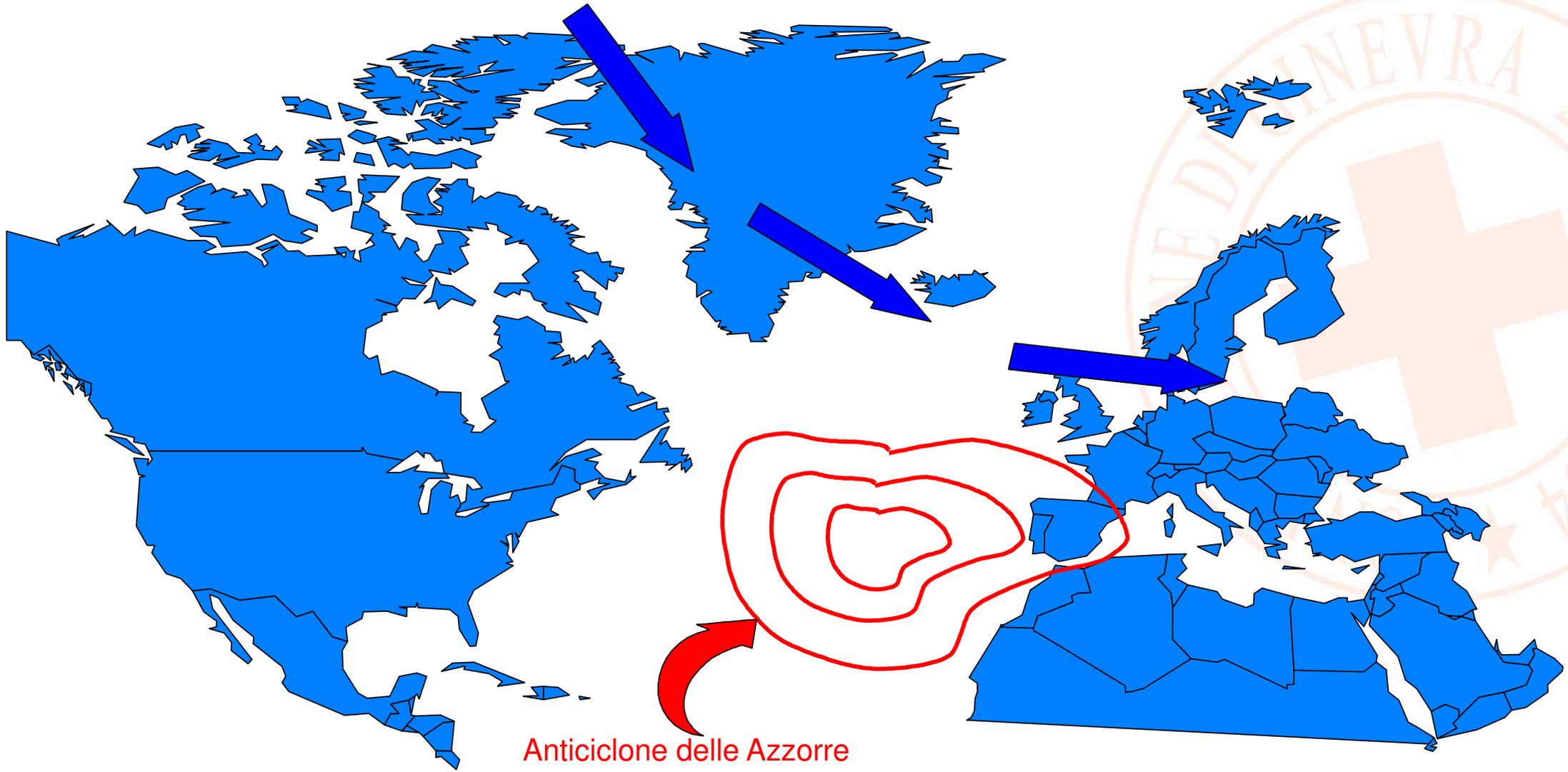
## DUST FORECAST

FRI 9:00 AM EDT

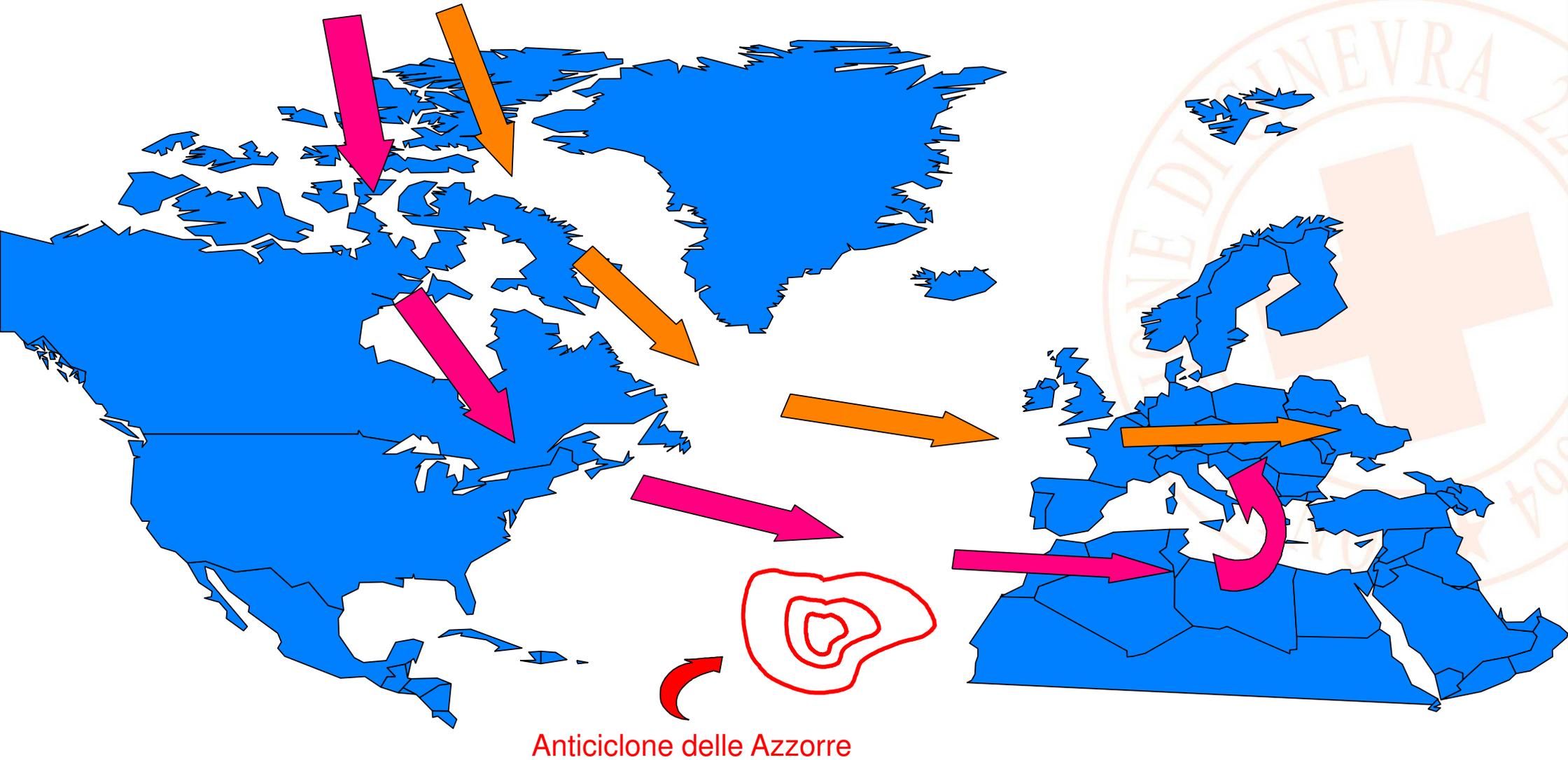
Monitoraggio satellitare delle polveri del Sahara.  
Venerdì 2 ottobre 2020 ore 9.00



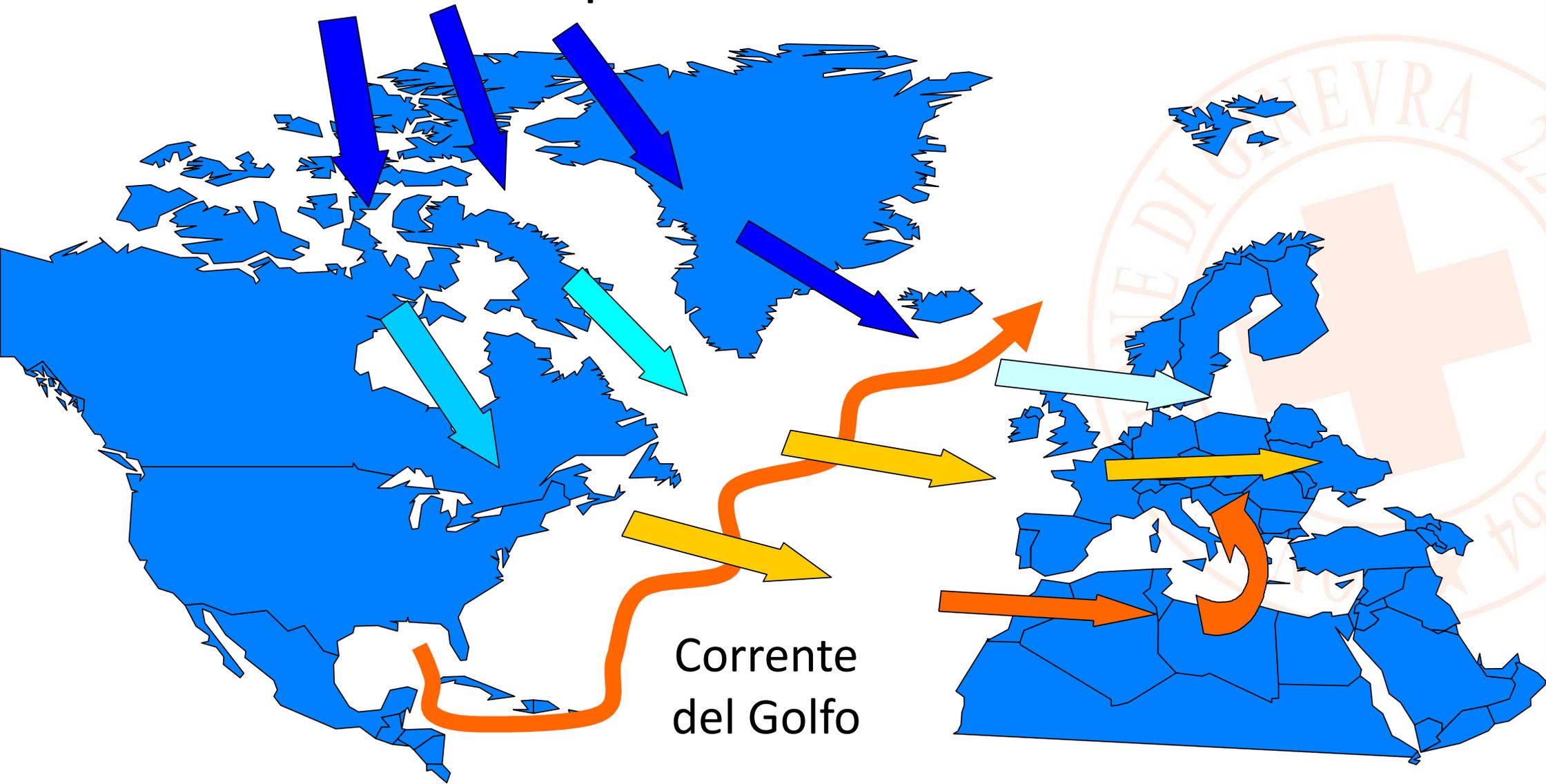
# Andamento delle perturbazioni durante la stagione estiva

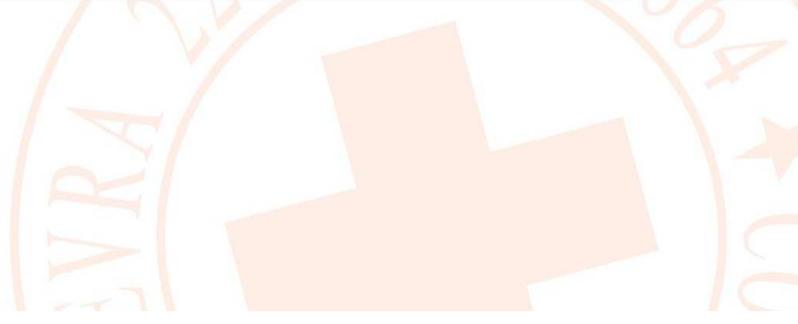
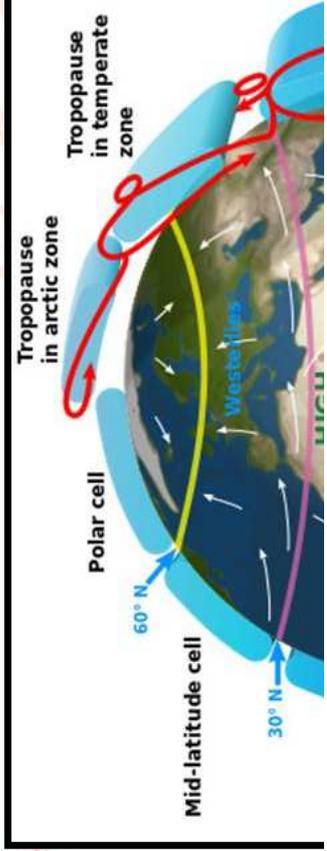
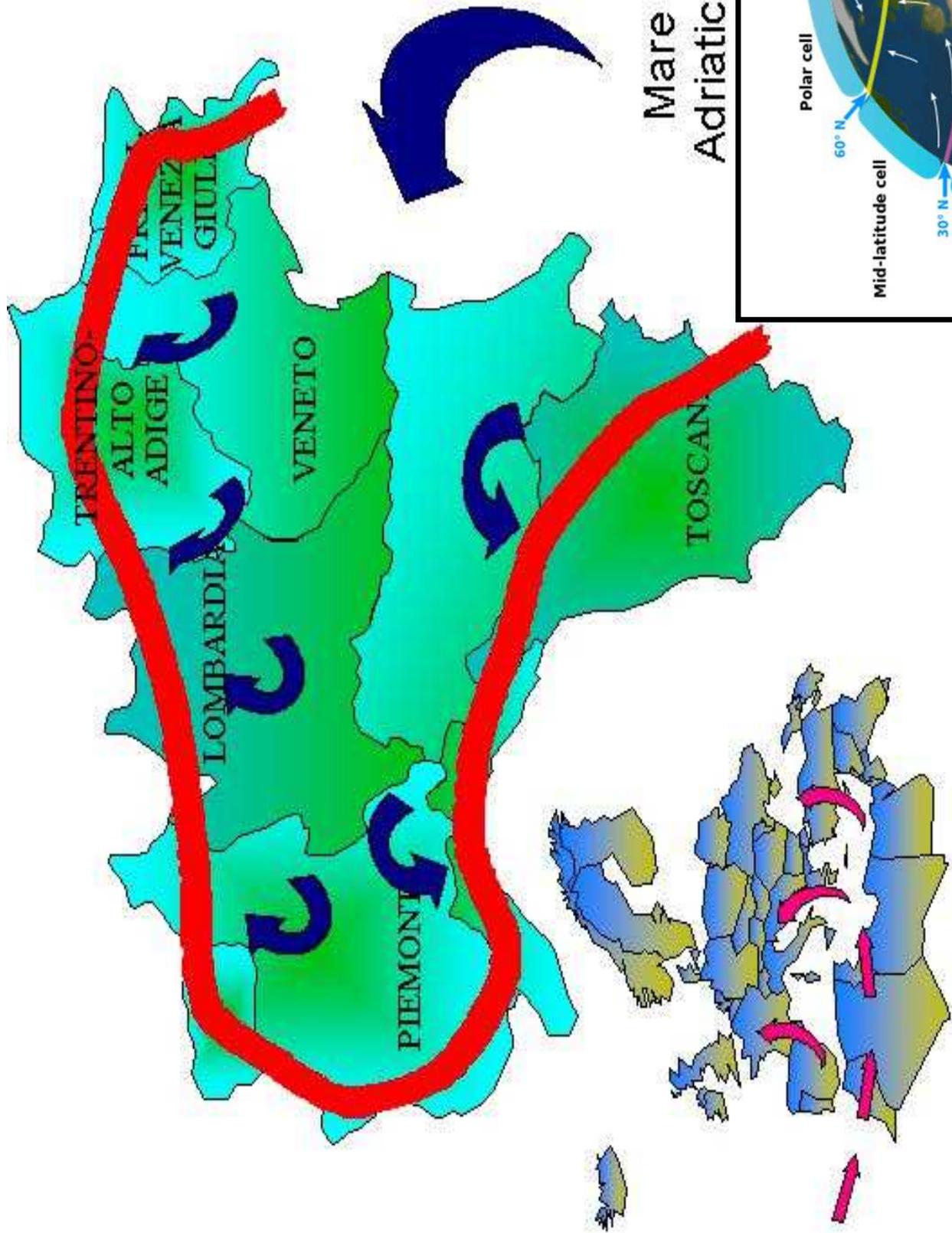


# Andamento delle perturbazioni durante il periodo invernale



# Andamento delle perturbazioni nell'emisfero nord









Esondazione a Borgo Ticino (Pavia)





**Grazie per l'attenzione**