

Modulo I

Fondamenti di Ecologia

Dispensa del docente (a breve sul sito insegnamento)
Slides delle lezioni (a breve sul sito insegnamento)

Testi di riferimento:

Cotgreave P, Forseth I. Introduzione all'Ecologia. Zanichelli

Cunningham WP, Cunningham MA, Saigo BW. Fondamenti di Ecologia. McGraw Hill

Atmosfera e Clima

ATMOSFERA E CLIMA

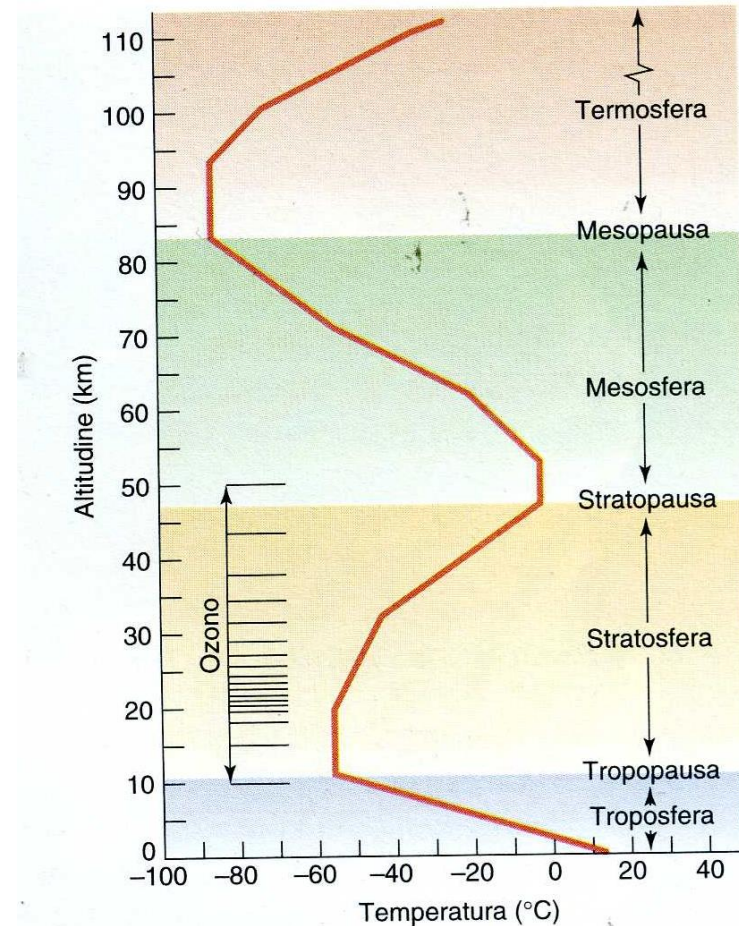
- ▶ **Tempo** - Descrizione delle condizioni fisiche dell'atmosfera.
- ▶ **Clima** - Descrizione a lungo termine delle dinamiche del tempo in una particolare area.
 - ▶ Tempo e clima sono i fattori primari nel determinare la distribuzione dei biomi e degli ecosistemi.

Composizione dell'atmosfera

TABELLA 4.1 Composizione attuale degli strati bassi dell'atmosfera*

GAS	SIMBOLO O FORMULA	PERCENTUALE IN VOLUME
Azoto	N ₂	78.08
Ossigeno	O ₂	20.94
Argon	Ar	0.934
Anidride carbonica	CO ₂	0.035
Neon	Ne	0.00182
Elio	He	0.00052
Metano	CH ₄	0.00015
Cripton	Kr	0.00011
Idrogeno	H ₂	0.00005
Protossido di azoto	N ₂ O	0.00005
Xenon	Xe	0.000009

* Composizione media dell'aria secca e pulita.



Atmosfera e Clima

▶ Troposfera

- ▶ Spessore che oscilla tra 12.5 km sopra all'equatore e 8.0 km sopra i poli .
 - ▶ Tutti i fenomeni meteorologici avvengono qui.
 - ▶ Composizione relativamente uniforme.
 - ▶ La temperatura dell'aria diminuisce rapidamente all'aumentare dell'altitudine.
 - ▶ **Tropopausa** - Confine di transizione che limita gli scambi tra la troposfera e le zone superiori.

Atmosfera e Clima

▶ Stratosfera

- ▶ Si estende dalla troposfera fino a circa 45 km.
- ▶ La temperatura dell'aria è costante, aumenta con l'altitudine.
 - ▶ il vapore acqueo è pressoché assente e l'**ozono** è 1000 maggiore rispetto alla troposfera.
- ▶ Relativamente calma.

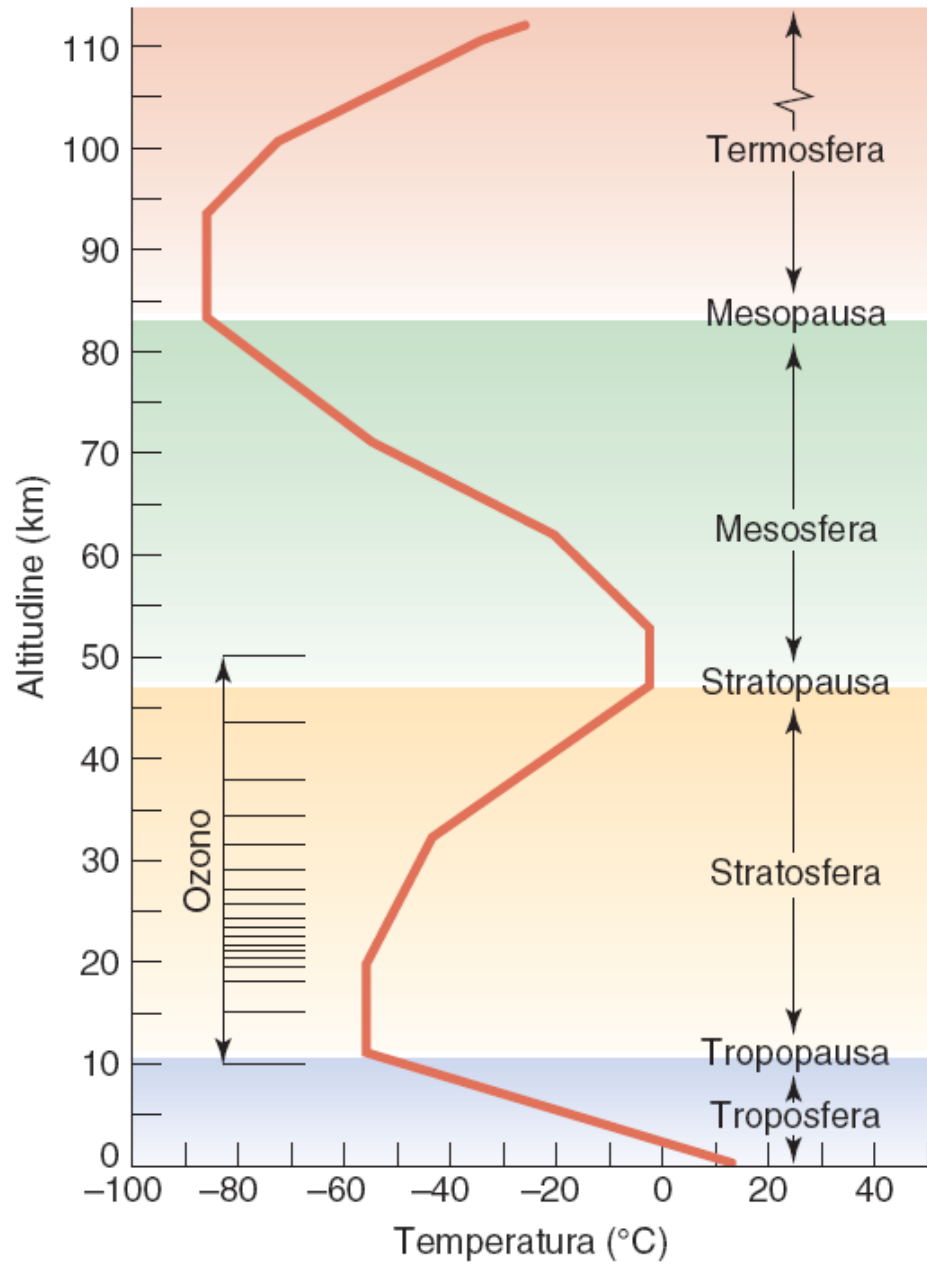
Atmosfera e Clima

▶ Mesosfera

- ▶ Strato intermedio

▶ Termosfera

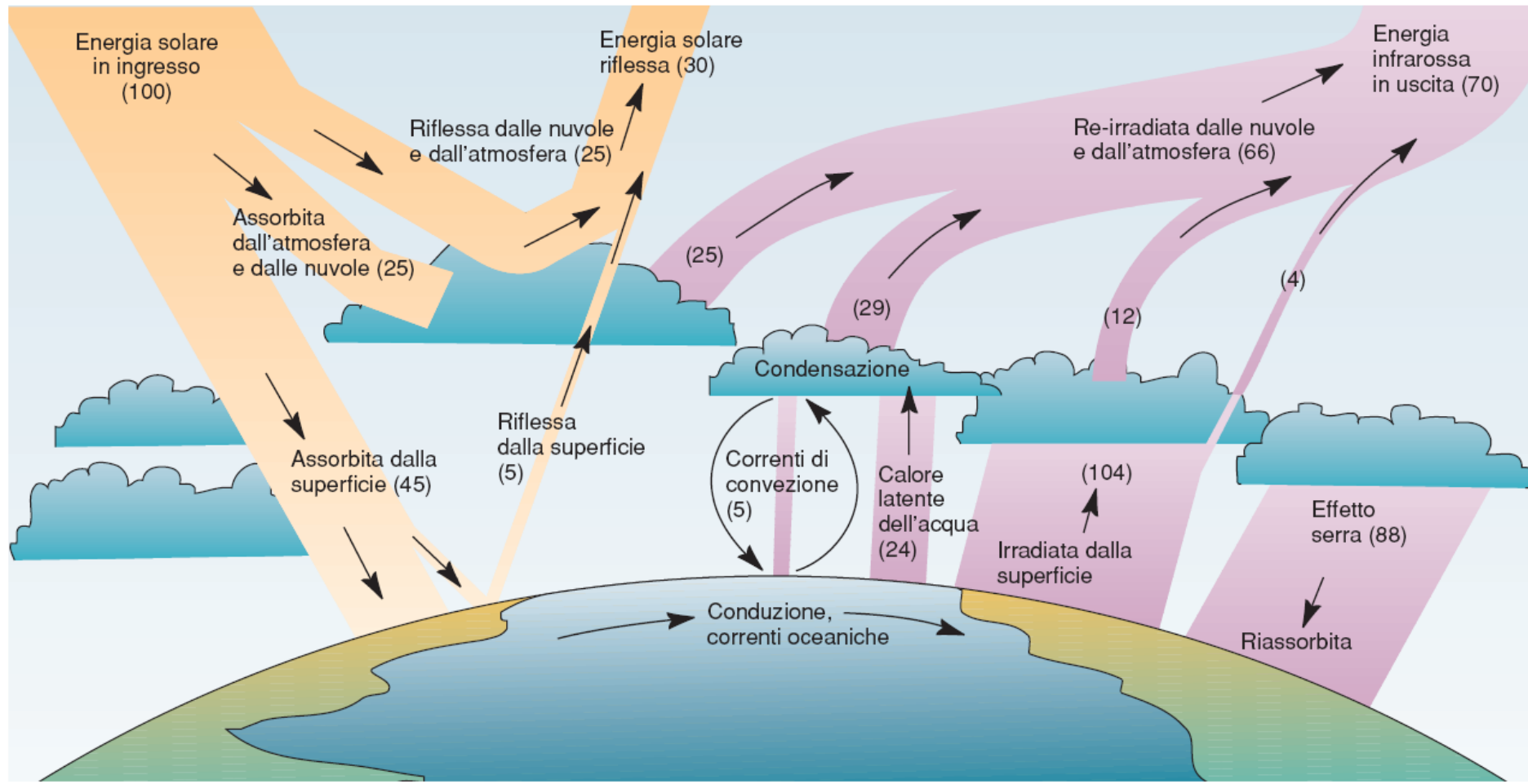
- ▶ Inizia a 80 km.
- ▶ Gas ionizzati e alte temperature.
- ▶ Bassa Termosfera
 - ▶ Aurora boreale ('luci del nord')



Energia e Effetto Serra

- ▶ Dell'energia solare che raggiunge l'atmosfera esterna:
 - ▶ Circa un quarto viene riflessa dalle nubi e dall'atmosfera.
 - ▶ Un altro quarto è assorbito dall'anidride carbonica, dal vapore acqueo, dall'ozono e da alcuni altri gas.
 - ▶ Circa metà raggiunge la superficie terrestre.

Bilancio Energetico



Energia e Effetto Serra

- ▶ Le superfici che riflettono energia hanno un'albedo elevata (Riflettività).
 - ▶ Neve fresca e pulita 80-85%
 - ▶ Suoli neri 3%
 - ▶ Media netta terrestre 30%

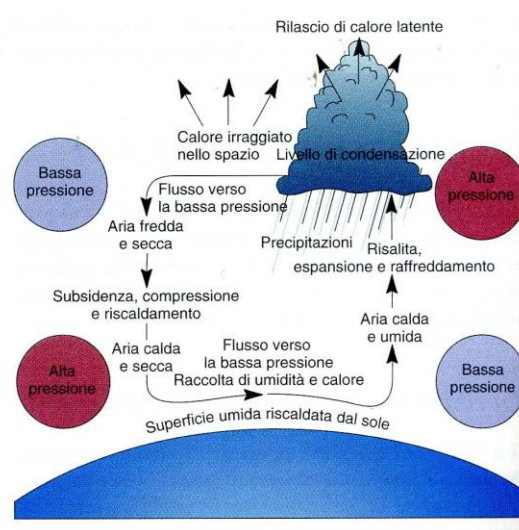
Energia e Effetto Serra

- ▶ La maggior parte dell'energia solare che raggiunge la terra è luce visibile.
 - ▶ L'energia riemessa dalla terra è principalmente radiazione infrarossa (calore).
 - ▶ Le lunghezze d'onda maggiori sono assorbite nella bassa atmosfera, intrappolando il calore vicino alla superficie terrestre.
 - ▶ **Effetto Serra**
 - ▶ L'aumento della CO₂ in atmosfera, dovuto alle attività umane, sembrerebbe essere la causa del riscaldamento globale.

Convezione e Pressione Atmosferica

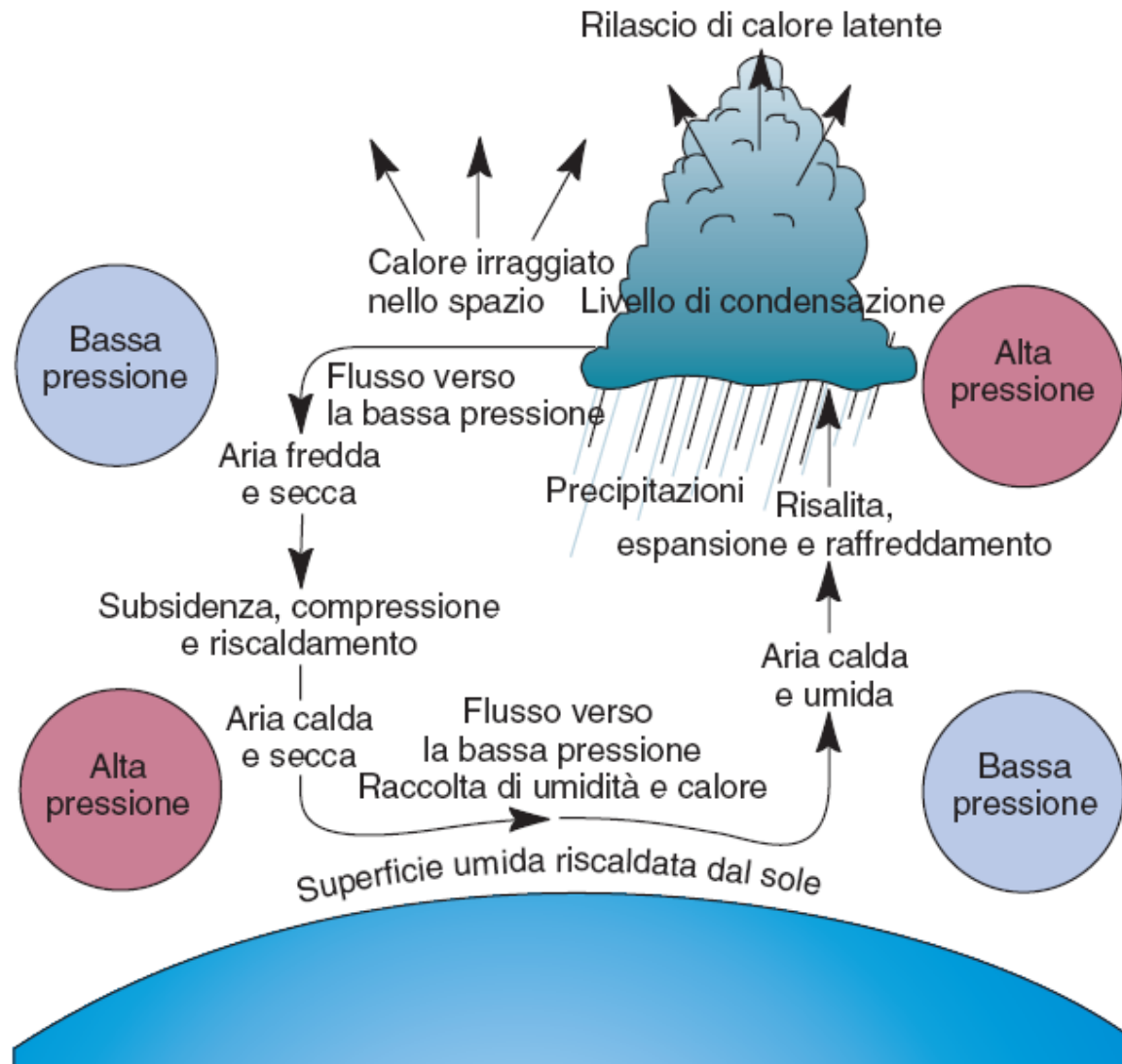
12

- ▶ L'aria più leggera sale e viene sostituita da quella più fredda e pesante, hanno così origine le correnti convettive verticali.
 - ▶ Trasportano energia e ridistribuiscono il calore.
- ▶ Molta dell'energia solare assorbita dalla terra viene utilizzata per l'evaporazione dell'acqua.
 - ▶ L'energia viene immagazzinata nel vapore acqueo come **calore latente**.
 - ▶ Se sono presenti nuclei di condensazione, o se la temperatura è sufficientemente bassa, la condensazione può dare origine alle precipitazioni.



Correnti di Convezione

- ▶ Il rilascio del calore latente determina la risalita dell'aria che raffredda ulteriormente e perde vapore acqueo.
 - ▶ Risalendo e espandendosi l'aria crea una zona di alta pressione relativa alla sommità della colonna convettiva.
 - ▶ L'aria fluisce dalle zone di alta pressione a quelle di bassa, dove l'aria fredda e secca scende in basso.
- ▶ L'aria subsidente quando si avvicina alla superficie terrestre si comprime e si impila creando una zona di alta pressione
 - ▶ Da questa zona l'aria ritorna verso quella di bassa pressione, chiudendo il ciclo.



Celle di Convezione

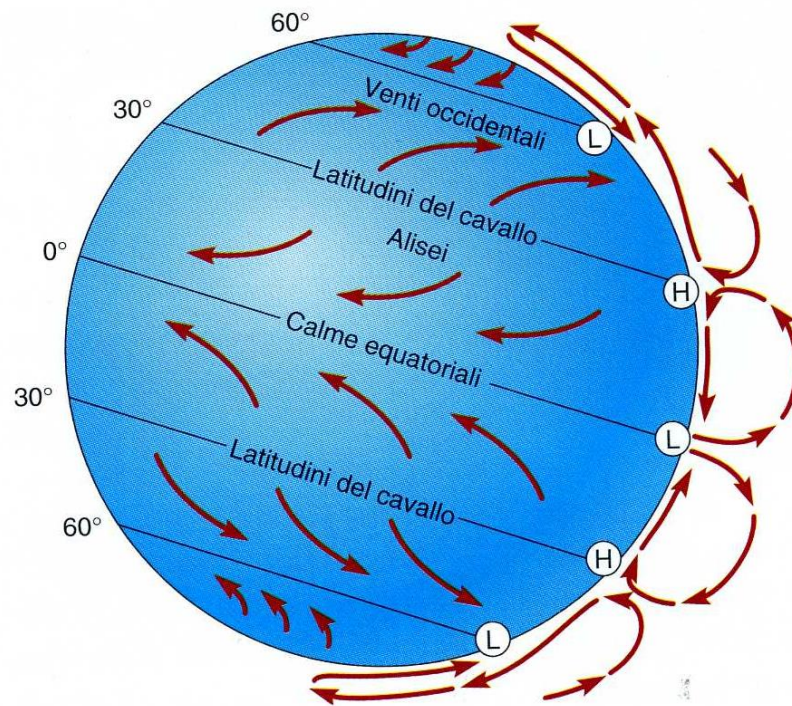
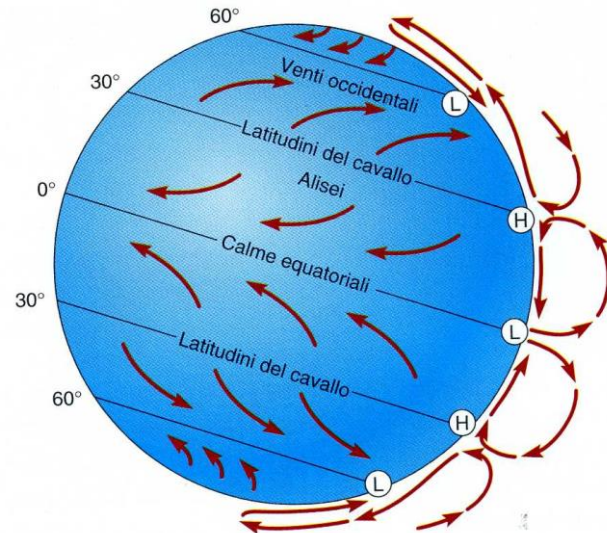


FIGURA 4.5 Schema della circolazione generale. I confini delle celle di convezione variano da un giorno all'altro e da una stagione all'altra e determinano la direzione locale dei venti di superficie. La topografia superficiale complica ulteriormente lo schema della circolazione, ma all'interno delle regioni indicate in figura i venti, solitamente, hanno una direzione prevedibile e predominante. L e H indicano bassa e alta pressione.

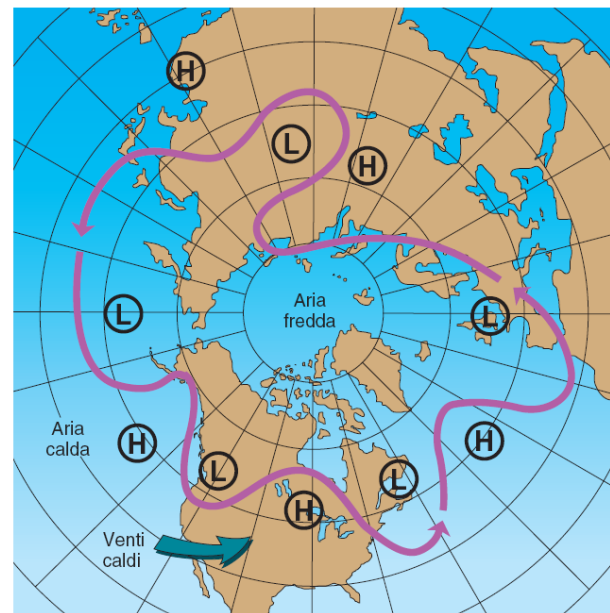
Effetto di Coriolis

- ▶ L'aria calda dall'equatore sale e si muove verso nord, scende e risale in alcune bande intermedie, formando le celle di circolazione.
 - ▶ I flussi a livello del terreno non sono esattamente in direzione nord-sud, ma sono deviati a causa dell'effetto di Coriolis.
- ▶ Le principali zone di subsidenza si trovano a circa 30° nord e sud di latitudine.
 - ▶ Quando l'aria secca e discendente cade sui continenti crea delle ampie regioni con clima desertico subtropicale.
 - ▶ I venti che soffiano direttamente sotto le zone di aria di subsidenza sono spesso deboli e variabili.



Correnti a getto

- ▶ **Correnti a getto** - Flussi d'aria su ampia scala .
 - ▶ Generalmente seguono degli andamenti sinuosi, dove le celle di Hadley e Ferrell si incontrano.

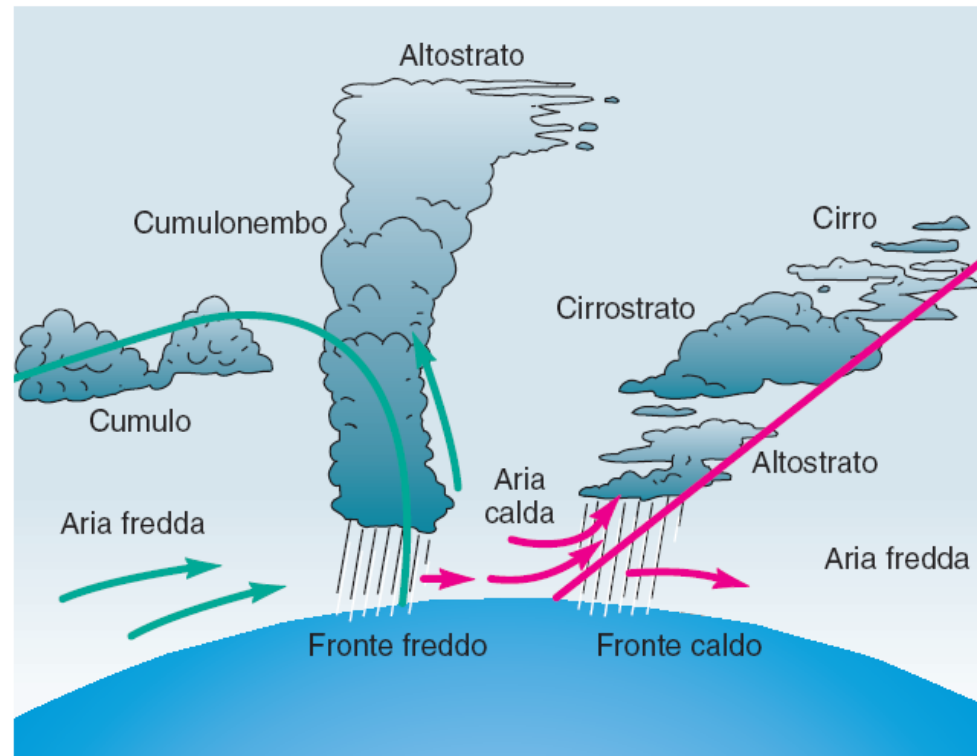


(L) Bassa (H) Alta → Corrente a getto polare

Tempo Frontale

18

- ▶ **Fronte Freddo** - Confine formato dallo spostamento di aria calda da parte dell'aria più fredda.
 - ▶ L'aria fredda è più densa, perciò circonda il suolo e spinge indietro l'aria calda.
 - ▶ L'aria calda raffredda in modo **adiabatico**.
- ▶ **Fronte Caldo** - Confine formato dallo spostamento di aria fredda da parte aria più calda.
 - ▶ L'aria calda è meno densa e scivola sopra l'aria fredda, creando un lungo profilo a forma di incudine con una serie di nuvole.



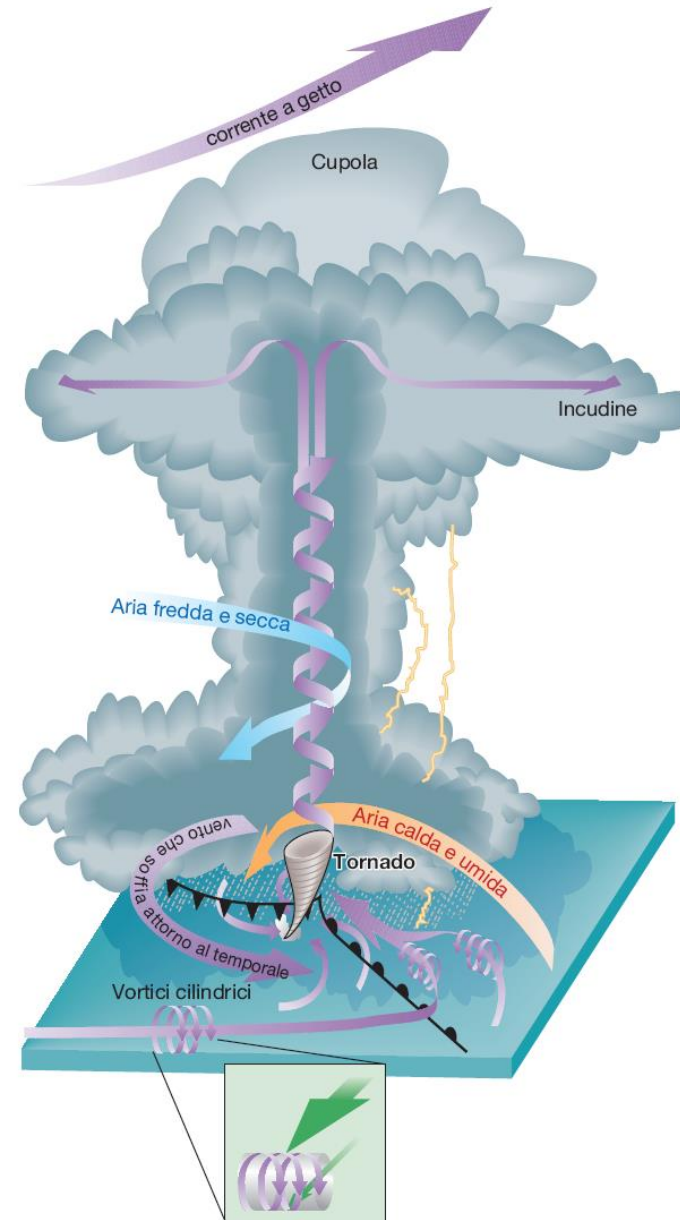
Tempeste Cicloniche

- ▶ Quando l'aria in risalita è carica di vapore acqueo, l'energia latente rilasciata dalla condensazione intensifica le correnti di convezione e richiama verso l'alto altra aria calda e altro vapore acqueo.
 - ▶ La cellula ciclonica esisterà finché esiste una differenza di temperatura.
 - ▶ Uragani (Atlantico)
 - ▶ Tifoni (Pacifico Occidentale)
 - ▶ Cicloni (Oceano Indiano)

Tempeste Cicloniche

20

- ▶ **Tornado** - nubi rotanti a forma di imbuto.
 - ▶ La rotazione non è generata dalla forza di Coriolis.
 - ▶ Generati da un sistema frontale di “supercelle” dove potenti fronti di aria secca collidono con aria calda e umida.
 - ▶ In primavera ci sono più tornado poichè sono maggiori le differenze di temperatura.
 - ▶ Spinning - Tubi vorticosi rotanti.
 - ▶ **Downbursts** (raffiche lineari di venti)-supercelle disorganizzate.



La Tornado Alley è un termine utilizzato per identificare quella zona degli Stati Uniti, dove i tornado sono più frequenti. Anche se non si sa con precisione quali siano i suoi confini, l'area si estende tra le Montagne Rocciose e Appalachi, comprendendo le pianure dei fiumi Mississippi e Ohio, e la valle del basso corso del fiume Missouri, così come la parte sud-orientale degli Stati Uniti.

TORNADO ALLEY

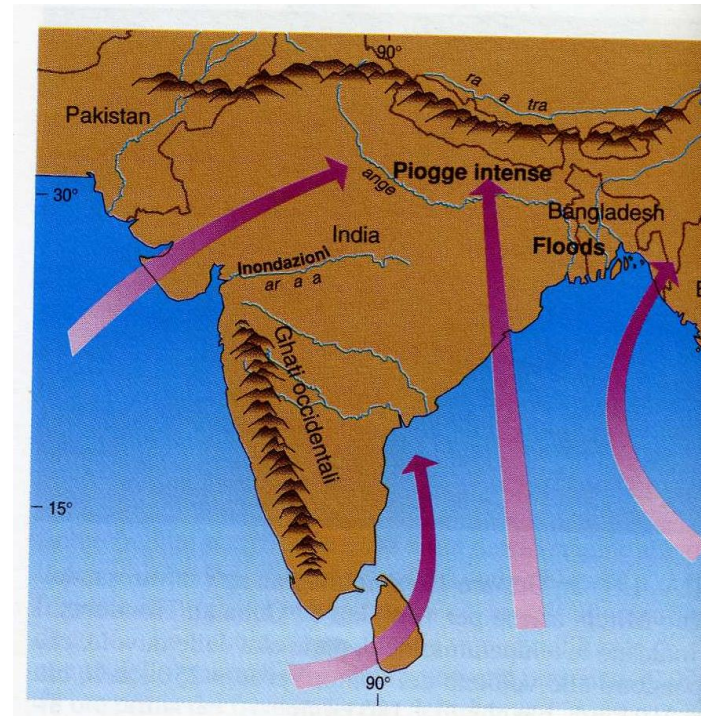


Nella Tornado Alley si verificano solitamente il 90% dei tornado che colpiscono ogni anno gli USA, e questo a causa della morfologia del territorio, che rendono l'area zona di appuntamento per masse d'aria di natura differente. Essa infatti è spesso zona di confluenza, e quindi di scontro, tra aria fredda in arrivo dal Canada ed in discesa dalle Montagne Rocciose ed aria umida e calda in risalita dal Golfo del Messico, alle quale va sommato il contributo offerto da aria calda e secca in arrivo dal deserto del Sonora

Venti Stagionali e Monsoni

- ▶ **Monsoni** - Sistemi di venti stagionali determinati dalle differenti velocità di riscaldamento e raffreddamento degli oceani e dei continenti.
- ▶ Prevalgono nei paesi tropicali, dove territori circondati da ampi volumi d'acqua non sono interessati dalle masse d'aria continentali perché queste sono fermate da catene montuose.

▶ **FIGURA 4.10** I monsoni estivi soffiano sopra il subcontinente indiano. In estate, l'aria calda risale le pianure dell'India Centrale, creando delle celle di bassa pressione che spostano l'aria calda e umida dell'oceano. Quando quest'aria umida incontra i Ghati o l'Himalaya si raffredda e dà origine a intense precipitazioni. Le piogge monsoniche gonfiano i fiumi, portando acqua per l'agricoltura ma anche numerose calamità.



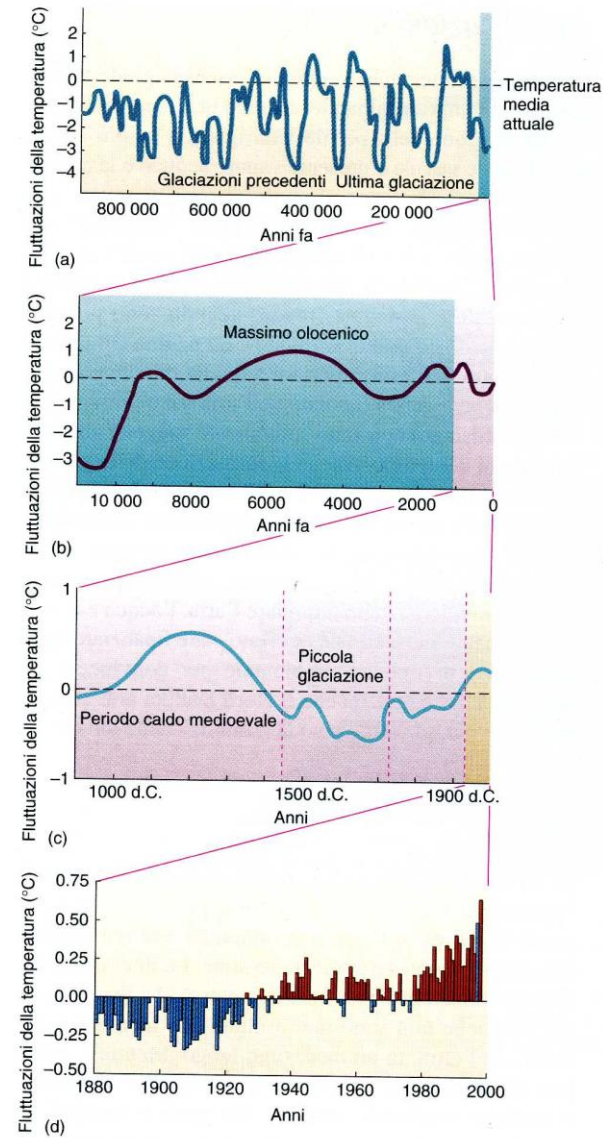
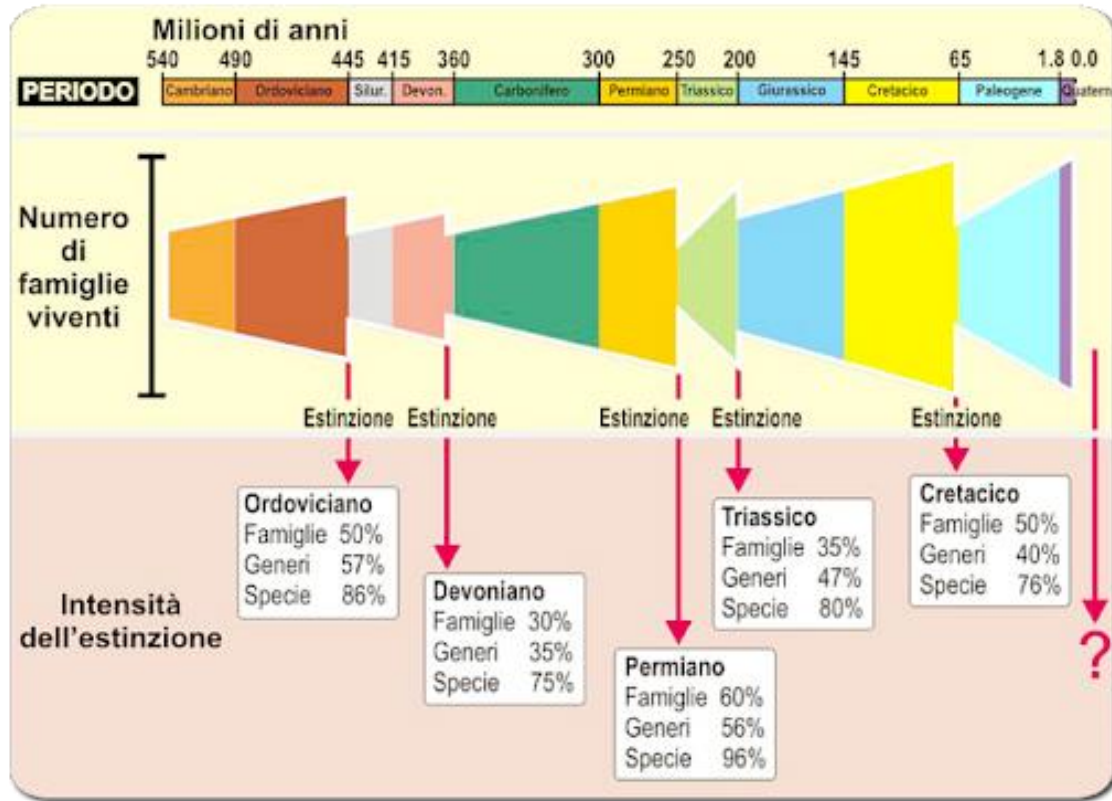


FIGURA 4.12 Variazioni della temperatura globale durante quattro diversi periodi: (a) negli ultimi 900 000 anni, (b) negli ultimi 10 000 anni, (c) negli ultimi 1000 anni e (d) negli ultimi 120 anni. Le linee tratteggiate dei grafici rappresentano la temperatura media del XX secolo. Notate che le scale cambiano in ogni grafico.

Fonte: (d) dati forniti dal National Climate Data Center/NESDIS/NOAA, 1998.

► Forze 'determinanti' e Modelli

- Andamenti periodici nei cicli climatici.
 - Cicli del magnetismo solare
 - **Cicli di Milankovitch** - Variazione periodica dell'inclinazione e dell'orbita terrestre.
 - Variazione della distribuzione e dell'intensità della radiazione solare che raggiunge la terra.
 - Carote di ghiaccio hanno evidenziato che cambiamenti drastici possono essere avvenuti in brevi lassi di tempo (decenni).

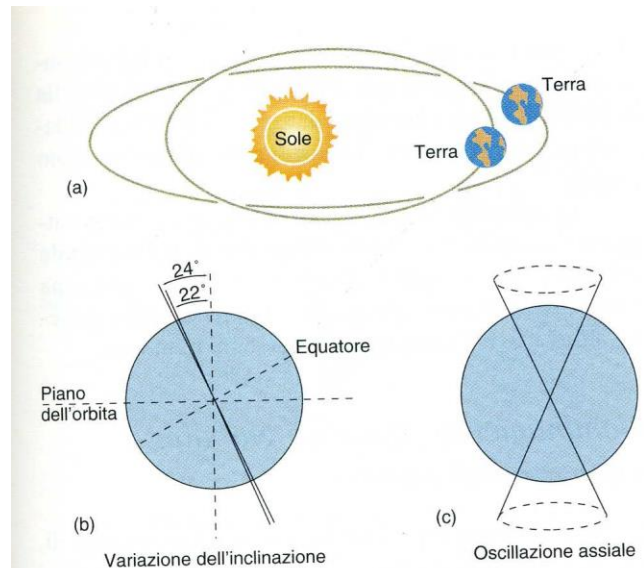


FIGURA 4.13 I cicli di Milankovitch possono influenzare le condizioni climatiche a lungo termine: (a) modificazioni dell'orbita terrestre, (b) variazione dell'inclinazione dell'asse e (c) oscillazioni della Terra.

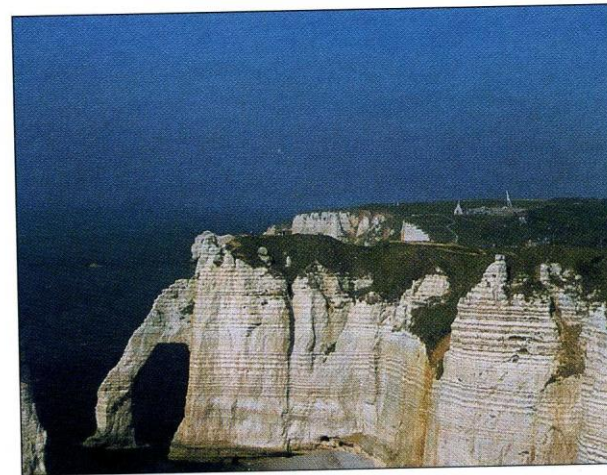
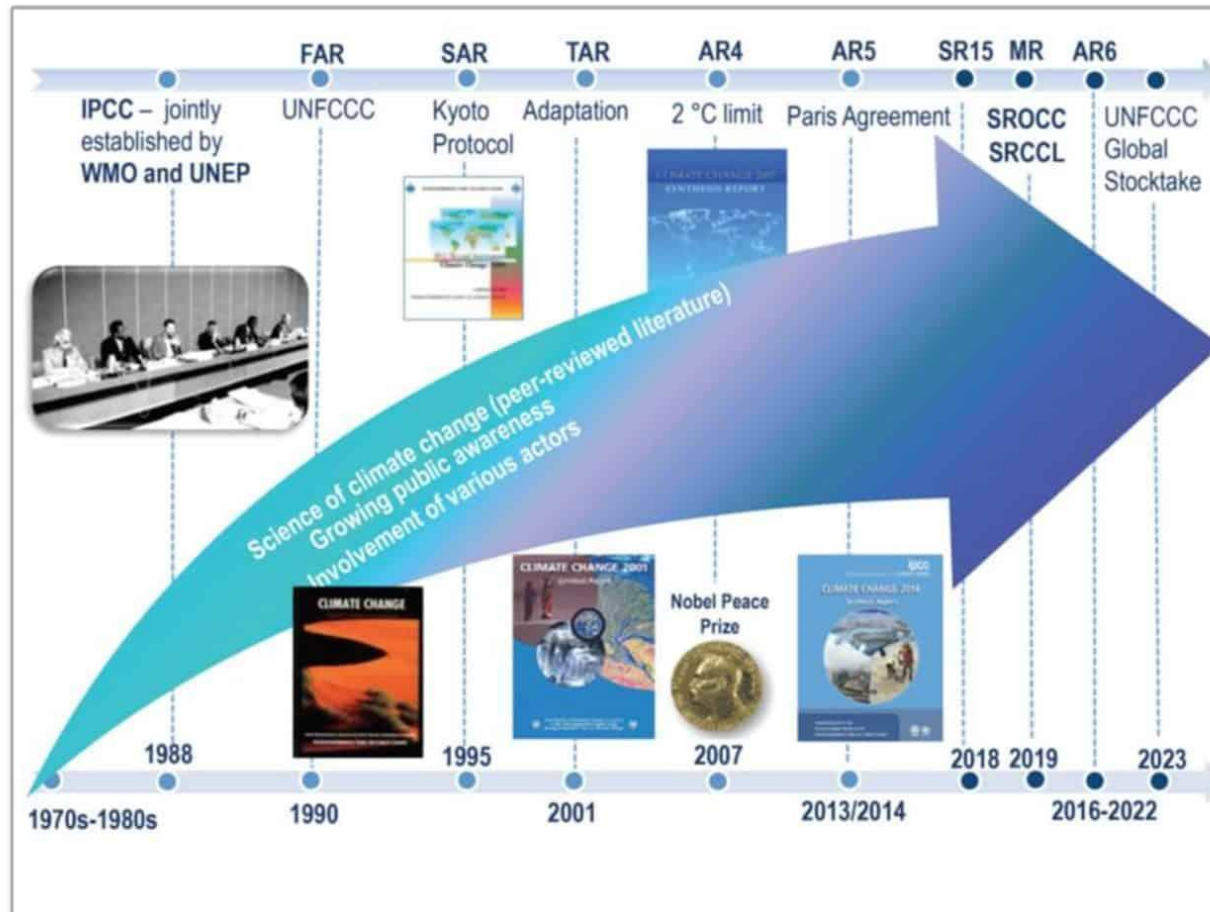


FIGURA 4.14 I cicli di Milankovitch sono periodici? Gli strati chiari e scuri di questi sedimenti marini sono stati depositi in differenti condizioni climatiche; la deposizione di ogni strato è durata circa 20 000-40 000 anni. Attualmente visibili lungo la costa francese, questi strati suggeriscono la regolarità dei cicli di Milankovitch.

Cambiamento climatico globale - cause antropiche

- ▶ Nel 1988, fu formato l' Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- ▶ I recenti cambiamenti climatici hanno avuto impatti individuabili sui sistemi fisici, biologici e climatici.
 - ▶ Le attività umane devono esserne almeno in parte responsabili.

IPCC Contribution to climate science and Policymaking



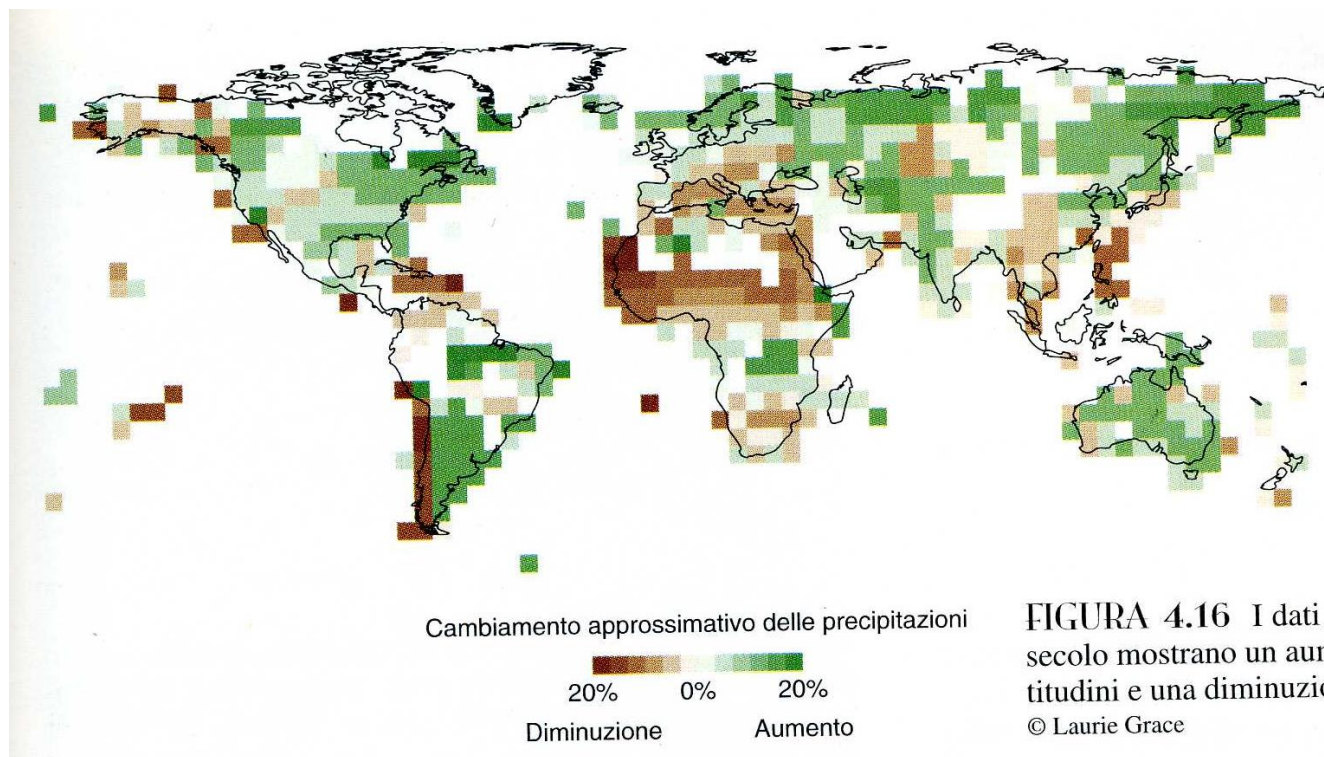
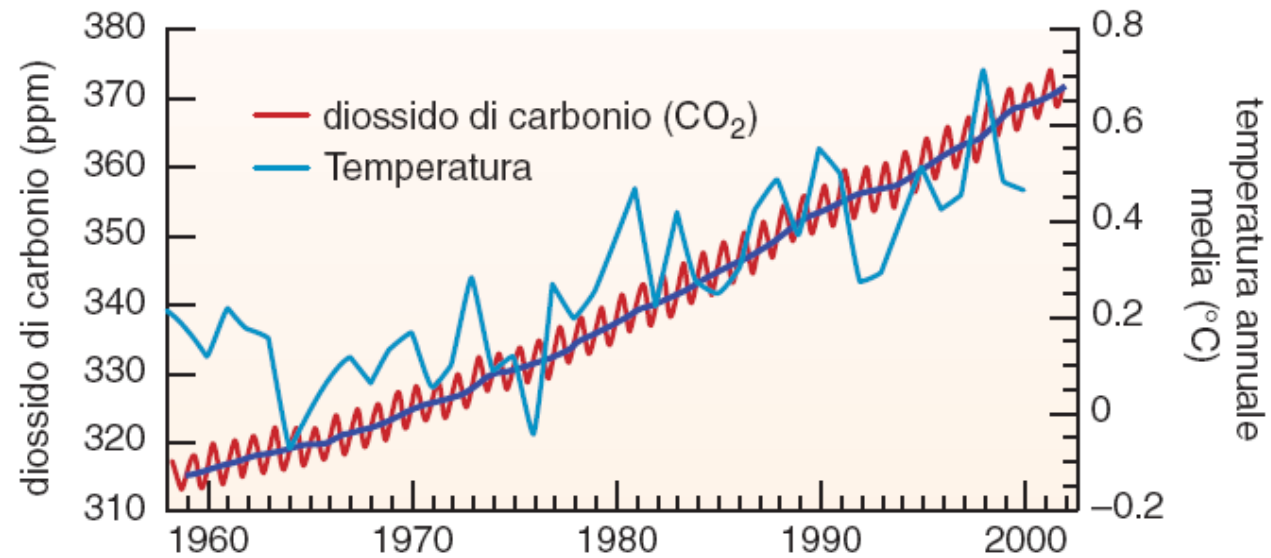


FIGURA 4.16 I dati relativi alle precipitazioni del XX secolo mostrano un aumento delle piogge alle elevate latitudini e una diminuzione nelle zone equatoriali.

© Laurie Grace

Concentrazione di CO₂ sul Mauna Loa



Fonti dei Gas Serra

- ▶ **Anidride Carbonica** - Combustione di carburanti fossili.
 - ▶ I livelli atmosferici aumentano costantemente.
- ▶ **Metano** - Ruminanti, Miniere di carbone.
 - ▶ Assorbe maggiormente gli infrarossi rispetto alla CO₂.
- ▶ **Clorofluorocarburi (CFC)** - Liquidi refrigeranti
 - ▶ Diminuiti negli ultimi anni.
- ▶ **Protossido di Azoto** - Combustione di sostanze organiche.

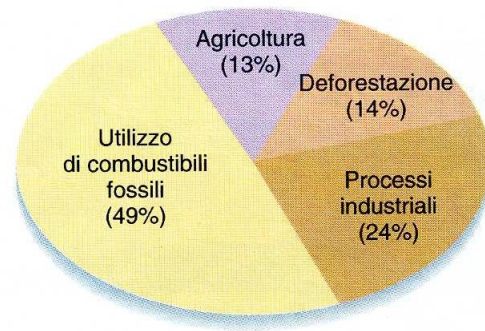


FIGURA 4.18 I contributi delle differenti attività umane al riscaldamento globale.

Fonte: dati forniti dal World Resources Institute.

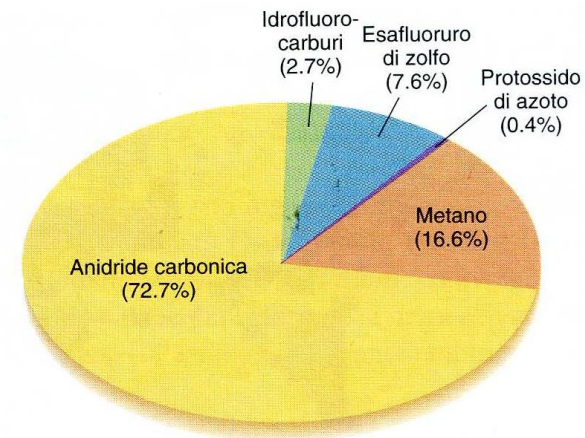


FIGURA 4.19 Contributo al riscaldamento globale causato dall'emissione di gas serra di origine antropogenica nei prossimi 100 anni. Percentuali di cambiamento climatico previsto per ogni gas.

Fonte: NOAA Climate Change and Diagnostics Laboratory, 2001.

Effetti dell' Aerosol

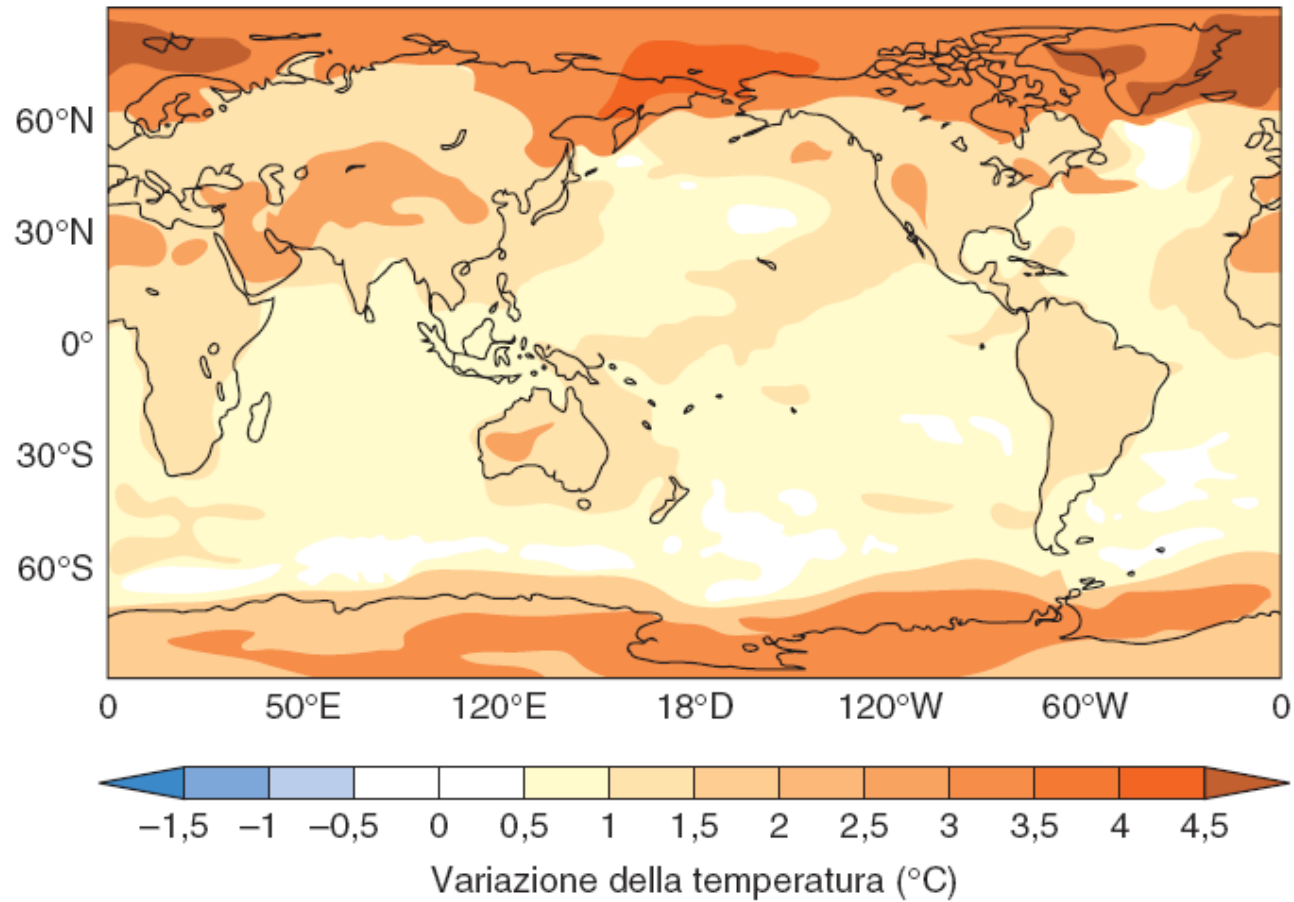
- ▶ Gli aerosol hanno la tendenza a riflettere la luce del sole e a raffreddare l'aria di superficie.
 - ▶ Vita breve, perciò l'effetto è temporaneo.
 - ▶ Il Pinatubo eruttò nel 1991, emise abbastanza cenere e solfati da raffreddare di circa 1° C il clima globale per quasi un anno.

Evidenze attuali del Cambiamento Climatico

30

- ▶ Durante il ventesimo secolo la temperatura media globale è aumentata di 0.6° C.
- ▶ La siccità è più frequente e diffusa.
- ▶ Gli eventi meteorici catastrofici sono aumentati in modo drammatico.
- ▶ Le regioni polari si sono riscaldate più velocemente che il resto del mondo.
- ▶ Gli ‘Scudi di ghiaccio’ (*Ice shelves*) sulla penisola Artica sono scomparsi.
- ▶ Molti animali anticipano il periodo degli accoppiamenti e estendono i loro areali.
- ▶ Scompaiono gli anfibi
- ▶ Ritiro dei ghiacciai alpini.
 - ▶ Kilimangiaro
 - ▶ Parco Nazionale di Glacier
- ▶ Le barriere coralline “sbiancano”
- ▶ A nord la stagione vegetativa è più lunga.
- ▶ Il livello del mare è cresciuto.
- ▶ Il ghiaccio del mare Artico è più sottile del 40%.

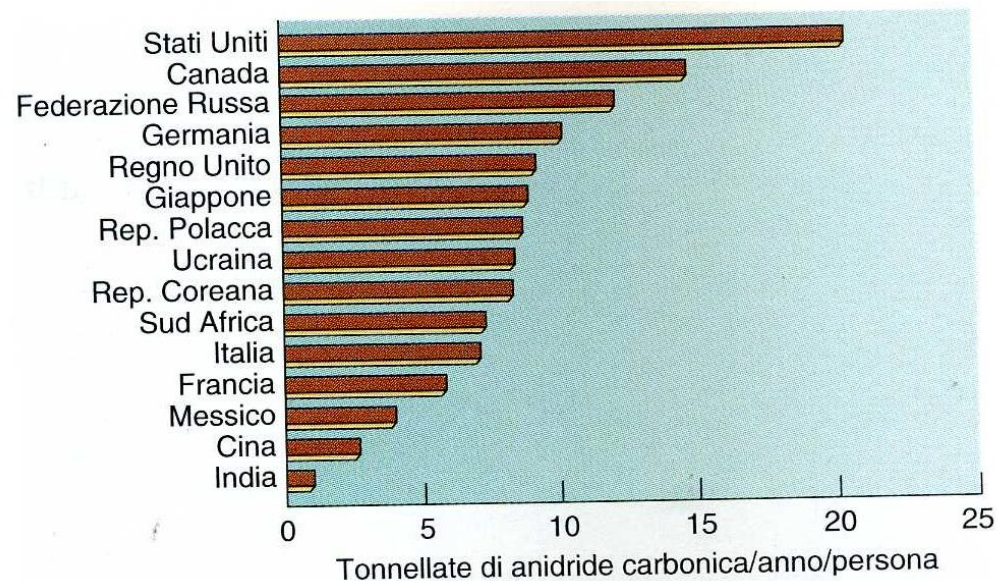
Riscaldamento previsto nel 2100 a causa del raddoppiamento delle concentrazioni di CO₂



Negoziazioni Internazionali sul Clima

► Protocollo di Kyoto (1997)

- 160 nazioni si accordano per diminuire le emissioni di anidride carbonica, metano, protossido di azoto di circa il 5%, per giungere nel 2012 a livelli inferiori a quelli del 1990.
 - Serie di limiti differenti a seconda delle nazioni, in funzione delle emissioni del 1990.
 - I paesi in via di sviluppo sono esonerati.
- 126 nazioni hanno ratificato il protocollo. Gli USA di Obama sì, quelli di Trump no.



Controllo delle Emissioni Serra

- ▶ Riduzione dei livelli di anidride carbonica.
 - ▶ Le fonti di energia rinnovabile possono fornire una migliore soluzione ai problemi climatici.
- ▶ Cattura e immagazzinamento dell'anidride carbonica.
 - ▶ **Gestione del carbonio**
 - ▶ Piantumazione
 - ▶ Sistema di *Emissions trading*
 - ▶ Stoccaggio in acque profonde