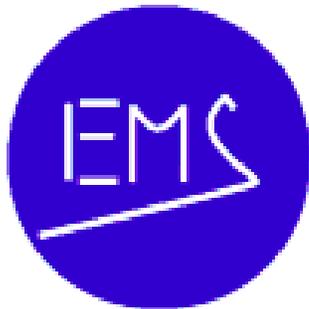




*IV Corso di meteorologia e clima in Friuli Venezia Giulia
Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia – ONLUS*

UDINE, ottobre - novembre 2011

www.umfvg.org



*UMFVG è affiliata alla **European Meteorological Society***

www.emetsoc.org



Istituto di Scienze Marine – Consiglio Nazionale delle Ricerche

www.ismar.cnr.it



ISMAR – CNR
www.ismar.cnr.it

*IV Corso di meteorologia e clima in Friuli Venezia Giulia
Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia - ONLUS*



2 parole sul clima *Introduzione alla climatologia*



Renato R. Colucci

*Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Scienze Marine – TRIESTE*

Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia

www.umfvg.org



*UMFVG è affiliata alla
European Meteorological Society*



Primo problema: la lingua italiana

TEMPO

cronologico

meteorologico

english

TIME

WEATHER

deutsch

ZEIT

WETTER

slovensko

✓
CAS

VREME



WEATHERING



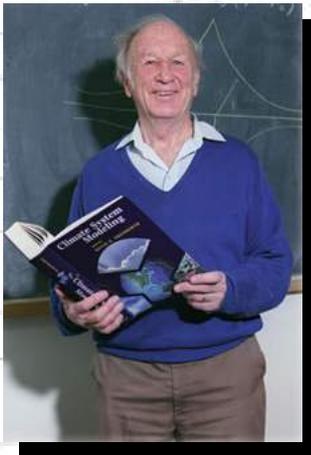


Meteorologia e clima: DIFFERENZE

La coincidenza dei due significati di “tempo” nella lingua italiana è responsabile della confusione che spesso si fa nell’uso delle due parole

METEOROLOGIA

CLIMA



“...Il clima è quello che ti aspetti, il tempo è quello che ti becchi...”

Edward Lorenz, 1917-2008
Matematico e meteorologo USA
Teoria del Caos, “effetto farfalla”



UMFVG è affiliata alla
European Meteorological Society



Meteorologia e clima: DIFFERENZE

CLIMA

Molto probabilmente deriva dal termine greco *klino* ("piegare" o "inclinare"): i greci avevano infatti intuito che la causa responsabile dell'alternanza delle stagioni e del CLIMA alle varie latitudini è l'INCLINAZIONE dell'ASSE TERRESTRE

DEFINIZIONE

Il clima rappresenta la **MEDIA** dei singoli **EVENTI METEOROLOGICI**

Rientra in gioco il tempo "cronologico"

alcune decine di anni, normalmente 30

Successione di manifestazioni atmosferiche quali pioggia, vento, neve ecc... ad una scala temporale molto più piccola

Ore – giorni

METEOROLOGIA





Meteorologia e clima: CAUSE

CLIMA

Influenzato da **CAUSE ESTERNE** al sistema Terra-atmosfera

ESEMPI:

E' probabile che l'aumento della concentrazione dei gas serra (CO_2 , NH_4 , H_2O),
connesso all'attività umana, possa influenzare il clima

E' naturale pensare, ma non altrettanto facile da dimostrare, che l'energia che ci
arriva dal SOLE possa influenzare il sistema

METEOROLOGIA

(variabilità del tempo)

Influenzato da **CAUSE INTERNE** al sistema Terra-atmosfera
connesse alla variabilità del complesso atmosfera-oceani e, in
certi casi, anche della biosfera





Meteorologia e clima: PREDICIBILITA'

In che misura tempo e clima sono prevedibili?

CLIMA : TEMPO METEOROLOGICO = BANCO : ROULETTE

**Prendendo un numero di giocate sufficientemente grande...
...nessuno sa come si comporterà esattamente una roulette ma
fare una statistica delle uscite dei numeri sul lungo termine è
abbastanza semplice; ben più complesso sapere quale numero
uscirà in ogni singola giocata**

LUNGO TERMINE "più sicuro" del BREVE TERMINE

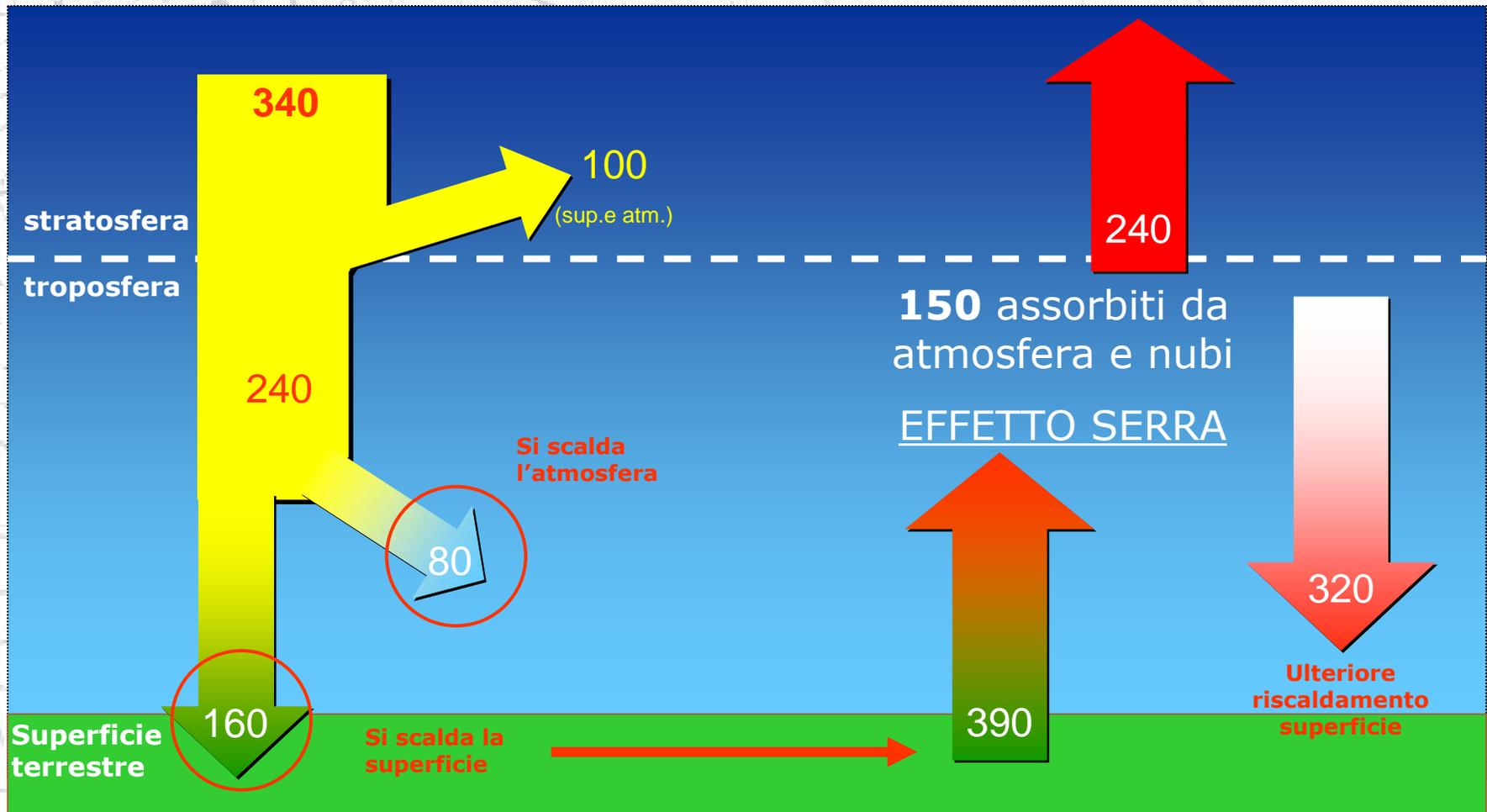
**Paradossalmente, ed in linea di principio quindi, è più
semplice prevedere come sarà il clima fra 50 anni piuttosto
che il tempo che farà fra 1 mese**



Il clima terrestre: BILANCIO ENERGETICO ed EFFETTO SERRA

Radiazione solare

Radiazione infrarossa

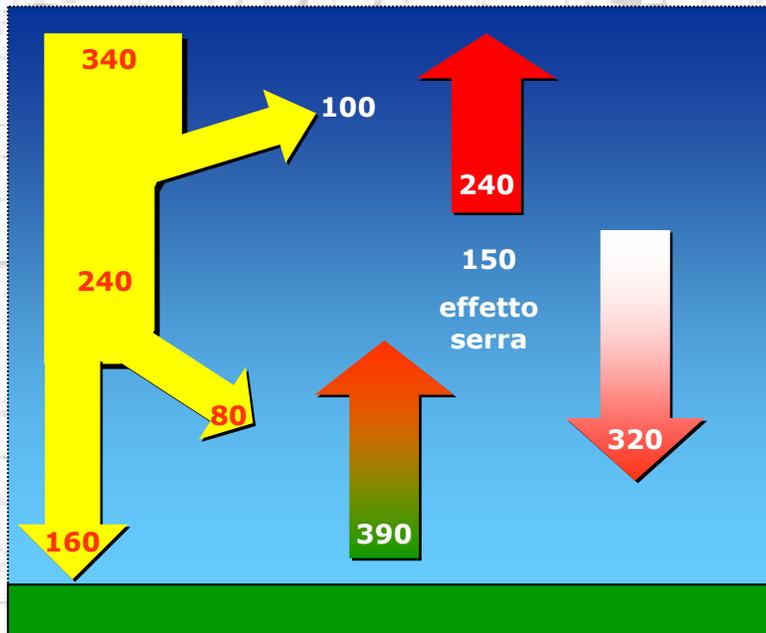


W/m²



UMFVG è affiliata alla
European Meteorological Society

Il clima terrestre: **BILANCIO ENERGETICO** ed **EFFETTO SERRA**



SUPERFICIE

RICEVE 480 W/m²

160 W/m² (Sole) + 320 W/m² (atmosfera)

EMETTE 390 W/m²

Per l'equilibrio mancano **90 W/m²**

Questa perdita è dovuta a 2 processi

Somma del calore perduto per effetto del vento che soffia sulla superficie (**CALORE SENSIBILE**) e dell'acqua che evapora (**CALORE LATENTE**)

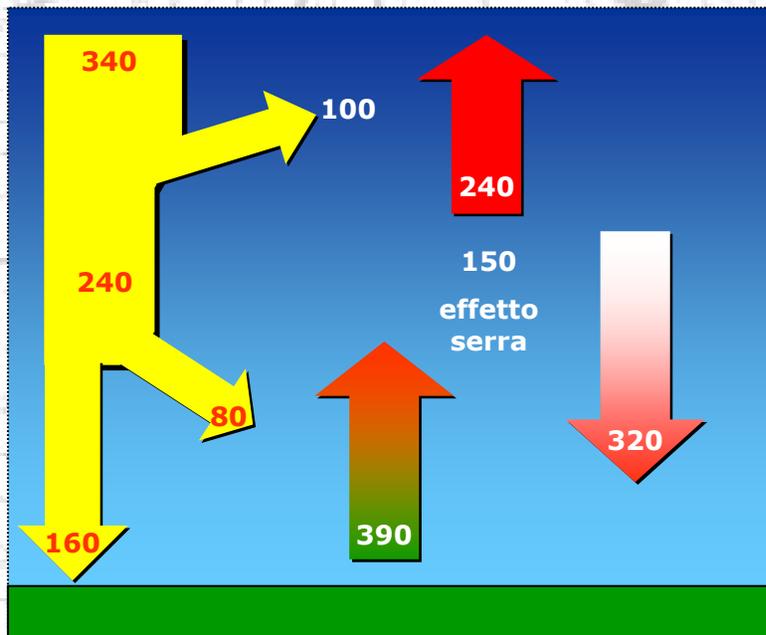
ATMOSFERA

ASSORBE 320 W/m²

80 W/m² (Sole) + 90 W/m² (calore latente e sensibile) + 150 W/m² (radiazione infrarossa)

Esattamente ciò che l'atmosfera riemette verso la superficie (il doppio di quella assorbita dal Sole) che dà un'idea di quanto sia importante l'effetto serra

Il clima terrestre: BILANCIO ENERGETICO ed EFFETTO SERRA



Se non ci fossero i gas ad assorbire radiazione infrarossa il bilancio sarebbe il seguente

Radiazione ricevuta dal Sole

240 W/m² (con riflessione 30%)

Radiazione emessa dalla superficie

240 W/m² (che si perderebbe direttamente nello spazio)

La superficie pertanto si troverebbe alla medesima temperatura delle zone che attualmente emettono la radiazione al di fuori della troposfera, cioè a 10-15 km di altezza, ossia 30-35°C in meno rispetto alla media della superficie terrestre che è di 15°C.

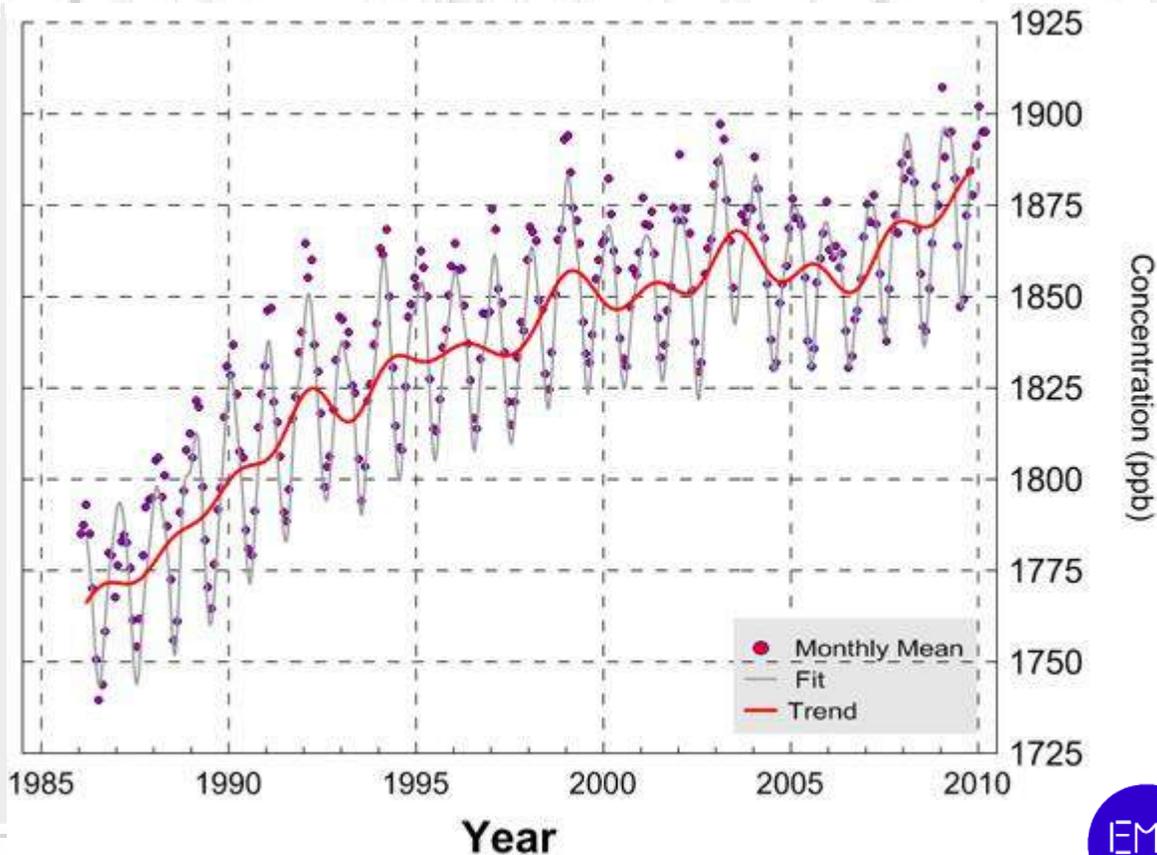
La temperatura terrestre avrebbe quindi una media di **-20°C**

Il clima terrestre: *BILANCIO ENERGETICO* ed *EFFETTO SERRA*

Il gas che attualmente domina l'assorbimento è il **VAPOR D'ACQUA** con **93.5 W/m²**

L' **ANIDRIDE CARBONICA (Biossido di Carbonio)** segue con **50 W/m²**

Ozono, metano, protossido di azoto



Dalla rivoluzione industriale la CO₂ è aumentata da circa **290 ppm** alle attuali **390 ppm** (agosto 2011, Mauna Loa observatory-NOAA ESRL); metano è più che raddoppiato da **0.8 ppm** a **1.7 ppm** e più o meno analogamente si è comportato il N₂O



Il clima terrestre: **EFFETTO SERRA** e **FEEDBACK**

Questi aumenti avrebbero portato solo ad una **piccola variazione** di temperatura a livello globale se non ci fosse stato **l'effetto di amplificazione** causato dal **vapor d'acqua**

FEEDBACK POSITIVO

Atmosfera si scalda per aumento CO₂, CH₄, N₂O



Maggiore quantità di vapore evapora dal mare

Stessa cosa capita in automobile quando fuori piove!

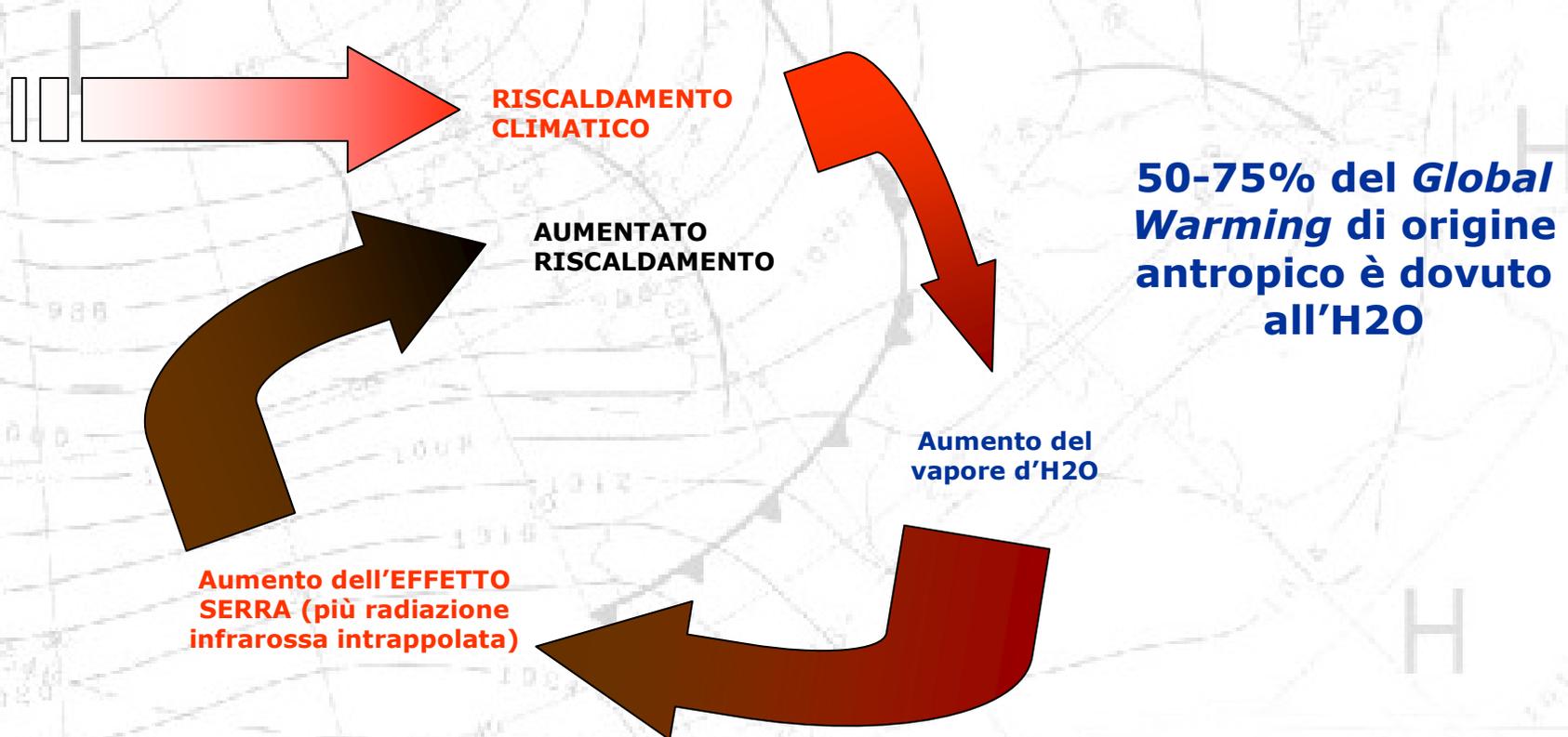
I vetri si appannano, ma se accendo il riscaldamento e **RISCALDO L'AMBIENTE**, l'acqua condensata evapora di nuovo e i finestrini si "disappannano"

Il problema è che **con un ambiente più caldo** ho **maggiore concentrazione di vapore H₂O in atmosfera a disposizione per le precipitazioni**



Il clima terrestre: **EFFETTO SERRA** e **FEEDBACK**

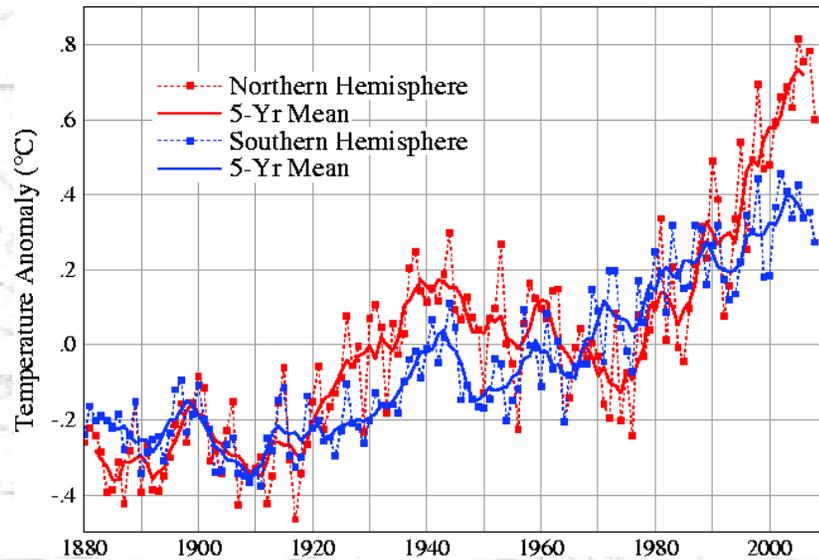
Il meccanismo di **FEEDBACK POSITIVO** è così efficiente da **amplificare l'effetto iniziale di 2-3 volte**



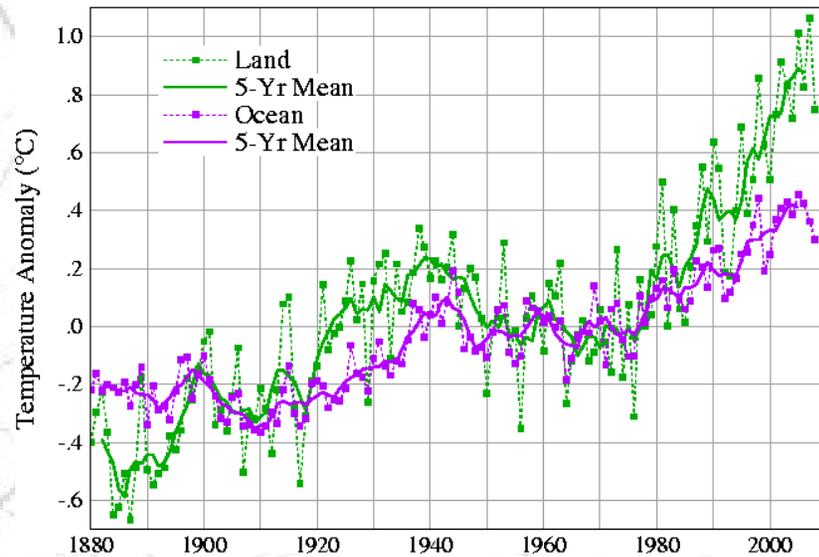
Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE

II RISCALDAMENTO GLOBALE è un dato di fatto INCONTROVERTIBILE

Hemispheric Temperature Change



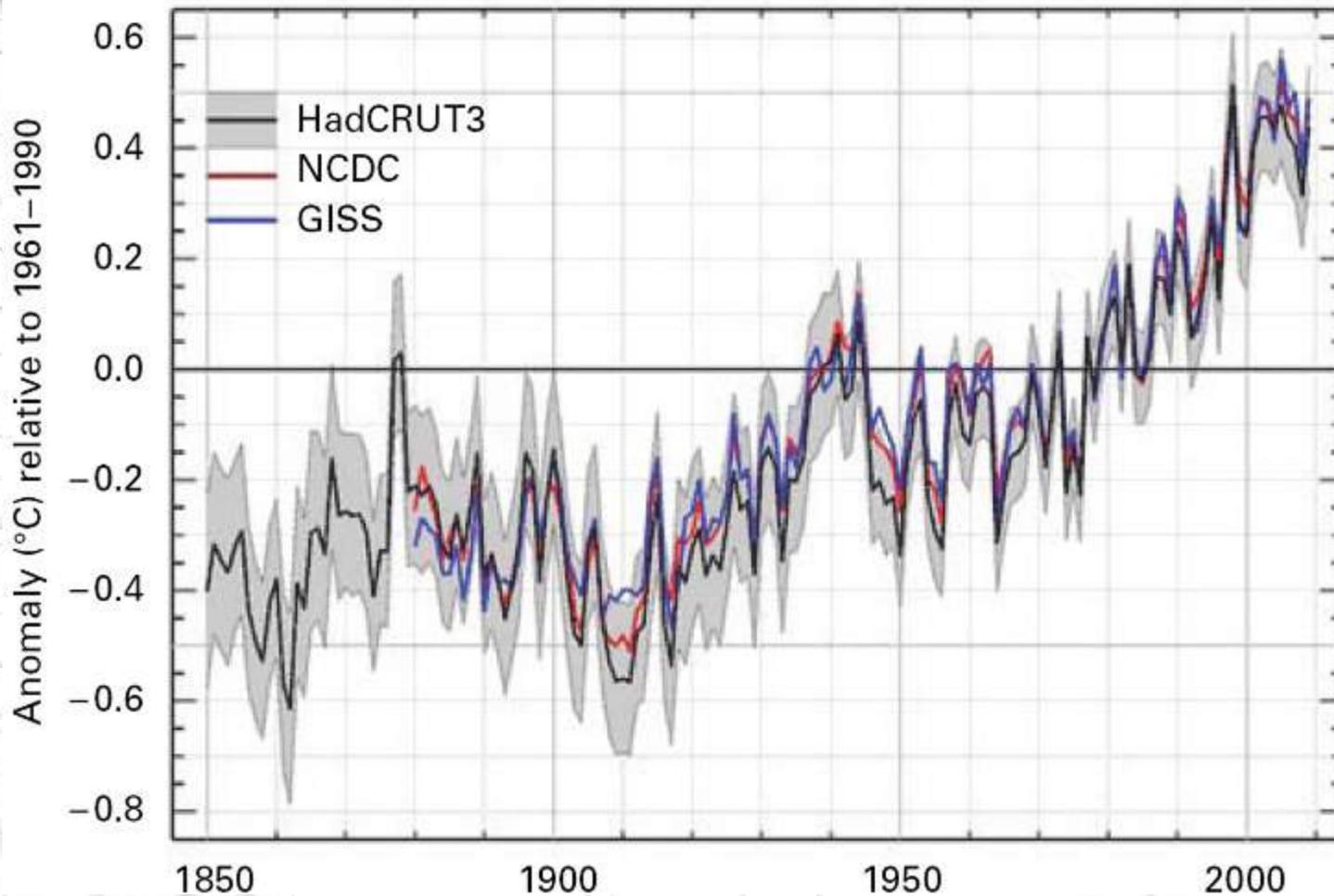
Land and Ocean Temperature Changes



Nasa courtesy

Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE

II RISCALDAMENTO GLOBALE è un dato di fatto **INCONTROVERTIBILE**



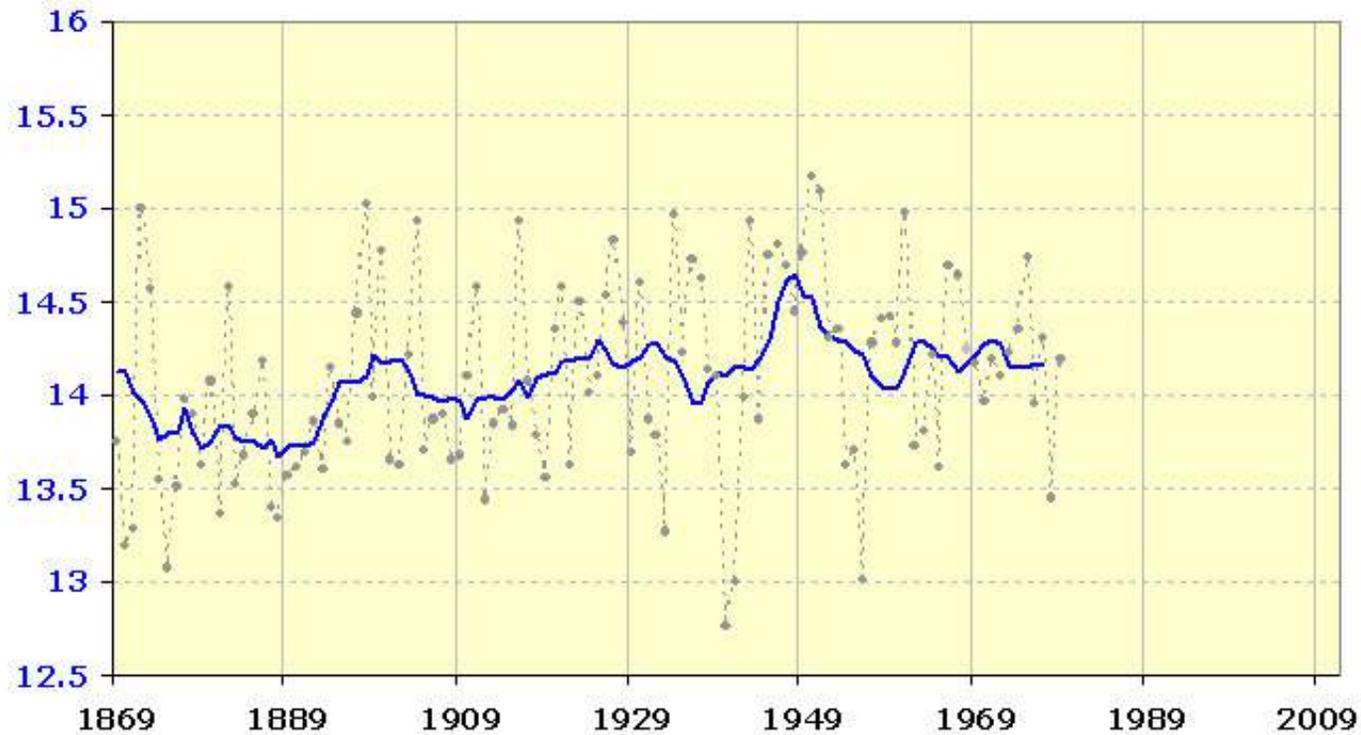
courtesy



Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE

II RISCALDAMENTO GLOBALE è un dato di fatto INCONTROVERTIBILE

Temperatura media dell'anno a Trieste
periodo 1869-2009; dati CNR- ISMAR Trieste

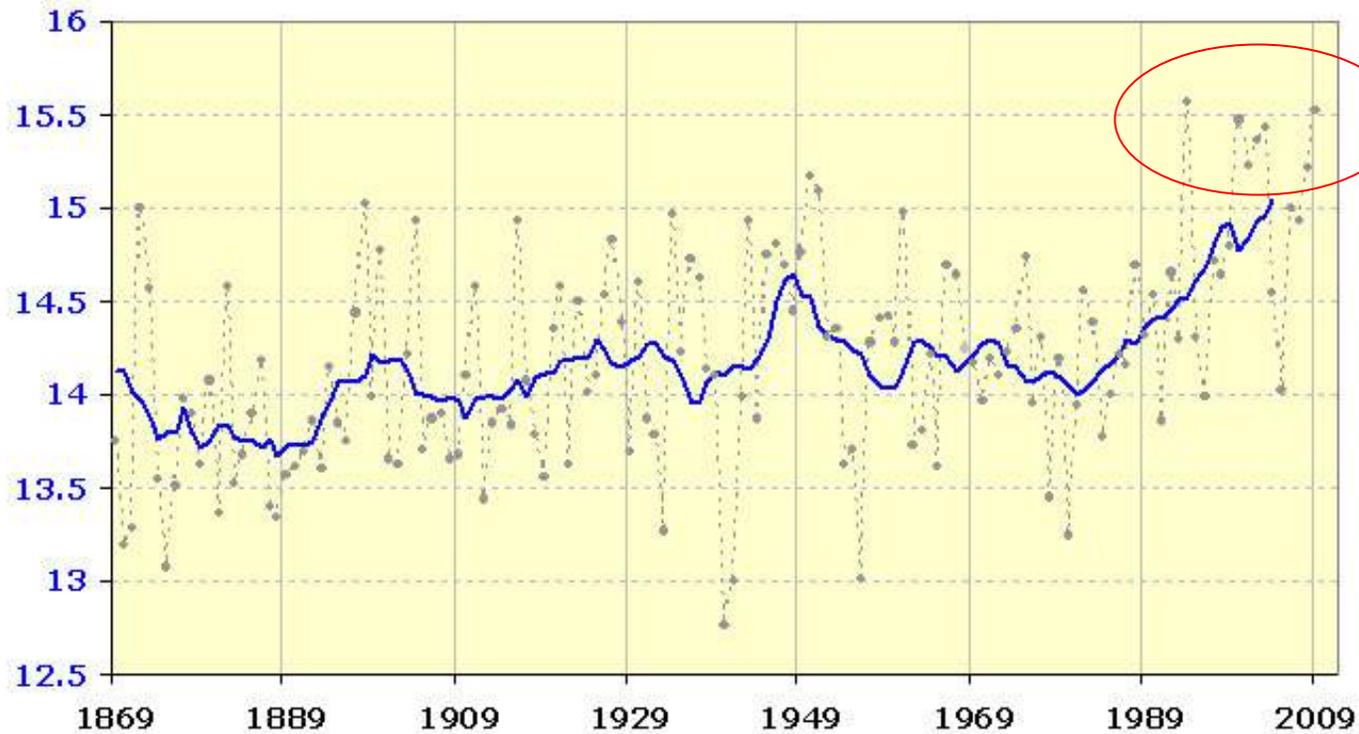




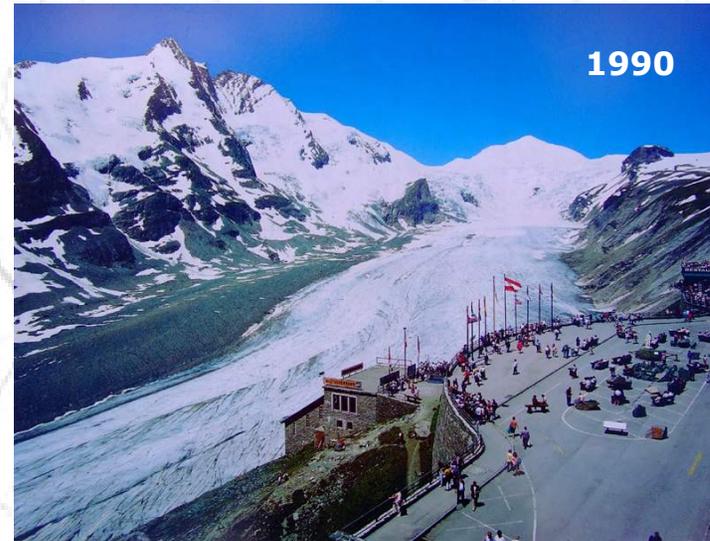
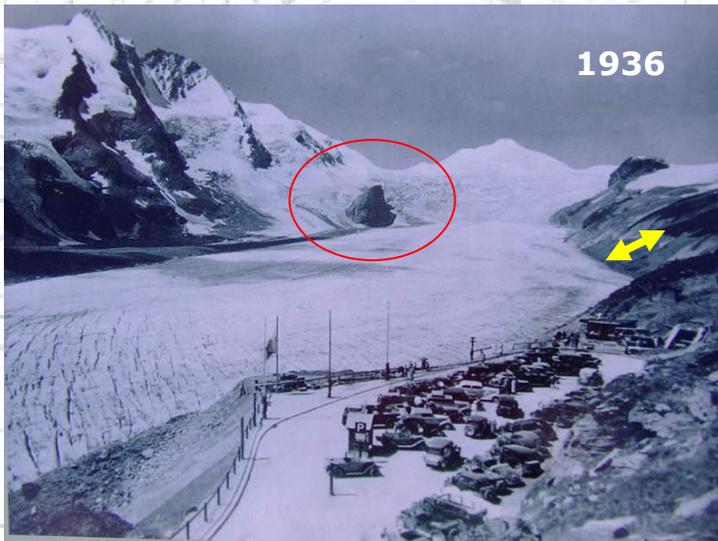
Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE

II RISCALDAMENTO GLOBALE è un dato di fatto INCONTROVERTIBILE

Temperatura media dell'anno a Trieste
periodo 1869-2009; dati CNR- ISMAR Trieste



Svariate evidenze oltre ai dati strumentali



Giacciaio del Pasterze – gruppo del Grossglockner (Austria)



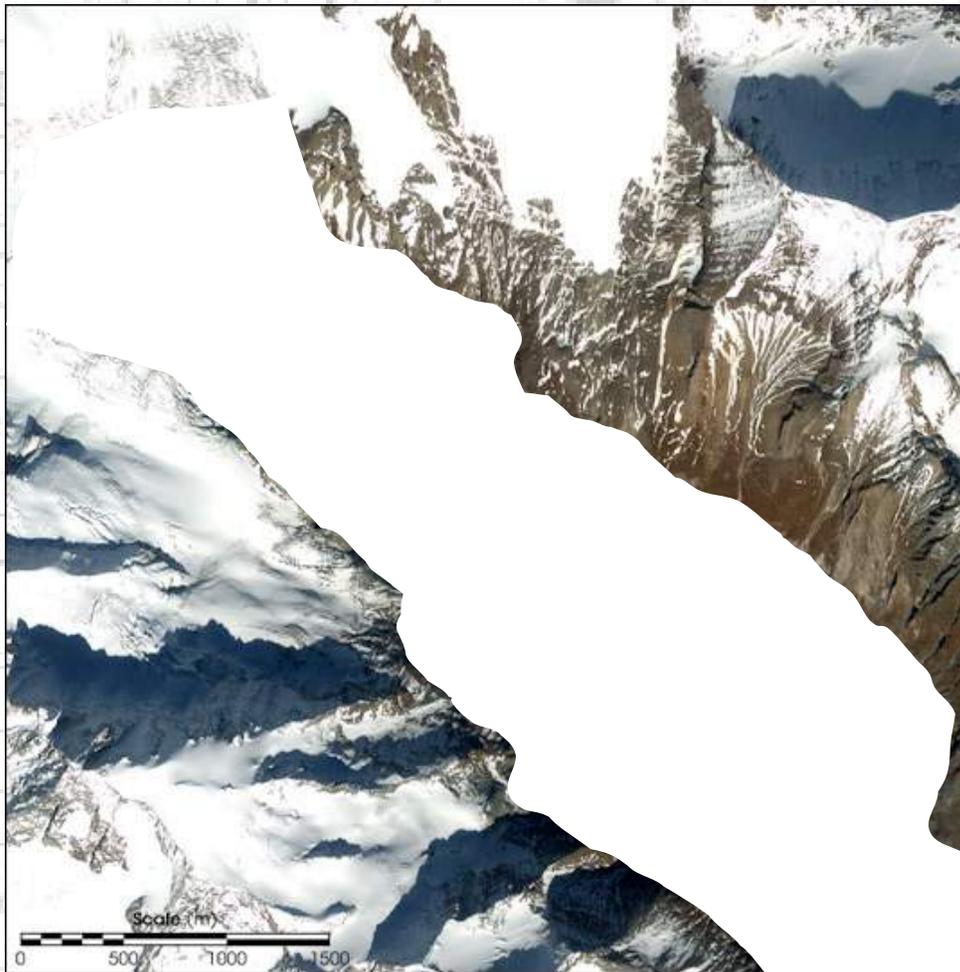
Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE



Giacciaio del Pasterze – gruppo del Grossglockner (Austria)



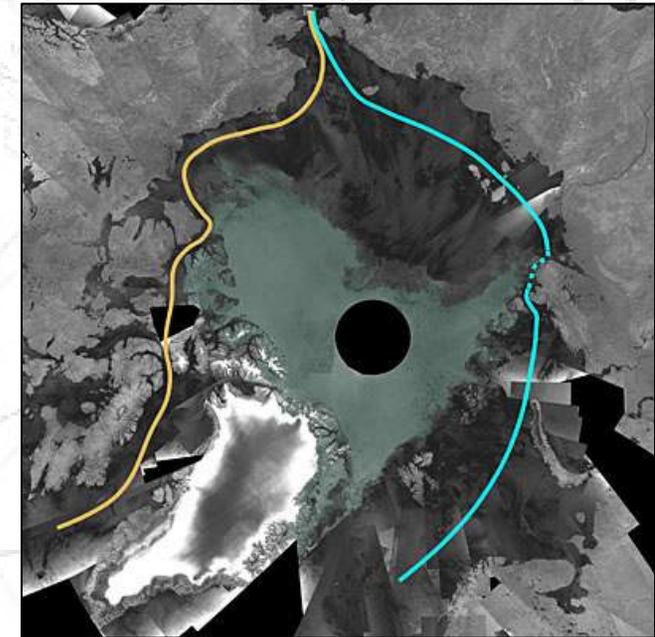
Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE



Giacciaio del Pasterze – gruppo del Grossglockner (Austria)

Praticamente il **100% degli apparati glaciali terrestri** (Antartide esclusa) si trova nella medesima situazione

Nel 2008 si aprono contemporaneamente il “**passaggio a NW**” ed “**il passaggio a NE**”





ISMAR – CNR
www.ismar.cnr.it

IV Corso di meteorologia e clima in Friuli Venezia Giulia Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia - ONLUS



A.Ferrucci - 30 luglio 1893



R.R.Colucci - 08 settembre 2011

Giacciai del Canin – (FVG)



UMFVG è affiliata alla
European Meteorological Society

Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE

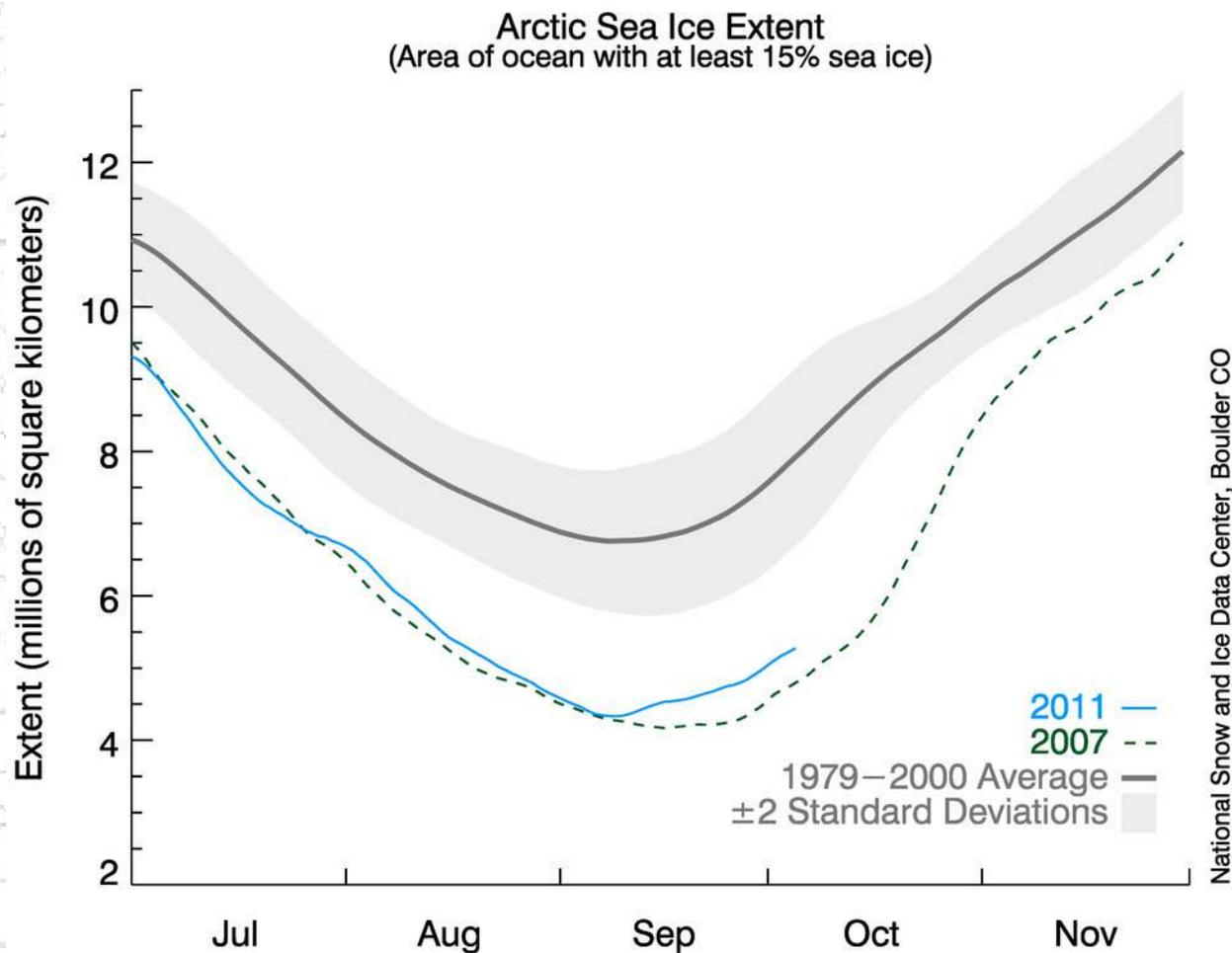


Minimum extent
of ice cover 2005

Median minimum extent
of ice cover (1979-2000)

La riduzione della calotta artica negli ultimi 25-30 anni

Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE



05 Oct 2011

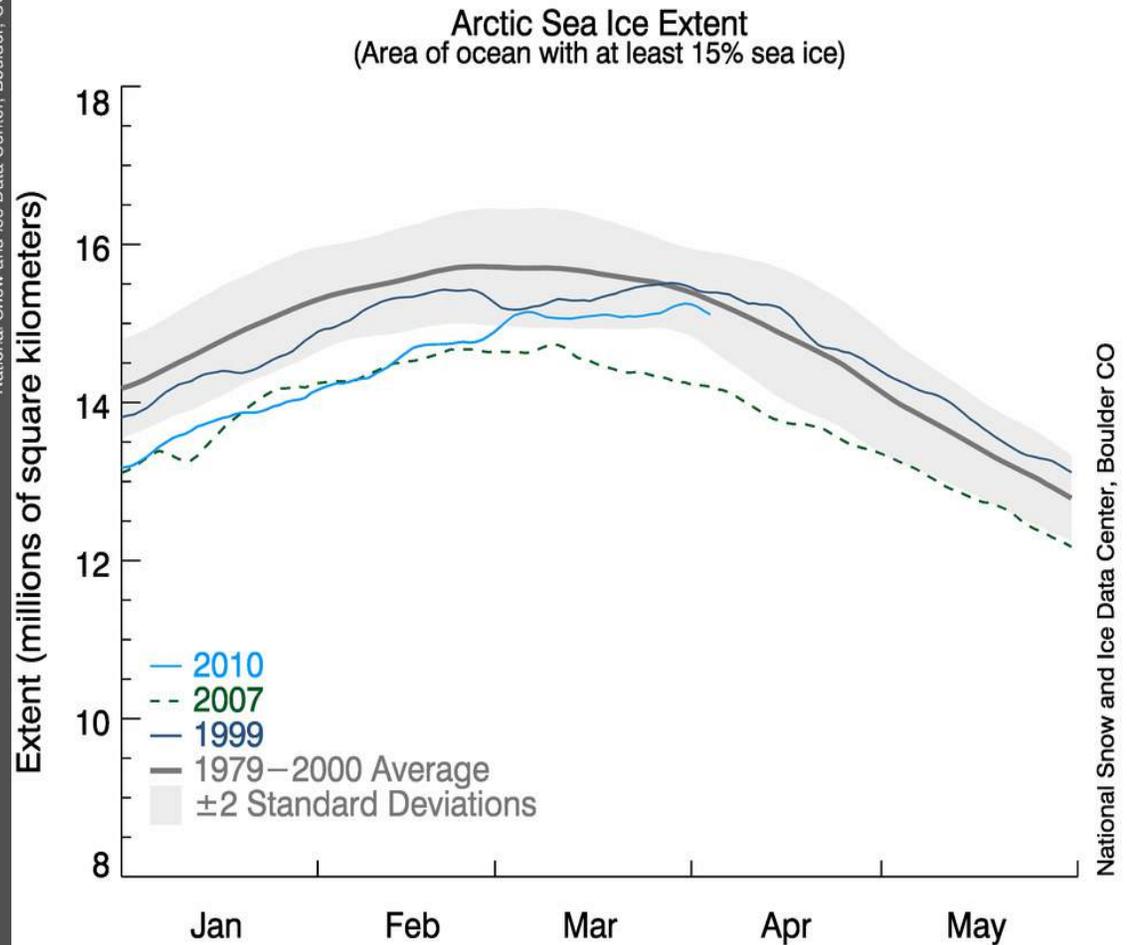
La calotta artica nel periodo di fusione estiva 2011



UMFVG è affiliata alla
European Meteorological Society



Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE



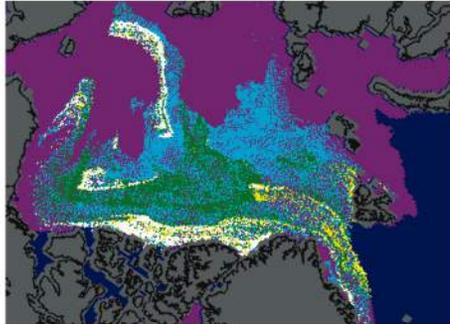
04 Apr 2010



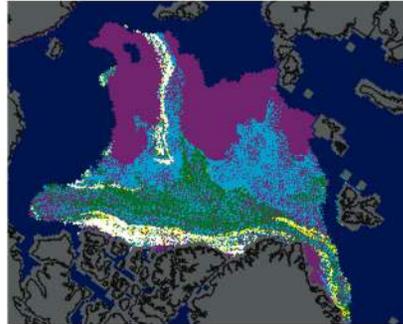


Arctic Ice Age Change
Summer 2011

March 2011

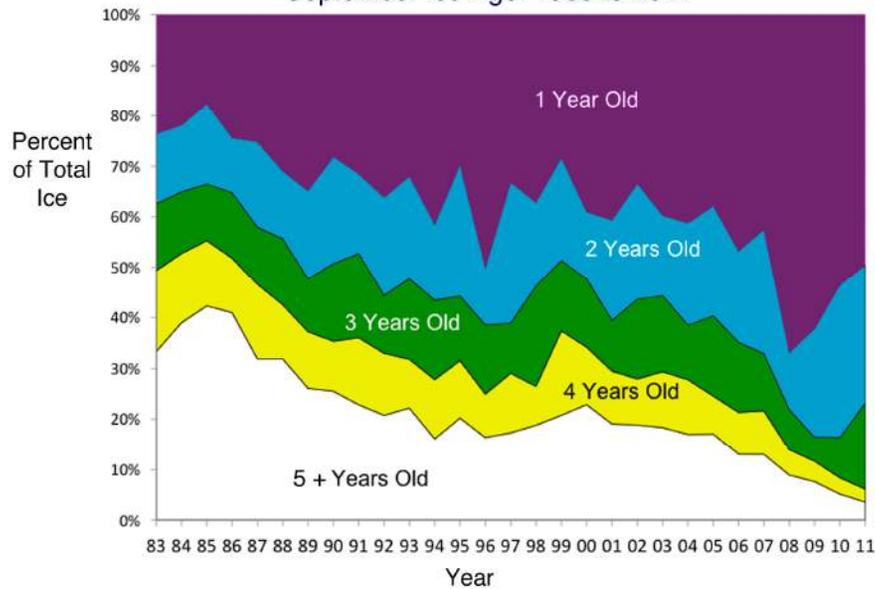


September 2011



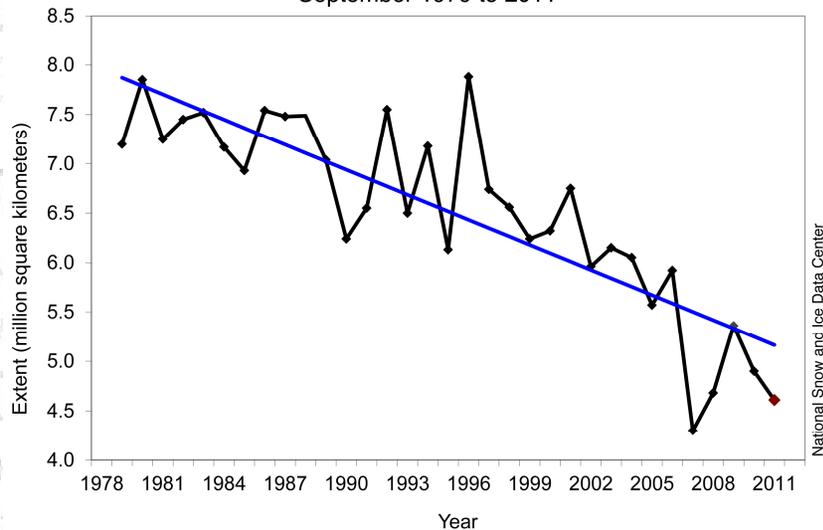
NSIDC courtesy J. Maslanik, C. Fowler, and M. Tschudi, University of Colorado Boulder

September Ice Age: 1983 to 2011

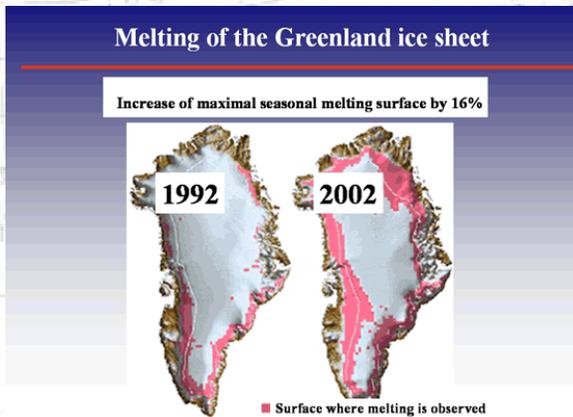
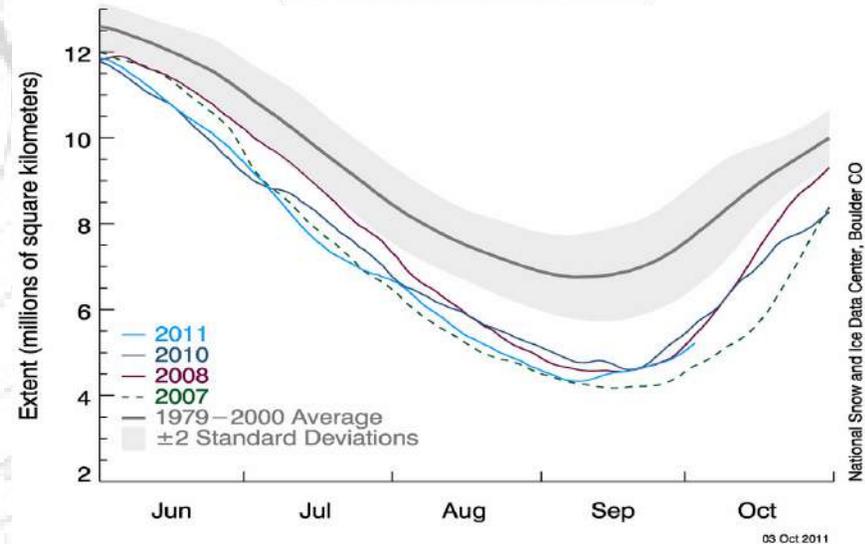


Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE

Average Monthly Arctic Sea Ice Extent
September 1979 to 2011



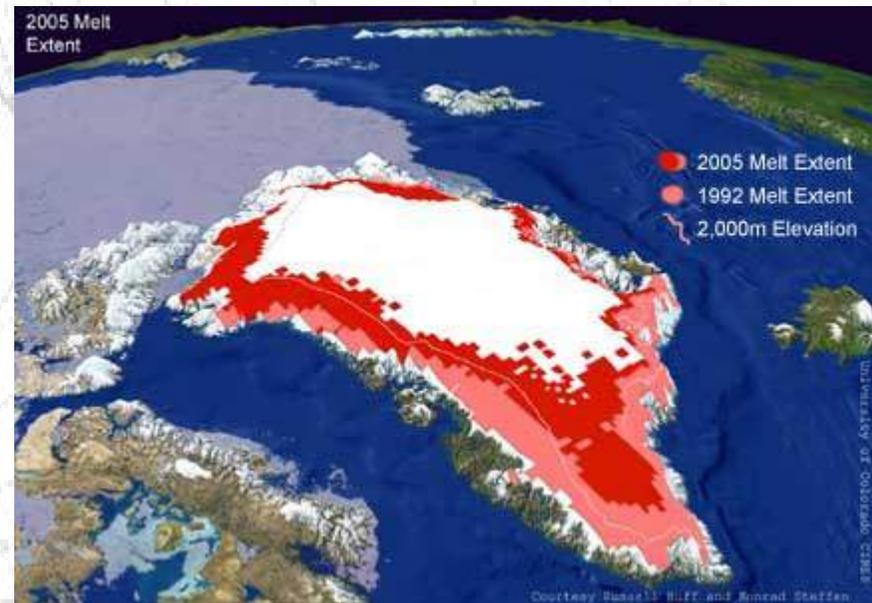
Arctic Sea Ice Extent
(Area of ocean with at least 15% sea ice)



La calotta groenlandese è attualmente un **OSSERVATO SPECIALE** in quanto potrebbe portare potenzialmente al concretizzarsi di scenari ad elevato impatto ambientale

Le zone a fusione stagionale si sono incrementate molto negli ultimi 20 anni

Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE

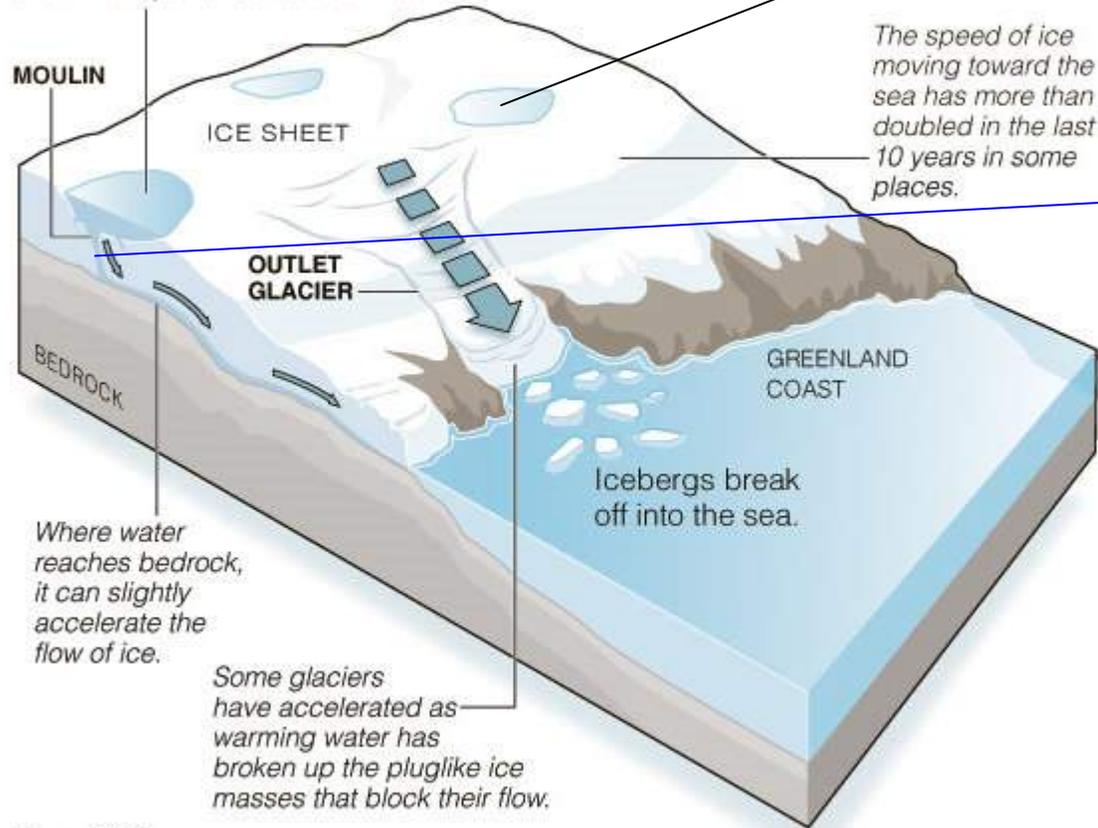


Pozzi glaciocarsici accelerano il processo di fusione che, in questo modo, continua anche durante la stagione invernale

Slipping Away

Greenland is losing ice faster than it can be replaced through snowfall.

MELTWATER LAKES form in the spring. Water widens cracks in the ice, forming drainlike apertures called moulins.



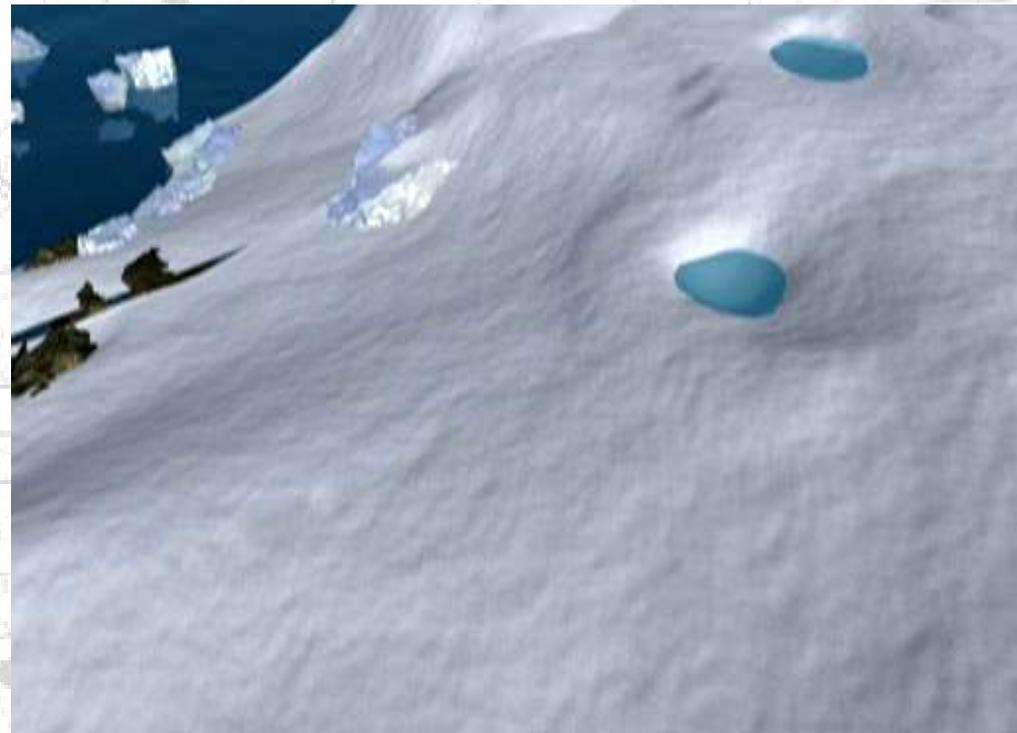
Source: NASA

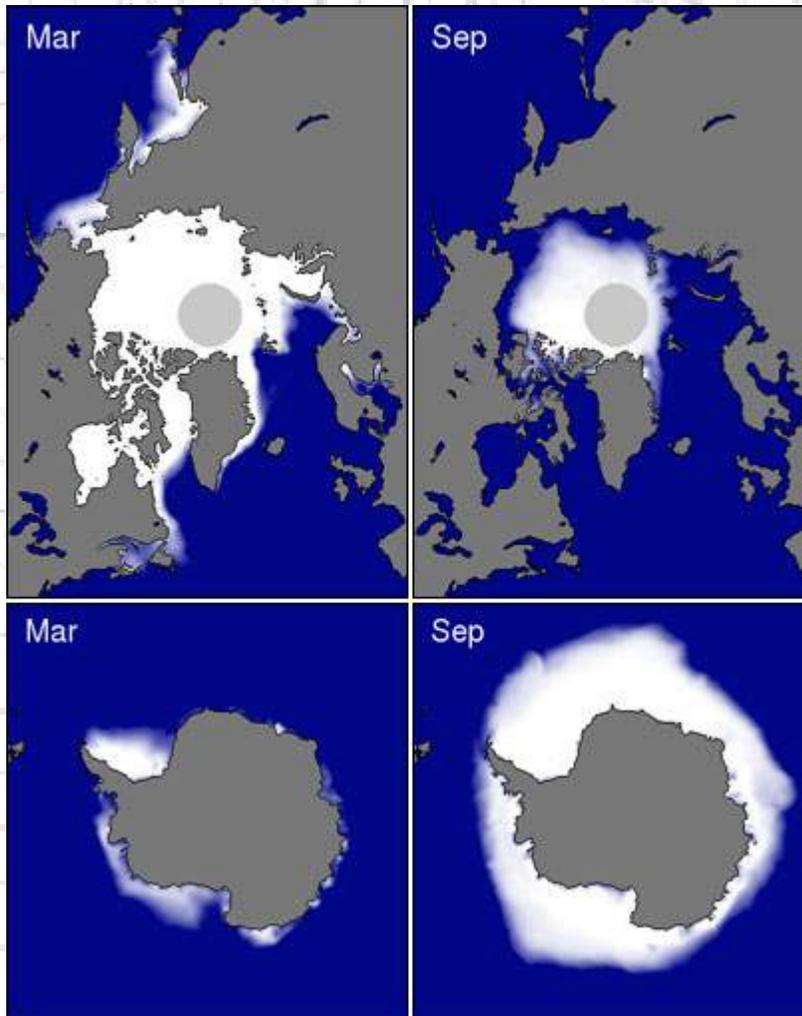
THE NEW YORK TIMES



Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE

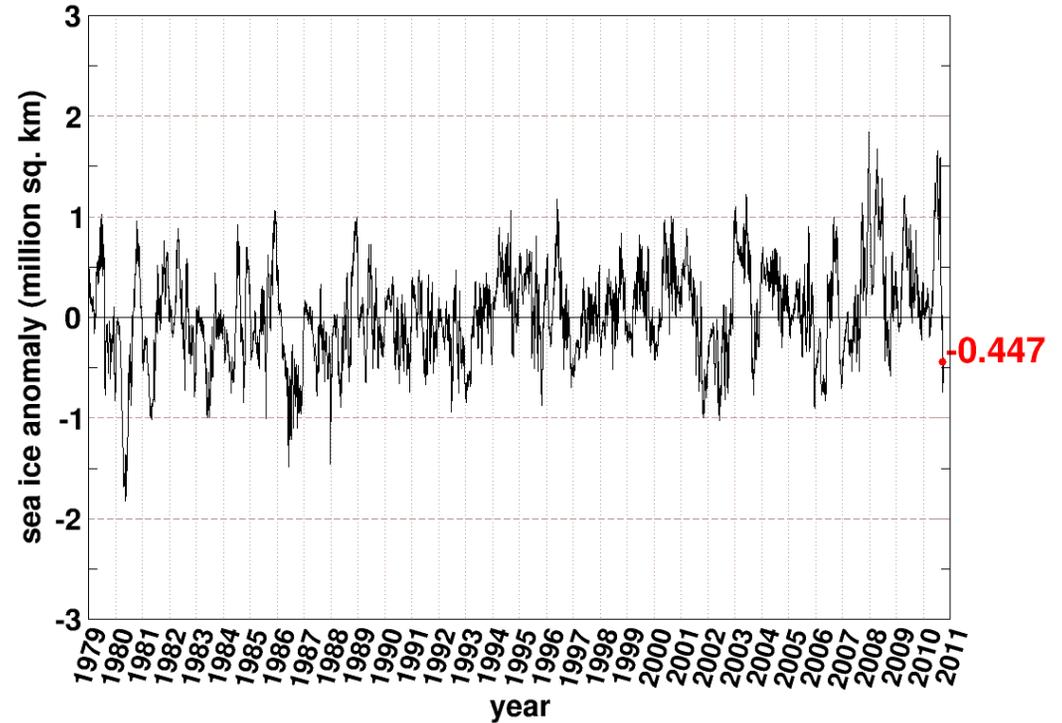
Pozzi glaciocarsici accelerano il processo di fusione che, in questo modo, continua anche durante la stagione invernale





Southern Hemisphere Sea Ice Anomaly

Anomaly from 1979-2008 mean



ANTARTIDE in controtendenza rispetto al resto del globo



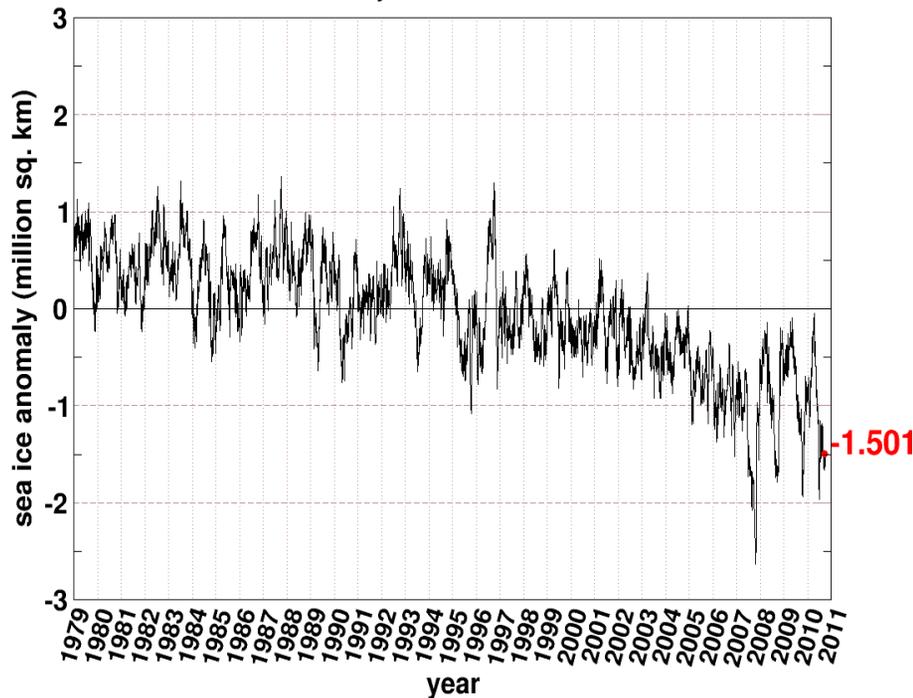
UMFVG è affiliata alla
European Meteorological Society



Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE

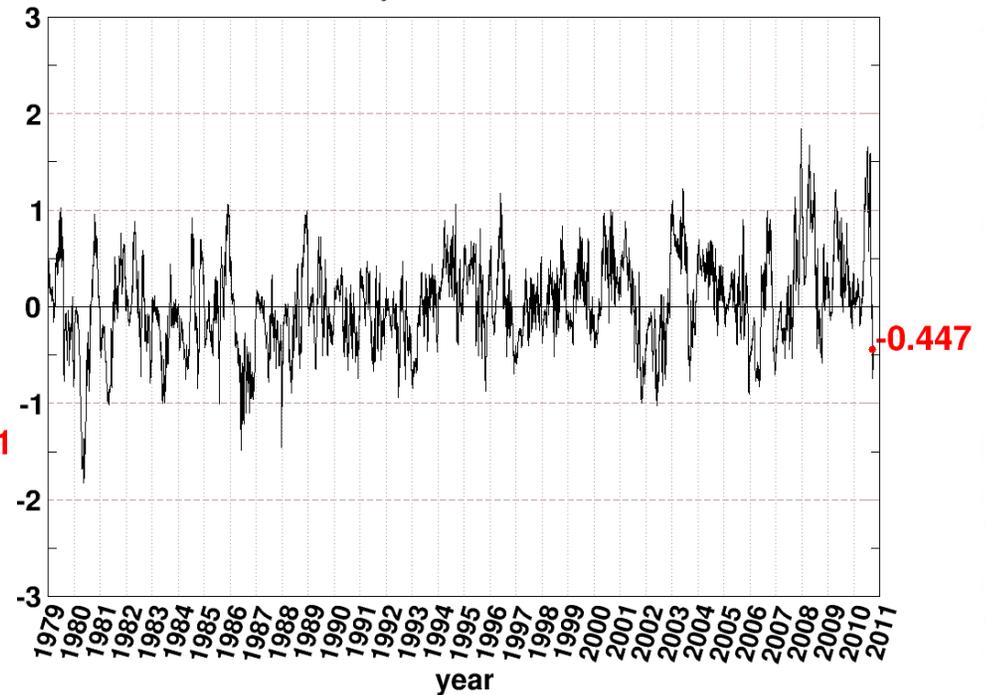
Northern Hemisphere Sea Ice Anomaly

Anomaly from 1979-2008 mean



Southern Hemisphere Sea Ice Anomaly

Anomaly from 1979-2008 mean

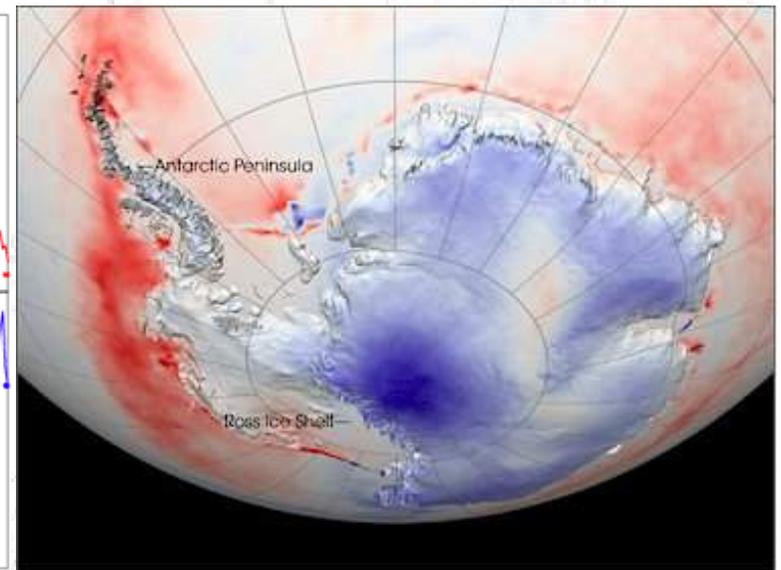
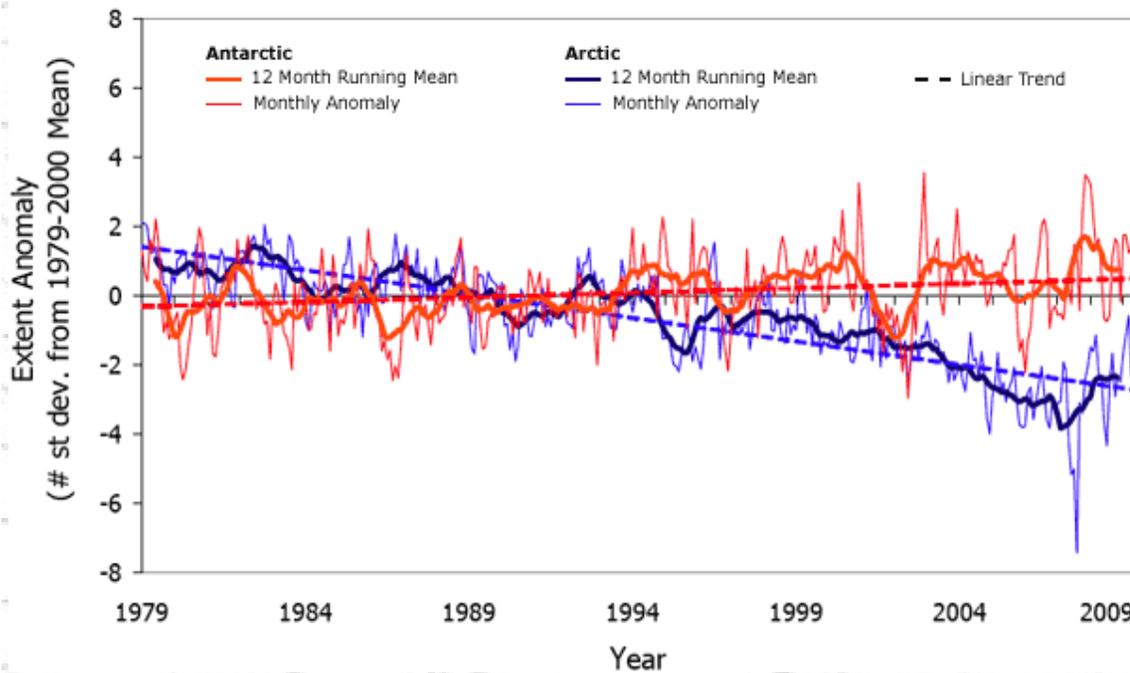


Le anomalie artiche a confronto (fonte NASA)



Il clima terrestre: RISCALDAMENTO GLOBALE

Arctic and Antarctic Standardized Anomalies and Trends
Jan 1979 - Jul 2009



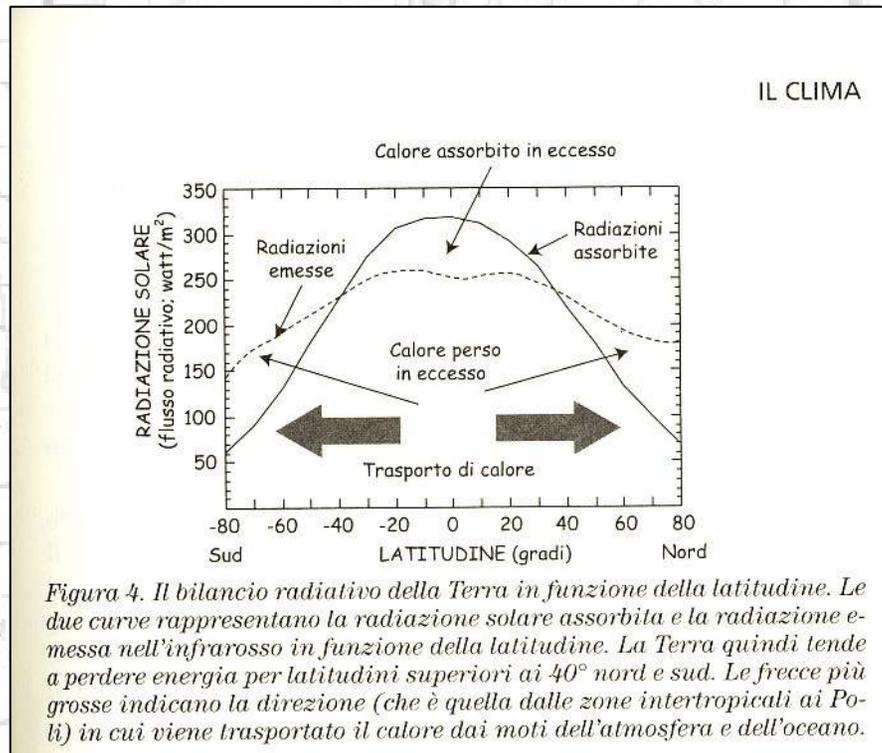
Temperature Trends ($^{\circ}\text{C}$ per year)
-0.2 -0.1 0.0 0.1 0.2

Le **anomalie artiche** a confronto (fonte NASA)

Il clima terrestre: le dinamiche atmosferiche

Il **BILANCIO ENERGETICO** discusso in precedenza si riferiva ad un valore **MEDIO GLOBALE**

Le **ZONE TROPICALI** ricevono **MAGGIORE ENERGIA**

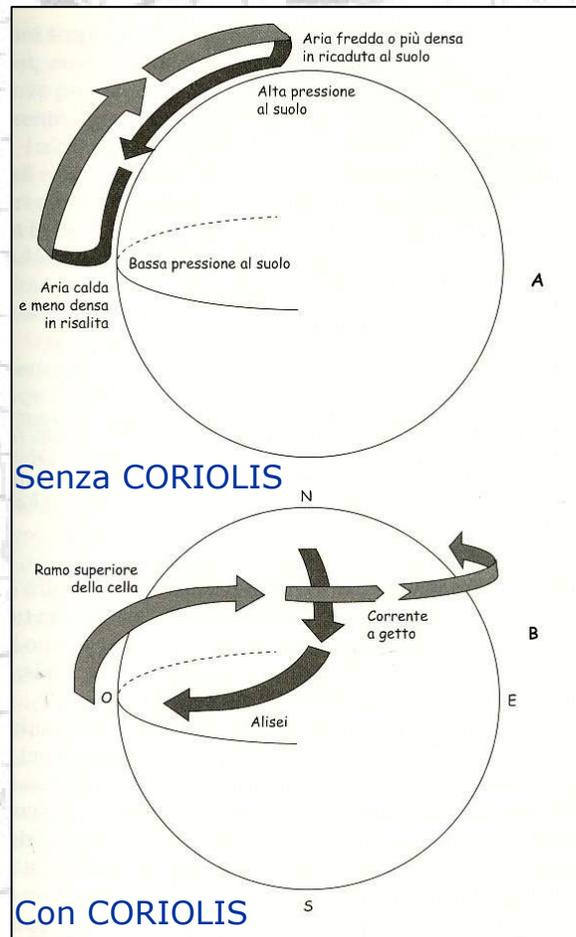


Le **REGIONI TROPICALI** cedono la loro energia a quelle extratropicali attraverso la **CIRCOLAZIONE OCEANICA** e la **CIRCOLAZIONE ATMOSFERICA**

Questo **TRASPORTO DI CALORE** viene diviso **in parti uguali** tra atmosfera ed oceano

Il clima terrestre: le dinamiche atmosferiche

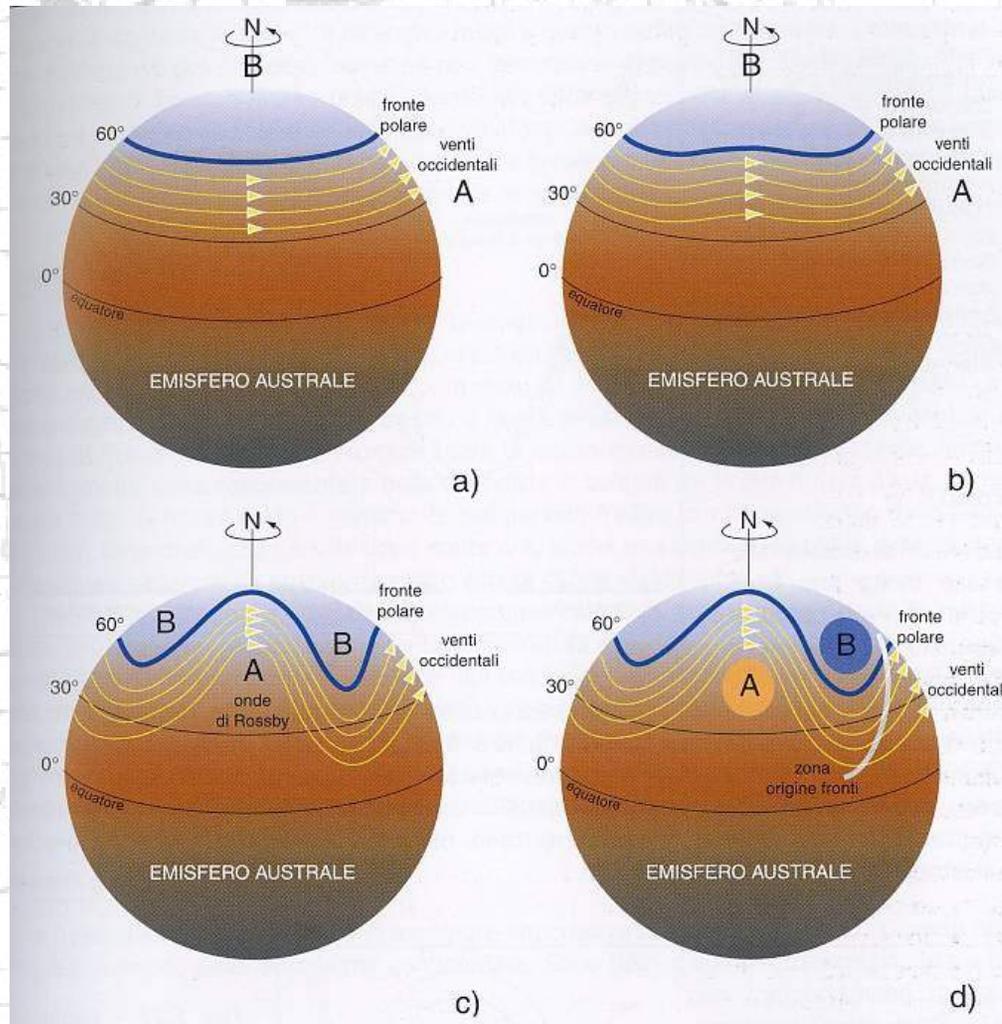
La **CIRCOLAZIONE ATMOSFERICA**



Lo scambio di calore e la forza di Coriolis mantengono attive **3 celle principali** i cui confini sono sede delle **corrente a getto polare (60°N)** e **subtropicale (30°N)**

Il clima terrestre: le dinamiche atmosferiche

La **CIRCOLAZIONE ATMOSFERICA**



L'**alta velocità** delle correnti e getto (anche 400 km/h), ma soprattutto la **rapidità** con cui essa varia a seconda della **quota** e della **latitudine**, la rendono **instabile**; si generano quindi delle onde (ONDE DI ROSSBY) che si propagano lungo il **flusso zonale (W→E)**

Queste onde corrispondono ai **sistemi di bassa pressione** che attraversano l'Europa

Il clima terrestre: le dinamiche oceaniche

La CIRCOLAZIONE OCEANICA

COME FUNZIONA IL SISTEMA

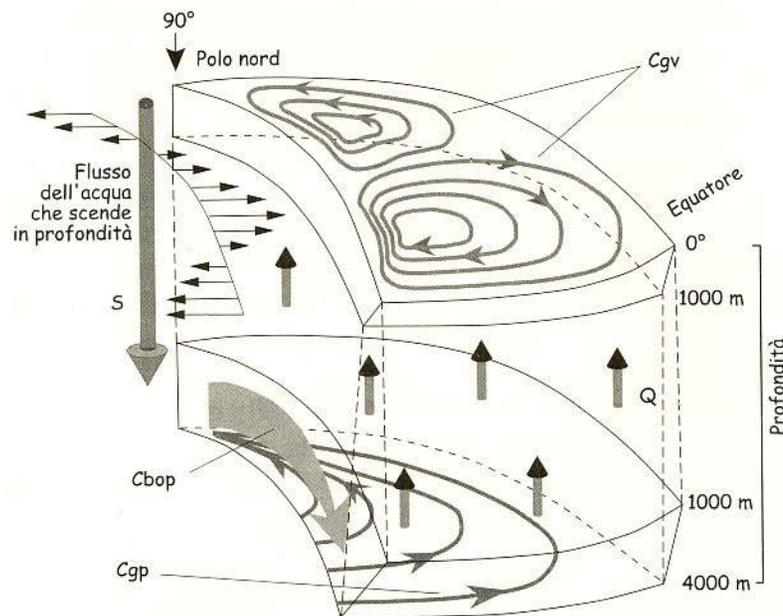
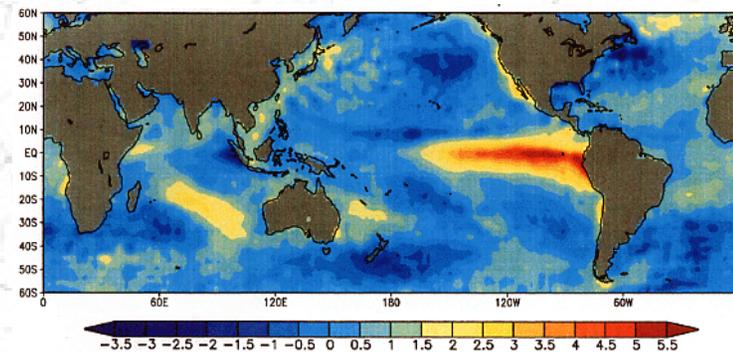


Figura 7. Una raffigurazione schematica della circolazione dell'oceano ai vari livelli. In superficie si possono individuare due giri (vortici) generati dall'interazione dei venti, indicati a destra in alto con la sigla Cgv (circolazione di giri prodotti dal vento). Queste correnti si intensificano sulle coste occidentali dei continenti. La sorgente di acqua profonda S alimenta la circolazione di fondo dell'oceano costituita da una circolazione di bordo dell'oceano profondo (Cbop) e da una corrente geostrofica profonda (Cgp). Questa corrente si muove verso nord e contemporaneamente verso l'alto creando un flusso continuo Q che bilancia la sorgente S. La figura è adattata da Stocker, 1996.

La **circolazione oceanica** è decisamente più **complessa** di quella atmosferica. In **superficie** le correnti sono generate dall'interazione dell'atmosfera con l'oceano (**VENTI**)

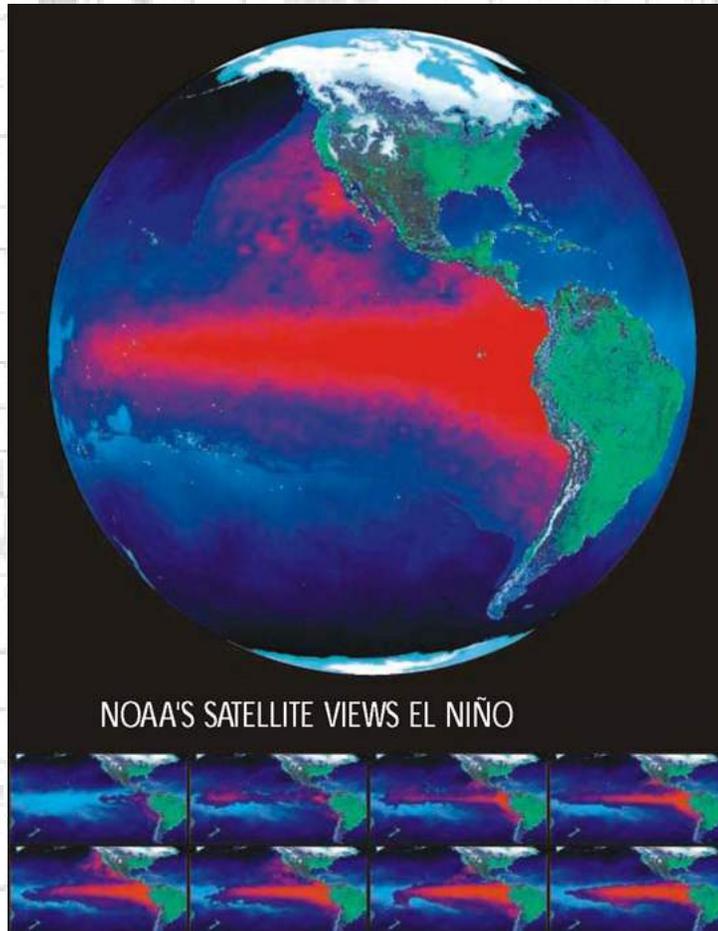
ENSO (El Nino Southern Oscillation)

Riscaldamento delle acque superficiali della parte orientale dell'Oceano Pacifico equatoriale



Il clima terrestre: le dinamiche oceaniche

La **CIRCOLAZIONE OCEANICA**

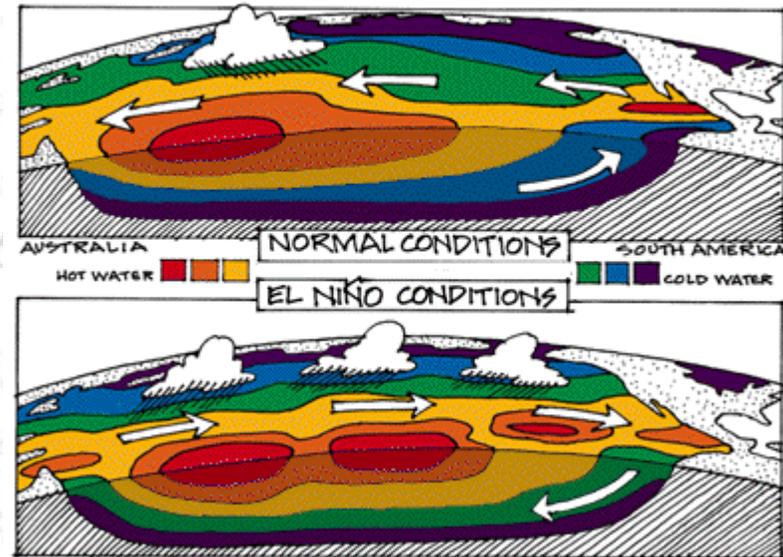


(El Niño Southern Oscillation)

Situazione normale **UPWELLING** per alisei orientali con richiamo di acque fredde ricche di sostanze nutritive. Se gli alisei si affievoliscono la corrente rallenta e le coste, prima fresche e pescose, diventano più calde

➤ **Evaporazione => rafforzamento Cella di HADLEY**

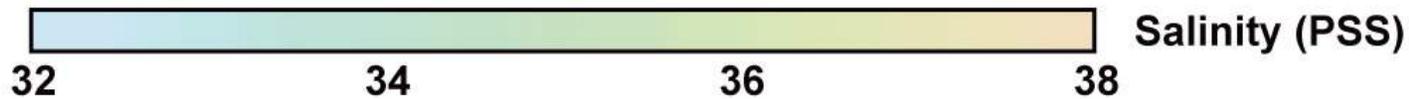
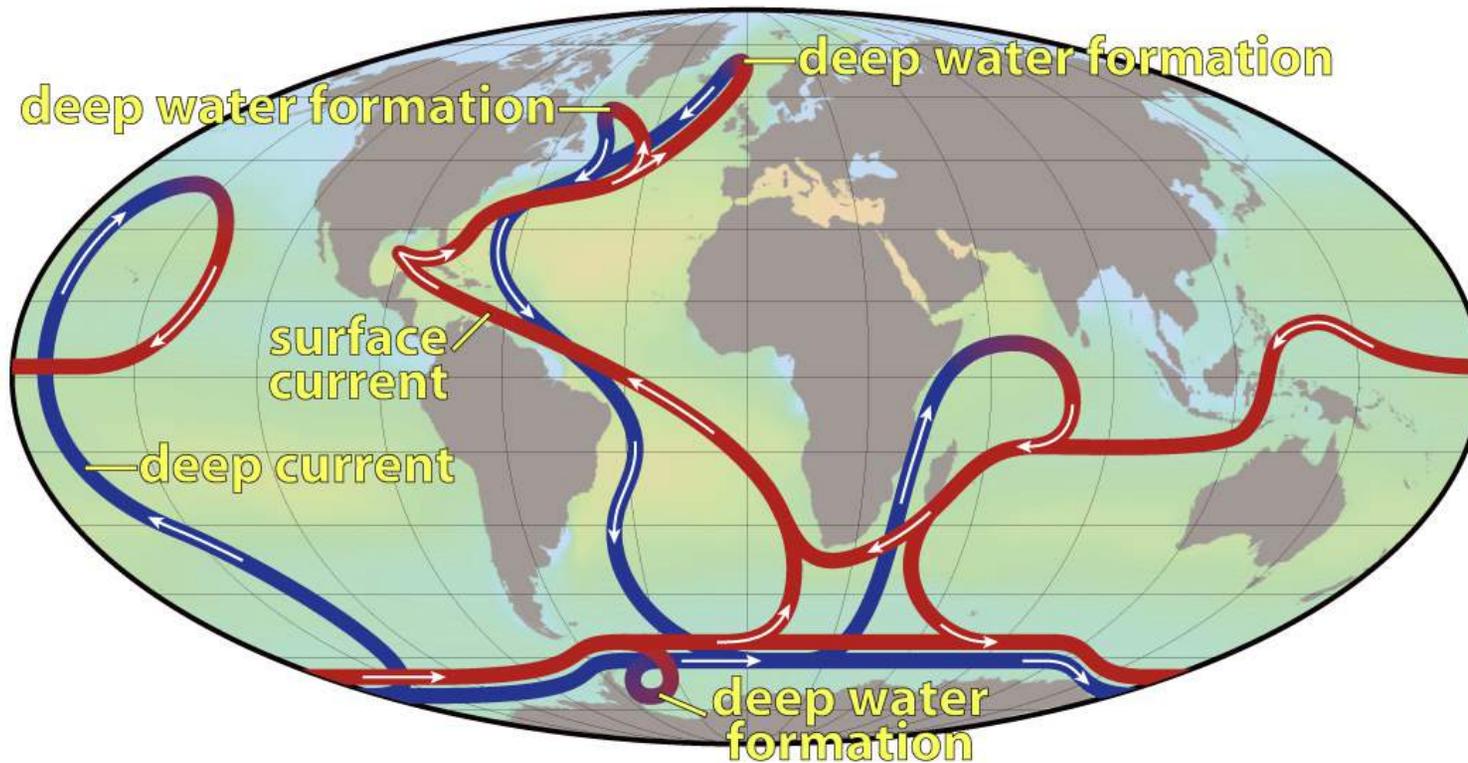
=> **Rinforzo alisei** ad essa collegati



Il clima terrestre: le dinamiche oceaniche

La **CIRCOLAZIONE OCEANICA**

Thermohaline Circulation



1000 anni per percorrere l'interno nastro trasportatore

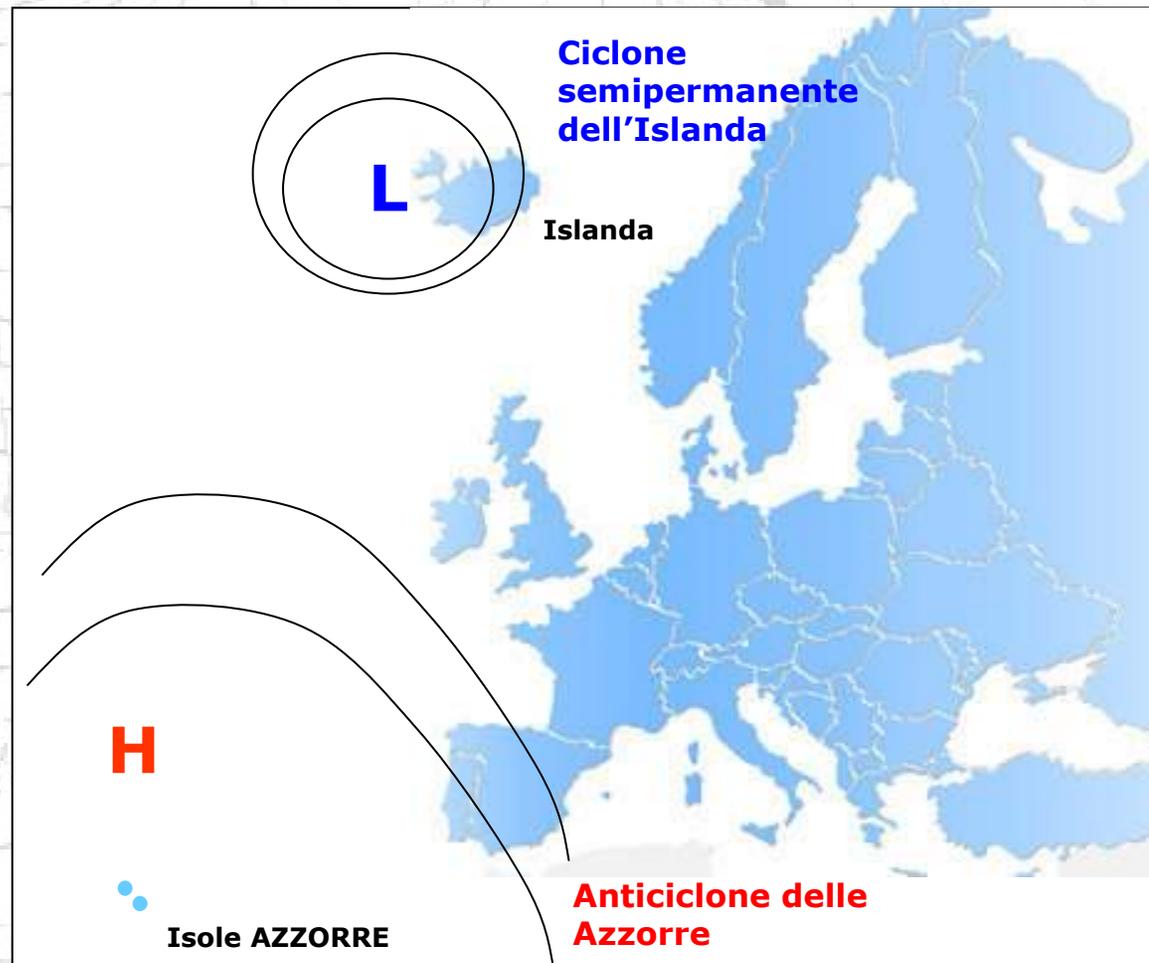


UMFVG è affiliata alla
European Meteorological Society

Il clima europeo: influenze

NAO – North Atlantic Oscillation

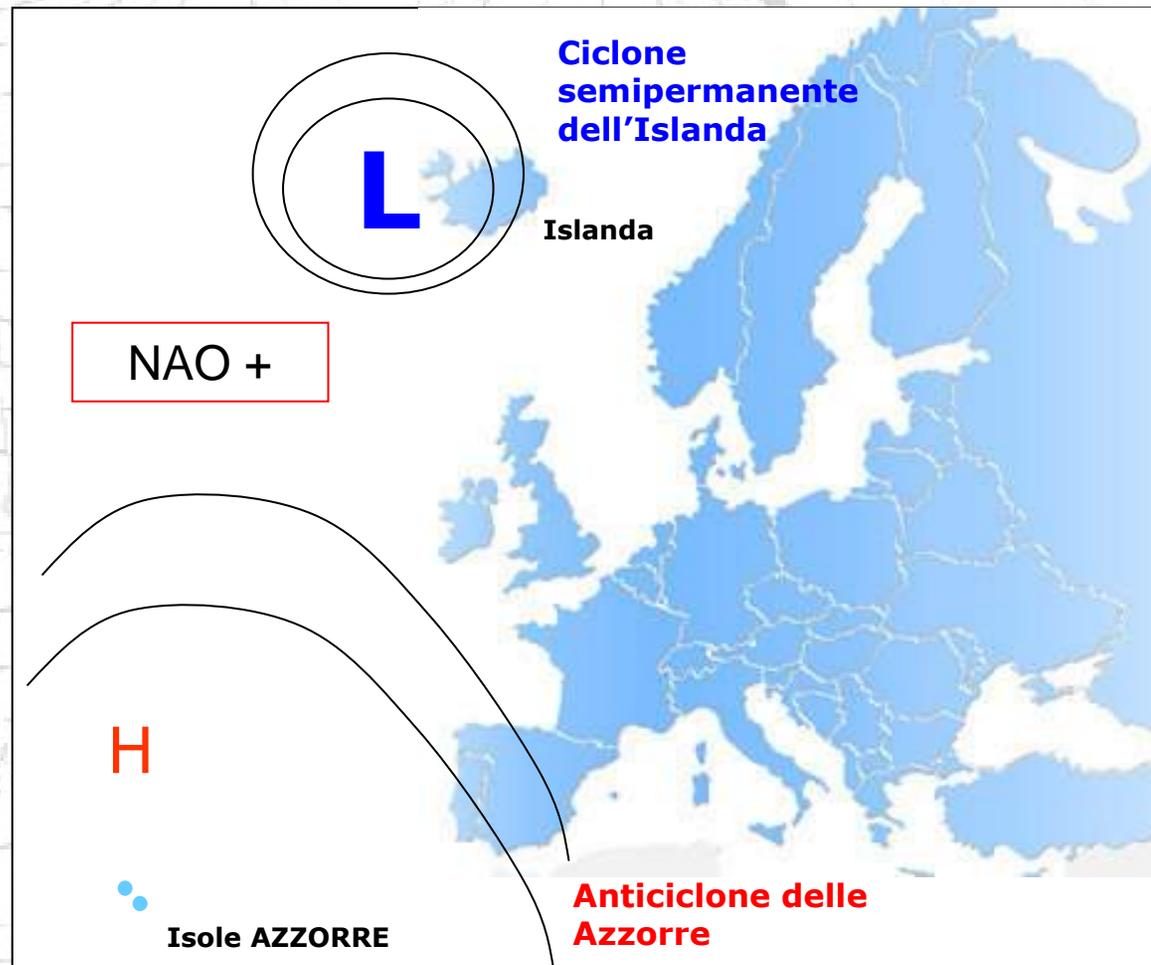
L'Europa oscilla tra 2 regimi di tempo diverso, che dipende dalla **differenza di pressione** fra l'**ISLANDA** e le **ISOLE AZZORRE**



Il clima europeo: influenze

NAO – North Atlantic Oscillation

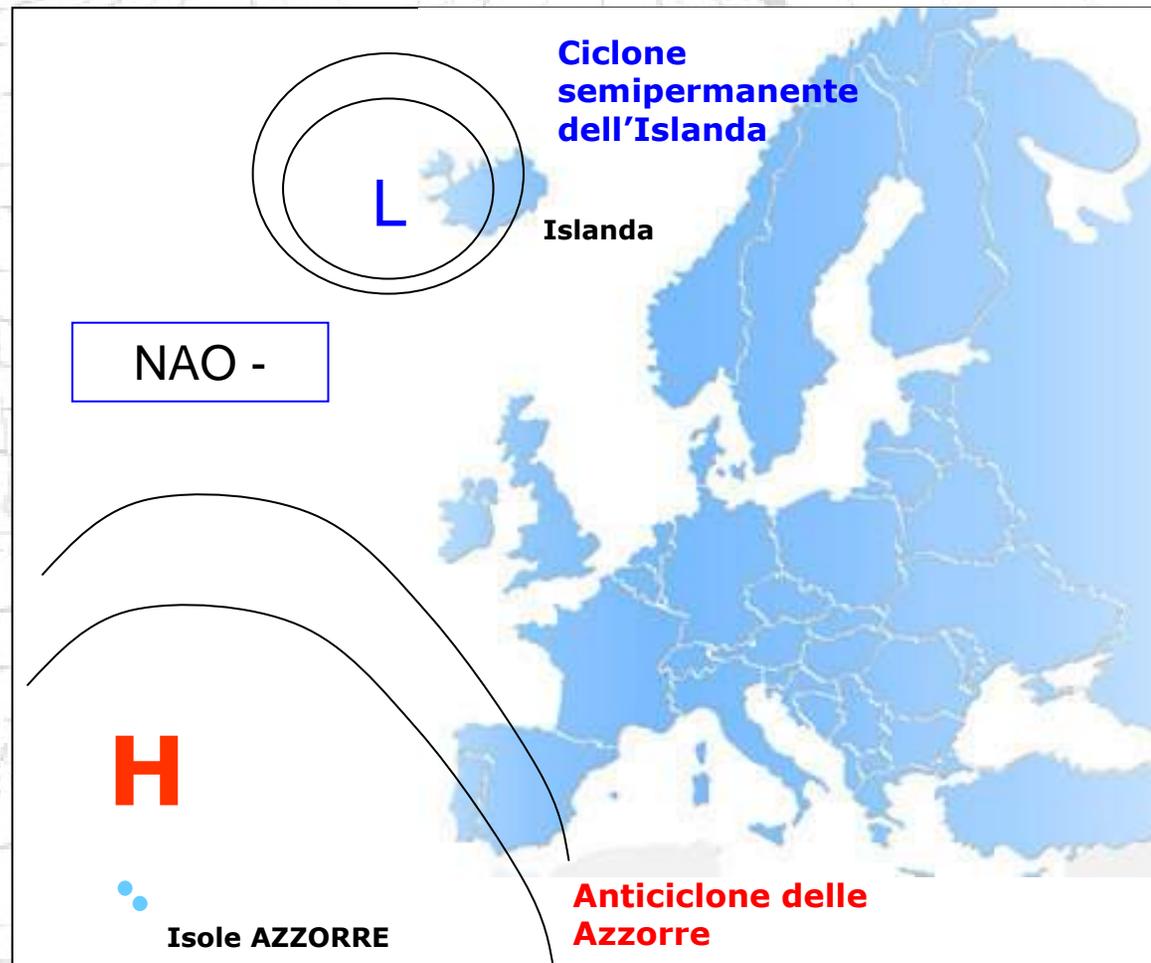
L'Europa oscilla tra 2 regimi di tempo diverso, che dipende dalla **differenza di pressione** fra l'**ISLANDA** e le **ISOLE AZZORRE**



Il clima europeo: influenze

NAO – North Atlantic Oscillation

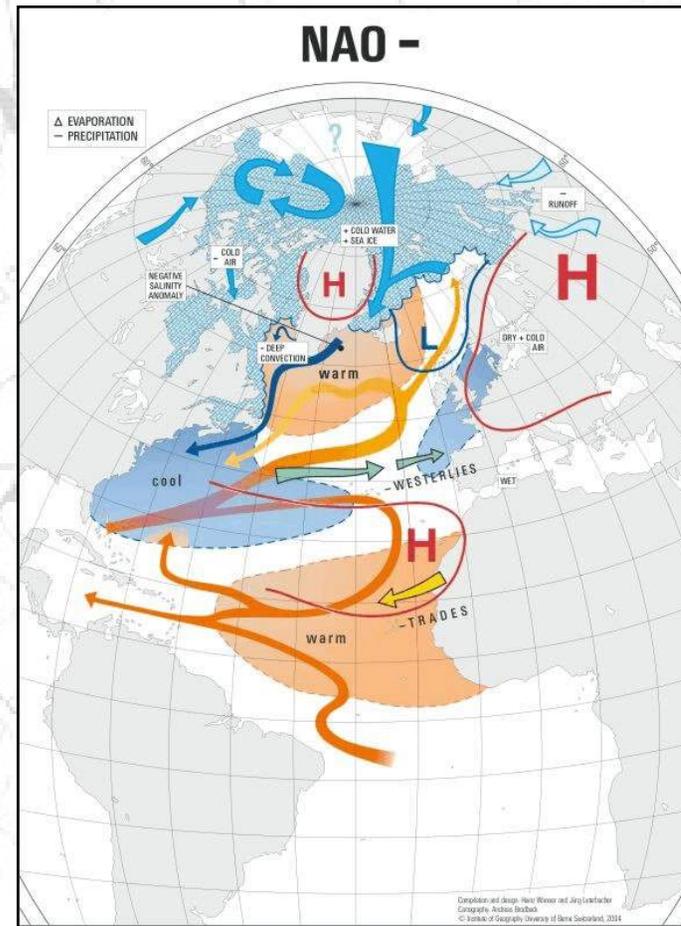
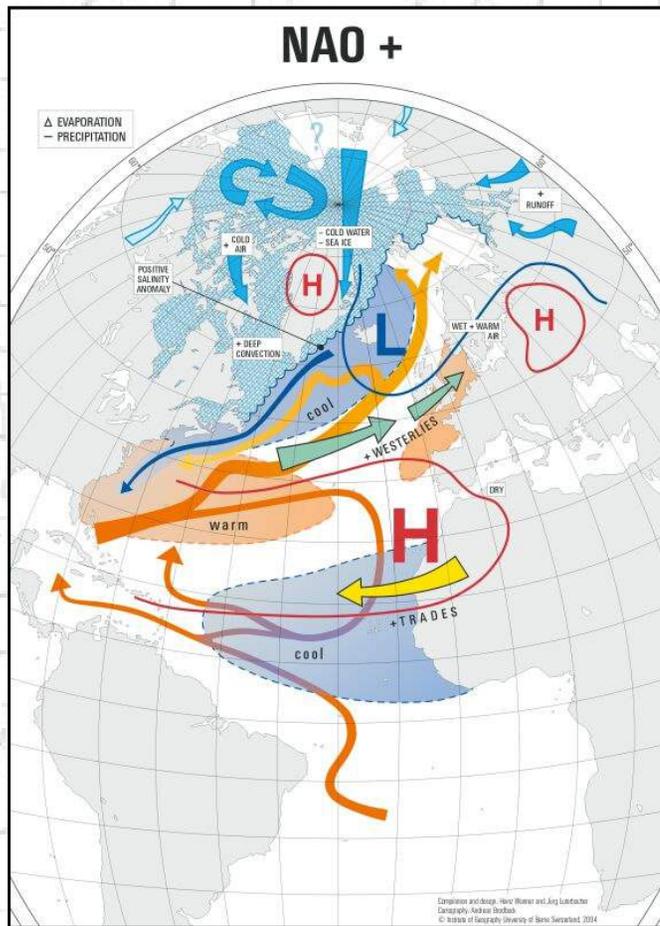
L'Europa oscilla tra 2 regimi di tempo diverso, che dipende dalla **differenza di pressione** fra l'**ISLANDA** e le **ISOLE AZZORRE**



Il clima europeo: influenze

NAO – North Atlantic Oscillation

L'Europa oscilla tra 2 regimi di tempo diverso che dipende dalla **differenza di pressione** fra l'**ISLANDA** e le **ISOLE AZZORRE**



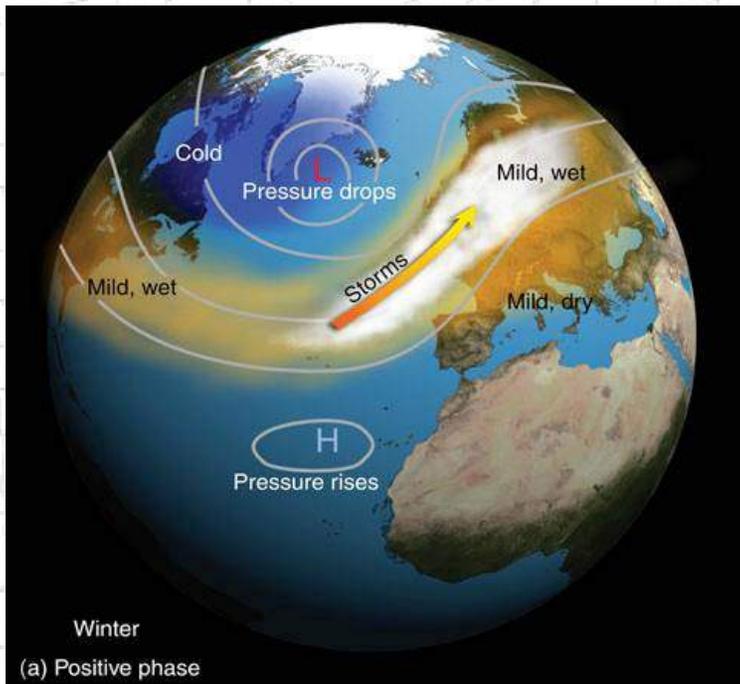
Compilation and design: Hans-Werner and Jörg-Ludwig
Copyright: Armin Strubbe
© Institute of Geography, University of Bonn, September, 2004

Compilation and design: Hans-Werner and Jörg-Ludwig
Copyright: Armin Strubbe
© Institute of Geography, University of Bonn, September, 2004

Il clima europeo: influenze

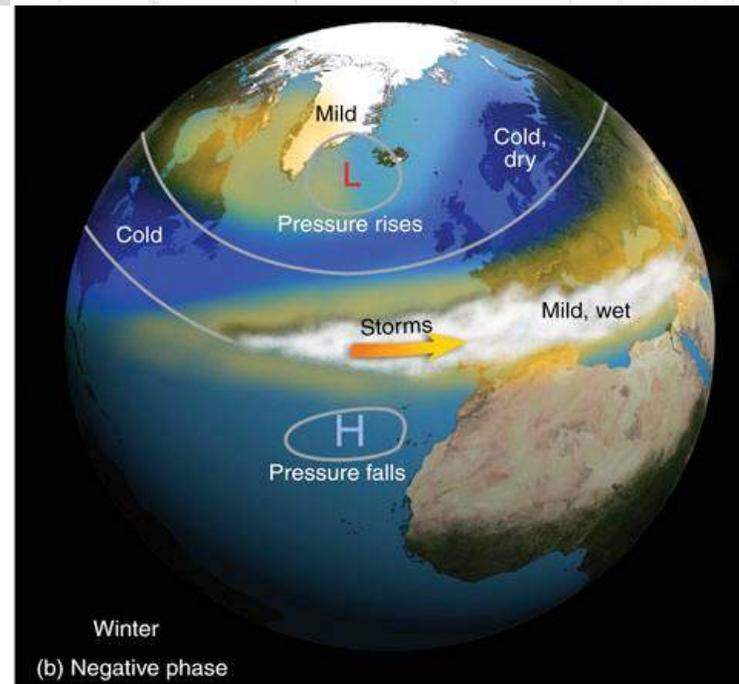
NAO – North Atlantic Oscillation

L'Europa oscilla tra 2 regimi di tempo diverso che dipende dalla **differenza di pressione** fra l'**ISLANDA** e le **ISOLE AZZORRE**



© 2007 Thomson Higher Education

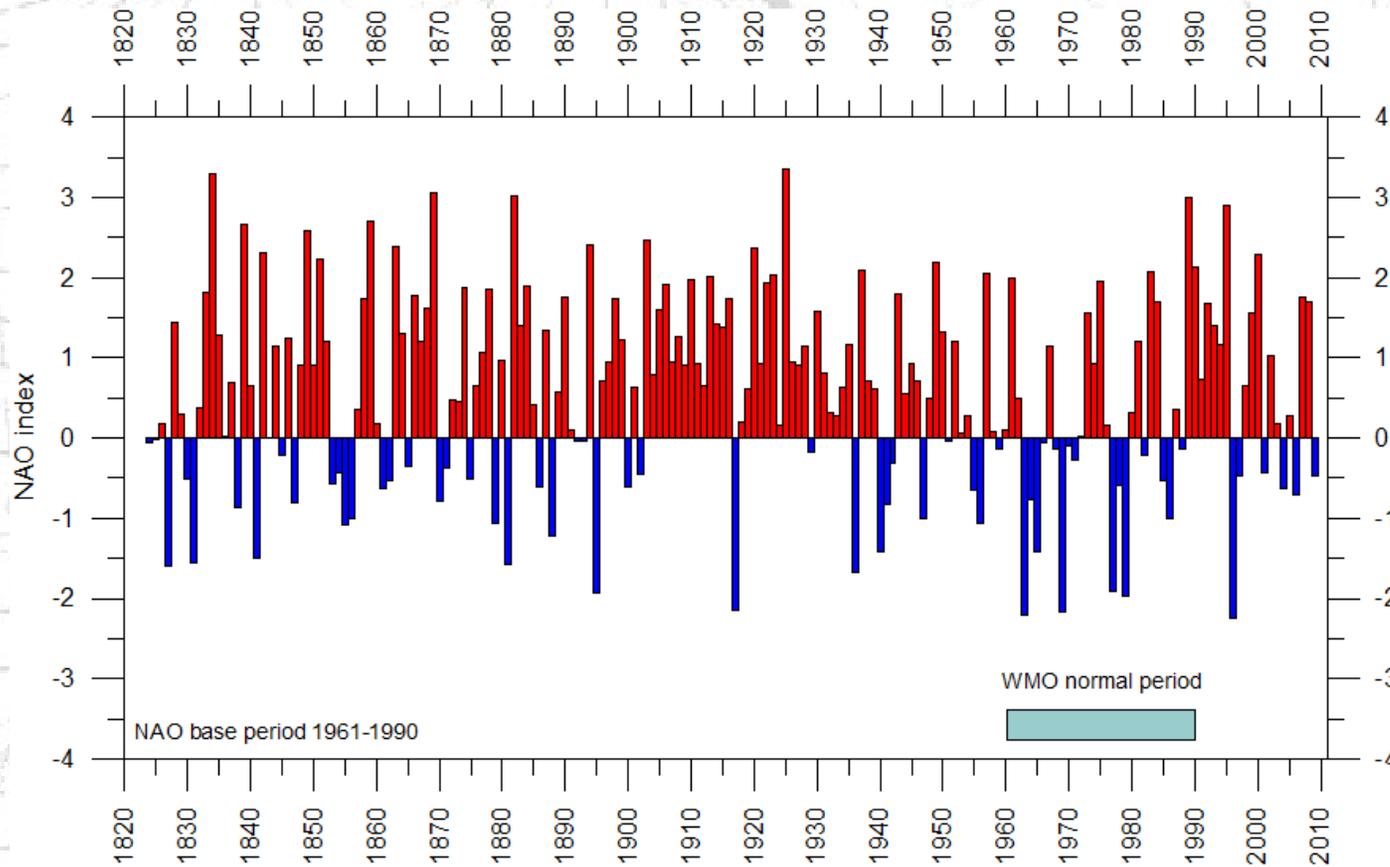
INVERNO 1989-1990



INVERNO 2009-2010

Il clima europeo: influenze

NAO INDEX



Il clima europeo: influenze

Previsione NAO

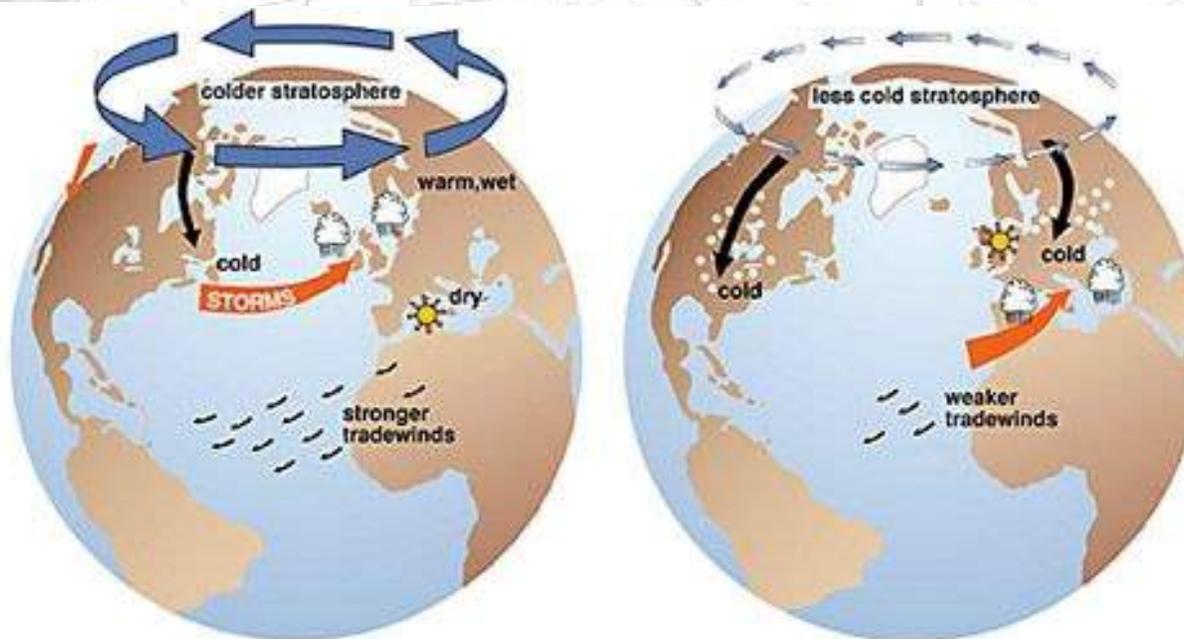
A spingere la bassa troposfera verso un regime piuttosto che un altro sono le correnti che spirano nella stratosfera (15-50 km)

Questi venti cambiano secondo un'altra oscillazione nota come **AO – Arctic Oscillation**

Il **periodo di variazione** dei venti stratosferici polari è di **qualche mese** (circolazione chiusa ad anello)

Tempo di preavviso è di diverse settimane e la persistenza del fenomeno è di 60 giorni

Evidenze scientifiche verosimilmente certe, spiegazioni fisiche ancora molto vaghe



Nubila

Le nuvole tra scienza, arte ed immaginazione

Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia - Comune di Reana del Rojale

19 novembre 2011 - Reana del Rojale (UD)