

Geografia fisica

Passerella 23-24

Matteo Frongillo

10 agosto 2024

Indice

1	Il tempo e la storia del pianeta Terra	3
1.1	Il tempo	3
1.1.1	Importanza del fattore tempo	3
1.1.2	Limitazioni delle misurazioni temporali umane	3
1.1.3	Durata di processi geologici	3
1.1.4	Geologia e tempo	3
1.1.5	Età della Terra	3
2	La Terra come sistema	4
2.1	Il geosistema clima	4
2.1.1	Processi delle placche	4
2.2	Il geosistema tettonica delle placche	4
2.3	La tettonica delle placche	5
2.3.1	Litosfera e placche	5
2.3.2	Movimento delle placche	5
2.3.3	Tipi di margini delle placche	6
2.3.4	Margini divergenti	6
2.3.5	Margini convergenti	6
2.3.6	Margini conservativi	7
2.3.7	Teoria della tettonica delle placche	7
3	Terremoti e vulcani	7
3.1	Terremoti	7
3.1.1	Definizioni	7
3.1.2	Tipi di onde sismiche	7
3.1.3	Scale di misurazione	8
3.1.4	Strumenti di misurazione e prevenzione	8
3.2	Vulcani	8
3.2.1	Forma	8
3.2.2	Tipi di eruzione	8
3.2.3	Creazione	8
3.2.4	Elementi	8
3.2.5	Prevenzione	9
4	Rocce, geomorfologia e suolo	10
4.1	Processi endogeni e esogeni	10
4.1.1	Processi endogeni	10
4.1.2	Processi esogeni	10
4.2	Le rocce	10
4.2.1	Rocce magmatiche effusive	10
4.2.2	Rocce magmatiche intrusive	10
4.2.3	Rocce sedimentarie	10
4.2.4	Rocce metamorfiche	11
4.2.5	Il ciclo litogenetico	11

5	Il suolo	12
5.1	Materiali geologici sulla superficie del pianeta	12
5.1.1	Il suolo	12
5.2	La formazione dei suoli	12
5.2.1	La struttura	12
5.2.2	I climi	12
5.2.3	La formazione del suolo	13
6	I moti di rotazione e rivoluzione	14
6.1	Le conseguenze dei moti	14
6.1.1	Forza centrifuga	14
6.1.2	Ciclo giorno-notte	14
6.1.3	Stagioni	14
6.1.4	Forza di Coriolis	14
6.1.5	Solstizi ed equinozi	14
6.1.6	Emisferi	15
6.2	Zone climatiche	15
6.2.1	Zona intertropicale	15
6.2.2	Zona temperata boreale e australe	15
6.2.3	Calotta polare artica e antartica	15
6.3	Struttura e composizione dell'atmosfera	15
6.3.1	Composizione dell'aria	15
6.3.2	Gli strati dell'atmosfera	15
6.4	L'umidità nell'aria	16
6.4.1	Umidità assoluta	16
6.4.2	Umidità massima	16
6.4.3	Umidità relativa	16
6.4.4	Limite di saturazione e punto di rugiada	16
6.5	La pressione atmosferica e lo sviluppo dei venti	16
6.5.1	Ciclone	16
6.5.2	Anticiclone	16
6.5.3	Inter Tropical Convergence Zone (ITCZ)	16
6.6	Classificazione e analisi dei climi	17
6.6.1	Elementi climatici	17
6.6.2	Fattori climatici	17
6.6.3	Classificazione di Köppen	17
6.6.4	Tipi di clima	17
7	Cambiamento climatico e politica del clima	18
7.1	0 - Punto di partenza	18
7.1.1	Ciclo climatico	18
7.2	1 - Il sistema climatico	18
7.2.1	Sfere climatiche	18
7.2.2	Effetto serra naturale	18
7.2.3	La temperatura dell'aria	18
7.2.4	Effetto serra antropico	18
7.3	2 - Cause del cambiamento climatico	18
7.3.1	Fenomeni naturali	18
7.3.2	Fenomeni antropogenici (umani)	19
7.4	3 - Conseguenze attuali e future	19
7.4.1	Conseguenze attuali	19
7.4.2	Conseguenze future	19
7.5	4 - Politica del clima	19
7.5.1	Adattamento	19
7.5.2	Mitigazione	19

1 Il tempo e la storia del pianeta Terra

1.1 Il tempo

1.1.1 Importanza del fattore tempo

Il tempo è cruciale per comprendere molti fenomeni naturali. Ad esempio, l'erosione di una gola da parte di un fiume avviene su una scala temporale di centinaia, migliaia o milioni di anni.

1.1.2 Limitazioni delle misurazioni temporali umane

- Le misure temporali umane dirette vanno da frazioni di secondo a poche decine di anni;
- Alcuni fenomeni naturali, come movimenti delle masse d'aria e acqua e le variazioni climatiche stagionali, rientrano in questo intervallo di tempo.

1.1.3 Durata di processi geologici

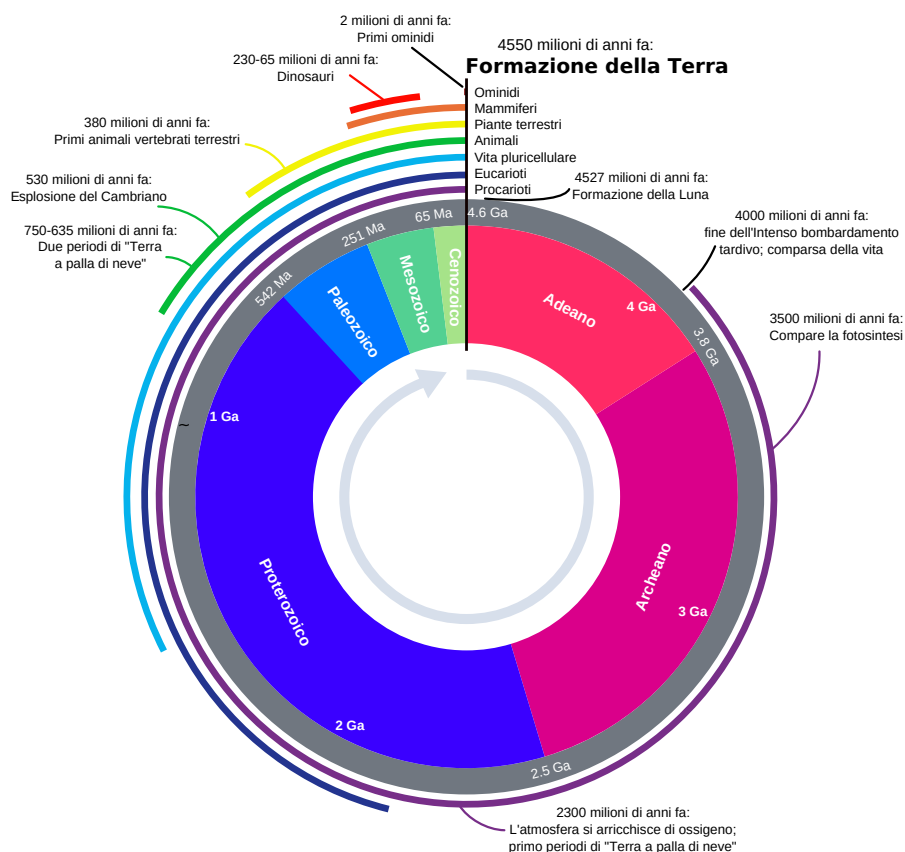
Molti processi geologici si estendono su scale temporali molto superiori alla vita umana. Ad esempio, la formazione di uno spessore di pochi decimetri di fango sul fondale marino può richiedere decine di migliaia di anni.

1.1.4 Geologia e tempo

- La geologia studia la storia della Terra, la composizione della crosta terrestre e i processi di formazione delle rocce;
- Per comprendere i fenomeni geologici, è essenziale considerare il fattore tempo.

1.1.5 Età della Terra

- La Terra ha un'età stimata di 4.54 miliardi di anni;
- Questa vasta scala temporale è fondamentale per comprendere fenomeni geologici come l'erosione fluviale e il sollevamento di catene montuose.



2 La Terra come sistema

2.1 Il geosistema clima

- **Atmosfera:** involucro aeriforme che si estende dalla superficie del globo terracqueo fino a un'altezza di oltre 100 km;
- **Idrosfera:** insieme delle acque presenti sulla Terra in qualsiasi stato di aggregazione (oceani, mari, fiumi, acque sotterranee, ...);
- **Litosfera:** involucro esterno, roccioso e rigido della Terra il quale comprende la crosta e la parte superiore del mantello, fino a una profondità media di circa 100 km;
- **Biosfera:** la componente vivente che comprende tutti gli organismi che vivono sulle terre emerse, in mare e nell'atmosfera;
- **Criosfera:** insieme dei ghiacci delle calotte glaciali, dei ghiacciai di montagna, del terreno e dei mari polari, oltre alla neve;

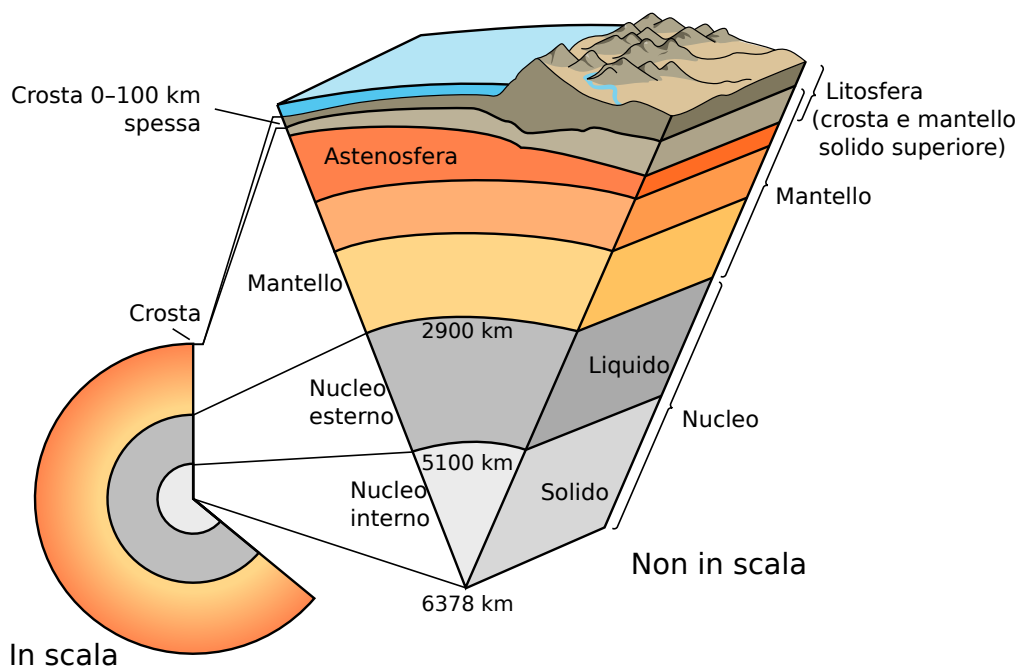
Tutte le sfere interagiscono tra di loro e il sistema di sfere sfrutta e produce energia e massa:

- Energia in entrata: radiazione solare;
- Energia in uscita: radiazione termica;
- Massa in entrata: corpo celeste che arriva sulla Terra (es. meteorite);
- Massa in uscita: corpo composto da elementi terrestri che lascia l'atmosfera (es. satellite artificiale).

2.1.1 Processi delle placche

- **Processi esogeni:** processi attivati dall'energia solare che avvengono sulla superficie terrestre (es. movimenti delle acque, cambiamenti di stato e fenomeni meteorologici);
- **Processi endogeni:** processi attivati dal calore interno della Terra che portano alla formazione di catene montuose, terremoti e vulcani, oltre alla creazione e modifica dei bacini oceanici.

2.2 Il geosistema tettonica delle placche



Litosfera:

La litosfera è la parte solida e rigida della Terra che comprende la crosta terrestre e la parte superiore del mantello. Essa è meno densa rispetto agli strati sottostanti e si trova sopra l'astenosfera, che è più plastica e duttile.

Astenosfera:

- L'astenosfera si trova immediatamente sotto la litosfera ed è uno strato del mantello superiore caratterizzato da un comportamento reologico plastico. In questo strato, la velocità delle onde sismiche si riduce considerevolmente.
- Gli spostamenti delle placche creano fenomeni magmatici che producono nuova litosfera e attività sismiche che sostituiscono la litosfera attuale;
- Poiché le onde S non si annullano completamente nell'astenosfera, i geologi ritengono che essa sia composta da materiali che si comportano in modo viscoelastico, permettendo loro di deformarsi lentamente sotto l'effetto di stress prolungati.
 - Le onde S sono un tipo di onde sismiche che si propagano perpendicolarmente alla direzione di propagazione, causando il movimento delle particelle del terreno in direzioni ortogonali. Le onde S non possono propagarsi nei fluidi, il che significa che la loro presenza e velocità possono fornire informazioni sulla composizione e lo strato dei materiali che attraversano.

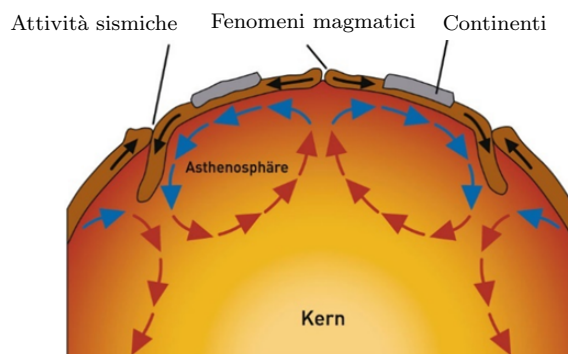
Mantello profondo:

Porzione del mantello al di sotto dell'astenosfera il quale si estende da una profondità di circa 400km fino al limite nucleo-mantello (profondità di 2900km).

2.3 La tettonica delle placche

2.3.1 Litosfera e placche

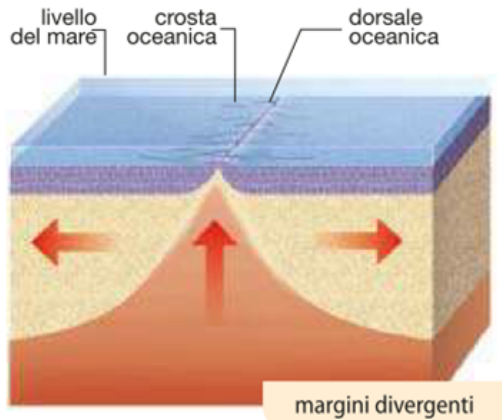
La litosfera è suddivisa in placche di dimensioni variabili, che si incastrano tra loro come tessere di un mosaico, senza lasciare spazi vuoti. Le placche litosferiche sono rigide, hanno uno spessore variabile e si muovono sull'astenosfera, che si comporta come uno strato plastico. In questo strato, si verificano lenti movimenti di materiale con correnti ascensionali e discensionali, noti come movimenti convettivi.



2.3.2 Movimento delle placche

Le placche si muovono orizzontalmente. Poiché sono a diretto contatto tra loro, ogni movimento di una placca influenza quelli delle placche vicine. Questo genera instabilità lungo i margini delle placche, mentre le regioni centrali di ciascuna placca sono sostanzialmente inattive e stabili. Questo fenomeno permette di identificare i margini delle placche, che corrispondono a fasce sottili e allungate caratterizzate da attività sismica.

2.3.3 Tipi di margini delle placche

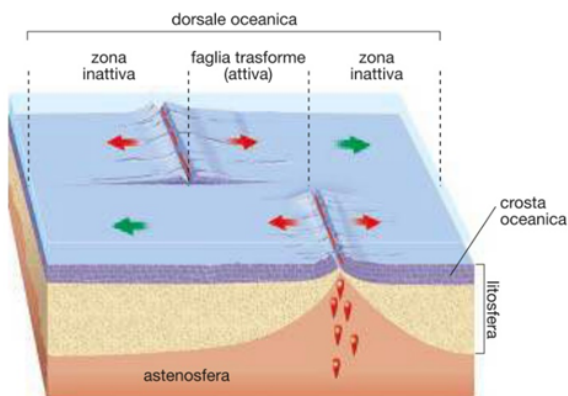
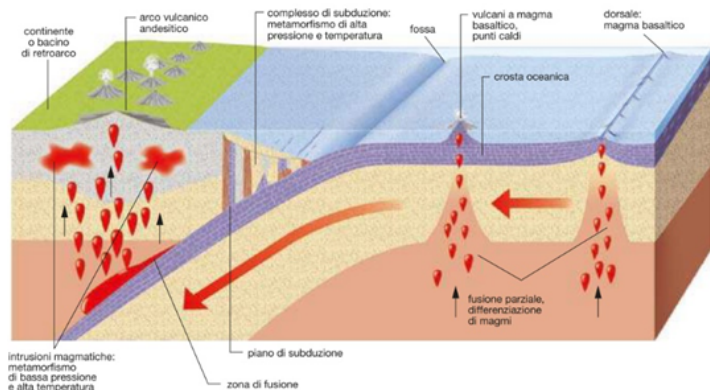


Margini divergenti

Sono aree in cui si crea nuova litosfera oceanica. Coincidono con le dorsali oceaniche, ma includono anche i rift continentali, come la regione delle grandi fosse tettoniche africane. Le due placche ai lati della dorsale si accrescono, poiché si forma un nuovo fondale oceanico. La litosfera prodotta viene spinta lateralmente, con un moto divergente ripetuto alla dorsale. Sono caratterizzati da un'intensa attività vulcanica e da una debole attività sismica.

Margini convergenti

Lungo questi margini, le placche contigue sono sospinte l'una contro l'altra. Coincidono con le catene montuose recenti e sono caratterizzati da fenomeni sismici molto violenti e da un'intensa attività magmatica, sia effusiva sia intrusiva.



Margini trasformativi (o conservativi)

Lungo questi margini, le placche scivolano l'una accanto all'altra, muovendosi in direzioni opposte o a velocità differenti. Coincidono con faglie trasforme e sono caratterizzati da una forte attività sismica, ma generalmente privi di attività vulcanica o magmatica.

2.3.4 Margini divergenti

- La litosfera si incrina e si frattura, permettendo la risalita del magma dall'astenosfera, che solidifica formando nuova crosta oceanica. La lava basaltica fuoriesce, raffreddandosi e ostruendo la frattura, che viene riaperta dalla tensione delle correnti del mantello;
- Le dorsali oceaniche espandono il fondale marino a velocità variabili, formando nuova crosta che si allontana dalla dorsale. Questo processo crea oceani in diverse fasi evolutive, dal rift embrionali come la Rift Valley africana agli oceani maturi come l'Atlantico.

2.3.5 Margini convergenti

L'orogenesi avviene ai margini convergenti delle placche tettoniche, dove la collisione tra placche causa piegamenti e sovrascorrimenti che formano le montagne. Questo processo include la subduzione e la collisione continentale, creando catene montuose come l'Himalaya e le Alpi.

- I margini convergenti sono i confini tra placche tettoniche dove avviene la collisione. Esistono quattro tipi di convergenza:

1. Litosfera continentale vs. oceanica: la placca oceanica subduce sotto quella continentale, formando una fossa oceanica e un arco vulcanico, con intensa attività sismica (es. Ande);
2. Litosfera oceanica vs. oceanica: una placca subduce sotto l'altra, formando una fossa oceanica e un arco vulcanico insulare (es. Giappone, Filippine);
3. Litosfera continentale vs. continentale: nessuna placca subduce, si formano catene montuose tramite piegamenti e sovrascorrimenti (es. Himalaya, Alpi);
4. Placca mista vs. oceanica: la litosfera oceanica subduce, mentre quella continentale causa terremoti e deformazioni (es. margine tra placca euroasiatica e africana).

2.3.6 Margini conservativi

- I margini conservativi sono caratterizzati dallo scorrimento orizzontale delle placche tettoniche senza creare o distruggere litosfera. Le placche si muovono lateralmente lungo faglie trasformi, causando terremoti violenti ma senza formazione di montagne o vulcani significativi (es. Faglia di San Andreas);
- Le faglie trasformi nelle dorsali oceaniche interrompono la continuità delle dorsali, con movimenti opposti dei blocchi rocciosi, generando terremoti dovuti alla diversa velocità di espansione.

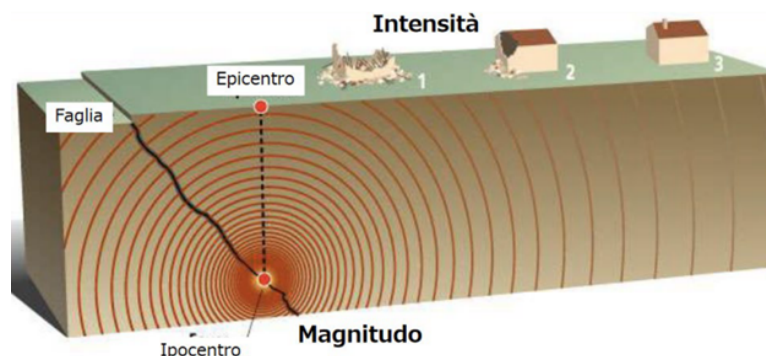
2.3.7 Teoria della tettonica delle placche

La teoria è supportata da numerose evidenze e da due punti chiave:

1. La litosfera è divisa dall'astenosfera, con movimenti convettivi;
2. Le placche sono soggette a forze ai loro margini o sotto la loro superficie basale. La causa principale dei movimenti delle placche sono i movimenti convettivi del mantello.

3 Terremoti e vulcani

3.1 Terremoti



3.1.1 Definizioni

- **Epicentro:** Punto sulla superficie terrestre direttamente sopra l'ipocentro;
- **Ipocentro:** Punto sotterraneo dove ha origine il terremoto, anche detto focus;
- **Faglia:** Frattura nella crosta terrestre lungo la quale avviene il movimento delle placche;
- **Magnitudo:** Misura dell'energia rilasciata da un terremoto, quantificata con la scala Richter;
- **Intensità:** Misura degli effetti di un terremoto sulla superficie terrestre, valutata con la scala Mercalli;

3.1.2 Tipi di onde sismiche

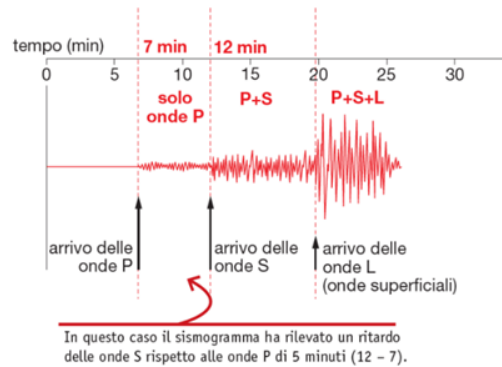
- Onde P (primarie, compressionali): onde di compressione che viaggiano più velocemente e sono le prime ad rilevate da un sismografo;
- Onde S (secondarie, di taglio): onde di taglio che viaggiano più lentamente e vengono rilevate successivamente;
- Onde superficiali: onde che viaggiano lungo la superficie terrestre, principali cause della maggior parte dei danni durante un terremoto.

3.1.3 Scale di misurazione

- **Scala Mercalli:** Scala che misura l'intensità dei terremoti in base agli effetti osservati e si basa sui danni materiali, dunque dipende dalla distanza dall'epicentro. È divisa in 12 gradi: I (impercepibile) a XII (distruttivo);
- **Scala Richter:** Scala logaritmica che misura la magnitudo (energia e forza) di un terremoto, ogni aumento di un'unità corrisponde a un aumento di dieci volte nell'ampiezza delle onde sismiche, dunque non dipende dalla distanza dall'epicentro.

3.1.4 Strumenti di misurazione e prevenzione

- **Sismogramma:** Grafico registrato da un sismografo che mostra le onde sismiche generate dal terremoto;



- **Previsione dei terremoti:** Attualmente difficile da realizzare con precisione, si basa su studi statistici e storici delle aree sismiche;
- **Rischio sismico:** Valutazione della probabilità di occorrenza e dell'impatto potenziale di un terremoto in una determinata area;
- **Misure di sicurezza:** Costruzioni antisismiche, piani di evacuazione e sistemi di allerta precoce sono fondamentali per ridurre i danni e salvare vite umane.

3.2 Vulcani

3.2.1 Forma

- **Forma dei vulcani:** Include coni stratificati, scudi, caldere e vulcani a cono di scorie;
- **Coni stratificati:** Vulcani con eruzioni esplosive e struttura a strati di lava e cenere (es. Monte Fuji, Vesuvio);
- **Vulcani a scudo:** Vulcani con eruzioni effusive e una forma larga e bassa (es. Mauna Loa, Mauna Kea).

3.2.2 Tipi di eruzione

- **Eruzioni esplosive:** Emissioni violente di gas, cenere e frammenti solidi, tipiche dei vulcani a cono stratificato;
- **Eruzioni effusive:** Colate laviche relativamente tranquille, comuni nei vulcani a scudo.

3.2.3 Creazione

- **Caldera:** Grande cratere formatosi per il collasso della camera magmatica dopo un'eruzione (es. Yellowstone, Crater Lake);
- **Vulcani a cono di scorie:** Piccoli vulcani con eruzioni esplosive di breve durata che formano coni di scorie (es. Parícutin).

3.2.4 Elementi

- **Camera magmatica:** Riserva sotterranea di magma che alimenta i vulcani;
- **Fumarole:** Aperture nei vulcani da cui fuoriescono gas;

- **Lava:** Magma che raggiunge la superficie terrestre durante un'eruzione;
- **Cenere vulcanica:** Particelle fini di materiale piroclastico espulse durante un'eruzione esplosiva;
- **Gas vulcanici:** Principalmente vapore acqueo, anidride carbonica e diossido di zolfo, possono influenzare il clima;
- **Hotspot:** Punti caldi nel mantello che causano attività vulcanica lontano dai margini delle placche (es. Hawaii, Islanda).

3.2.5 Prevenzione

- **Previsione delle eruzioni:** Basata su monitoraggio di segnali precursori come aumento della sismicità, deformazioni del terreno e variazioni nei gas vulcanici;
- **Rischio vulcanico:** Valutazione della probabilità di eruzioni vulcaniche e del loro impatto potenziale su persone, infrastrutture e ambiente;
- **Misure di sicurezza:** Evacuazioni, piani di emergenza e monitoraggio costante dei vulcani attivi sono cruciali per mitigare i rischi associati alle eruzioni.

4 Rocce, geomorfologia e suolo

4.1 Processi endogeni e esogeni

4.1.1 Processi endogeni

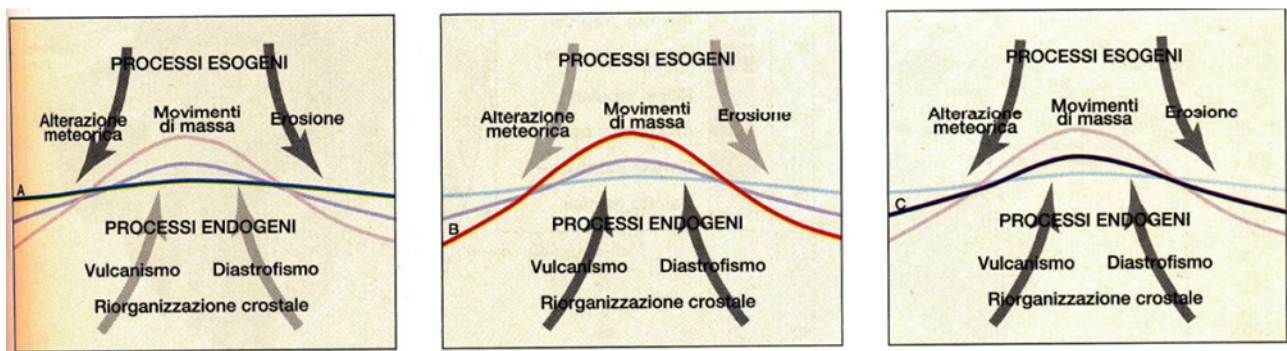
I processi endogeni derivano dal calore della Terra. Alcuni esempi:

- Diastrofismo (Tettonica delle placche);
- Riorganizzazione crostale (Terremoti);
- Vulcanismo.

4.1.2 Processi esogeni

I processi esogeni derivano dai processi endogeni e sono inversamente proporzionali ad essi:

- Agiscono appena si comincia a formare un rilievo;
- Contrastano l'azione dei processi endogeni.



4.2 Le rocce

I processi che portano alla creazione delle rocce sono tre:

- Processo magmatico, ossia la solidificazione del magma:
 - Rocce magmatiche effusive;
 - Rocce magmatiche intrusive;
- Processo sedimentario: avviene sulla superficie terrestre;
- Processo metamorfico: avviene all'interno della crosta terrestre.

4.2.1 Rocce magmatiche effusive

Si formano quando la lava, a contatto con l'aria o l'acqua, si raffredda velocemente.

4.2.2 Rocce magmatiche intrusive

Si formano quando il magma non riesce ad emergere in superficie e rimane intrappolato tra le rocce in bolle o filoni magmatici, nei quali si raffredda lentamente.

4.2.3 Rocce sedimentarie

Si formano quando altri tipi di rocce sono esposte sulla superficie terrestre e vengono disgregate dall'azione degli **agenti esogeni** dell'atmosfera (piogge), dell'idrosfera (fiumi, esondazioni) e della biosfera (funghi, batteri, piante). Queste interazioni possono durare milioni di anni e possono essere descritte in tappe:

- **Degradazione**
 - Disgregazione fisica (es. frane, crio/termoclastismo);
 - Alterazione chimica (es. idrolisi, ossidazione);

- **Sedimentazione**

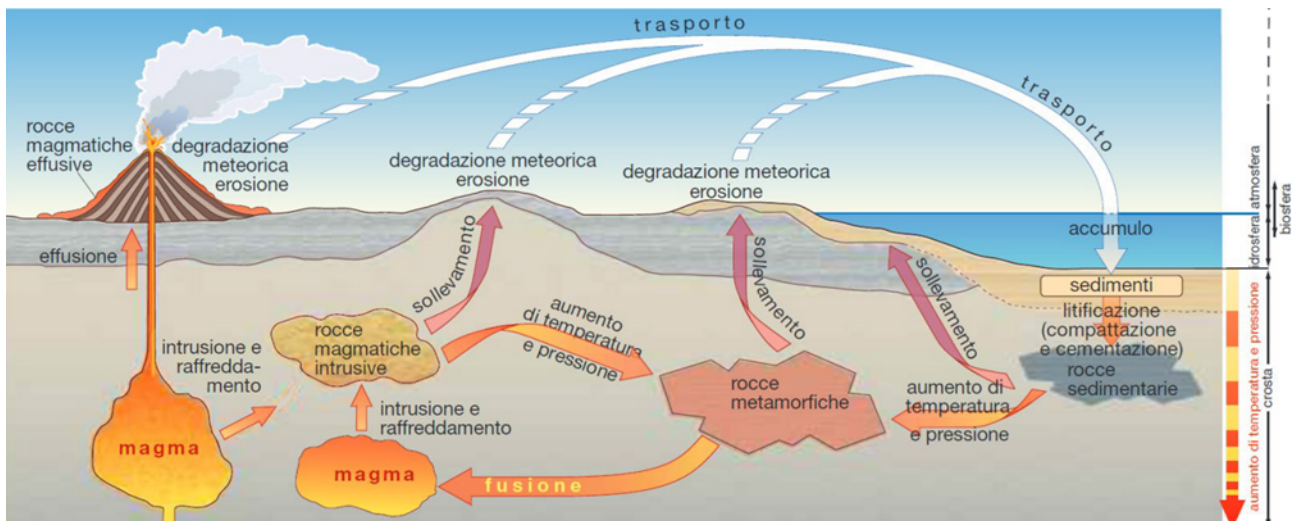
- Cementificazione → Diagenesi (es. sabbia cementata);
- Trasporto (es. fiumi, ghiacciai);
- Deposizione (es. delta, foce, arginamento);
- Calcificazione → (es. deposizione chimica e successiva evaporazione).

4.2.4 Rocce metamorfiche

Si formano quando altri tipi di rocce superficiali vengono trasportate in profondità a causa **agenti endogeni**, come imponenti movimenti della crosta, ed entrando in contatto con temperature e pressioni molto elevate, trasformando così la loro struttura e la loro composizione mineralogica. Le trasformazioni metamorfiche rimangono comunque allo stato solido. Esse possono essere suddivise in due tipi:

- Rocce scistose (o regionali), quando vengono stirate dai movimenti della crosta;
- Rocce di contatto, quando vengono trasformate dal calore del magma vicino.

4.2.5 Il ciclo litogenetico



5 Il suolo

5.1 Materiali geologici sulla superficie del pianeta

- Roccia in posto (es. montagne);
- Depositi superficiali (es. rocce sedimentarie);
- Suolo.

5.1.1 Il suolo

Il suolo è lo strato incoerente di detriti minerali prodotti dal disfacimento delle rocce, ricco di materia organica, liquidi, gas e forme di vita, che poggia sulla roccia in posto inalterata.

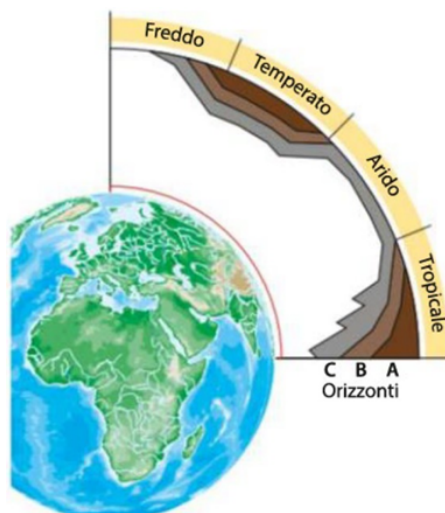
5.2 La formazione dei suoli

5.2.1 La struttura

- **Orizzonte A**
 - Ricco di materia organica;
 - Le acque piovane si infiltrano e trasportano verso il basso le particelle argillose più piccole, lasciando quelle più grandi in superficie;
- **Orizzonte B**
 - Povero di materia organica;
 - Ricco di particelle argillose;
- **Orizzonte C**
 - Costituito da particelle di suolo e da frammenti di roccia non ancora completamente alterati;
 - In questo orizzonte si ha un passaggio graduale verso la roccia madre;
- **Roccia madre (R).**

5.2.2 I climi

- **Clima temperato**
 - Il suolo è ricco di humus e adatto alla crescita di piante
- **Clima caldo umido**
 - Il suolo è povero di humus, ma con una vegetazione rigogliosa
- **Clima arido**
 - Il suolo è povero di humus, con vegetazione bassa e rada



5.2.3 La formazione del suolo

- La roccia madre fornisce il detrito e determina la composizione della parte minerale;
- La pendenza del terreno incide in modo rilevante sullo spessore del suolo;
- Se la pendenza è molto forte, il suolo può essere del tutto assente, come sulle pareti rocciose di alta montagna;
- Il clima influisce sui processi di formazione, sullo spessore del suolo e sullo sviluppo e sul tipo di vegetazione.

6 I moti di rotazione e rivoluzione

6.1 Le conseguenze dei moti

6.1.1 Forza centrifuga

Con il moto di **rotazione** della Terra si hanno due tipi di velocità e di forze:

- Velocità di rotazione lineare e angolare;
- Forza centrifuga e centripeta.

6.1.2 Ciclo giorno-notte

La **rotazione** della Terra fa sì che ci sia ciclicamente il dì e la notte.

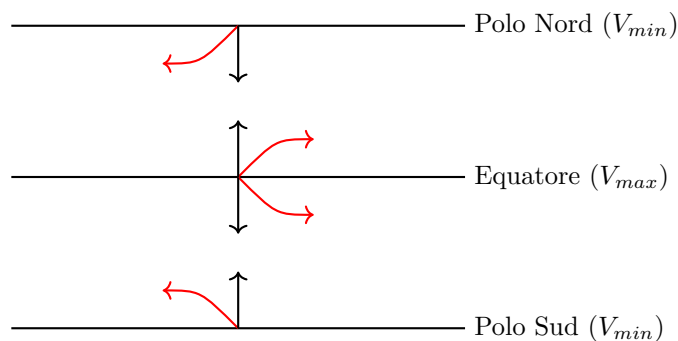
6.1.3 Stagioni

La **rivoluzione** della Terra attorno al Sole fa sì che il proprio asse rotei periodicamente attorno al centro di massa terrestre, comportando così l'alternanza tra le stagioni.

6.1.4 Forza di Coriolis

I corpi in volo, a causa dell'asse di rotazione, non vengono spostati in linea d'aria.

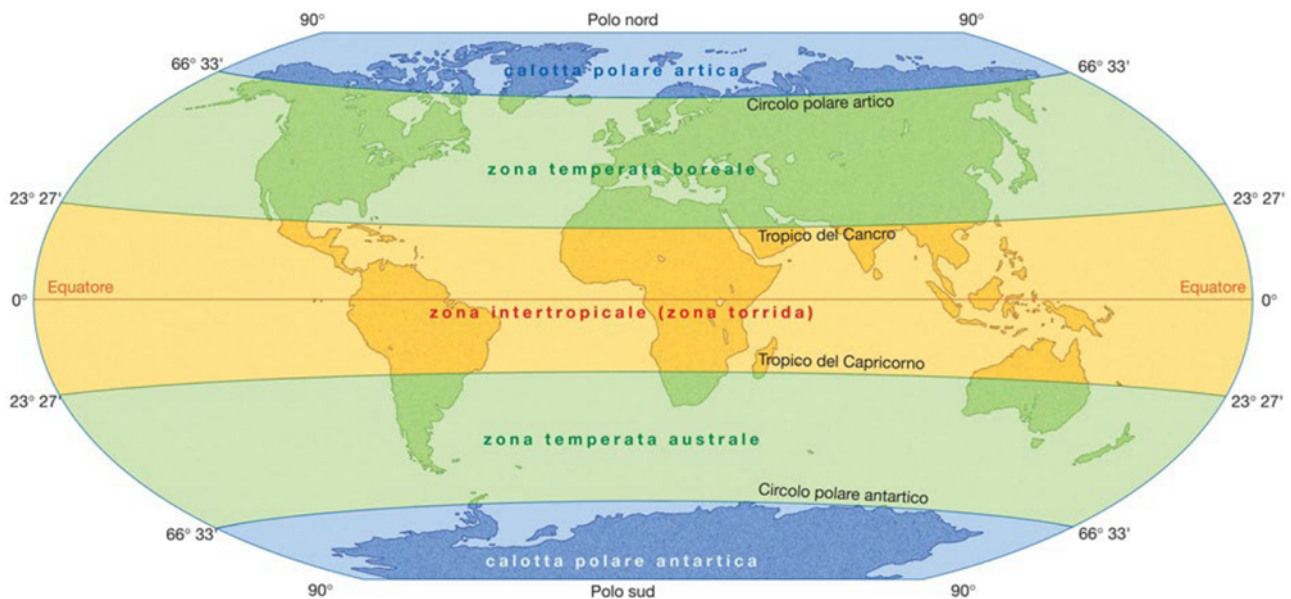
- Nell'emisfero nord i corpi si spostano verso destra.
- Nell'emisfero sud i corpi si spostano verso sinistra.



6.1.5 Solstizi ed equinozi

	Solstizio d'inverno	Equinozio di primavera	Solstizio d'estate	Equinozio d'autunno
Data	22 dicembre	21 marzo	21 giugno	23 settembre
Parallelo in cui il sole è allo Zenit (a mezzogiorno)	Tropico del Capricorno	Equatore	Tropico del Cancro	Equatore
Luogo con più di ore di luce	Polo Sud	Stessa durata del dì e della notte su tutto il pianeta	Polo Nord	Stessa durata del dì e della notte su tutto il pianeta
Luogo con meno ore di luce	Polo Nord	Stessa durata del dì e della notte su tutto il pianeta	Polo Sud	Stessa durata del dì e della notte su tutto il pianeta
Che stagione inizia nell'emisfero nord	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Che stagione inizia nell'emisfero sud	Estate	Autunno	Inverno	Primavera

6.1.6 Emisferi



6.2 Zone climatiche

6.2.1 Zona intertropicale

- Raggi solari perpendicolari alla superficie terrestre due volte all'anno.
- In generale l'illuminazione è sempre molto intensa.
- Poca differenza di durata tra il dì e la notte.

6.2.2 Zona temperata boreale e australe

- I raggi del sole giungono sempre più o meno obliqui, mai perpendicolari alla superficie.
- Giornate corte in inverno e lunghe in estate.

6.2.3 Calotta polare artica e antartica

- I raggi del sole giungono sempre molto inclinati.
- Si alternano un "gran dì" e una "gran notte".

6.3 Struttura e composizione dell'atmosfera

6.3.1 Composizione dell'aria

- 78.1% Azoto (N_2)
- 20.9% Ossigeno (O_2)
- 0.94% Argon (Ar)
- 0.038% Diossido di carbonio (CO_2)

6.3.2 Gli strati dell'atmosfera

Strato	Altitudine	Fenomeni tipici
Esosfera	-	Aurore polari Riflessione onde radio
Termosfera	500 – 1000 km	Aurore polari Riflessione onde radio
Mesosfera	80 km	Nubi nottilucenti
Stratosfera	50 km	Assorbimento dei raggi UV
Troposfera	7 – 17 km	Fenomeni atmosferici

6.4 L'umidità nell'aria

6.4.1 Umidità assoluta

La quantità di vapore acqueo in grammi contenuta in 1 m³ di aria.

6.4.2 Umidità massima

La quantità massima di vapore acqueo che può contenere 1 m³ di aria.

6.4.3 Umidità relativa

Il rapporto tra l'umidità assoluta e l'umidità massima possibile: $UR = \frac{m_{UA}}{m_{U_{max}}}$

6.4.4 Limite di saturazione e punto di rugiada

La quantità massima di vapore acqueo all'interno dell'aria è dipendente dalla temperatura e viene chiamato limite di saturazione. Quando l'umidità relativa equivale all'umidità massima, si parla di punto di rugiada.

6.5 La pressione atmosferica e lo sviluppo dei venti

6.5.1 Ciclone

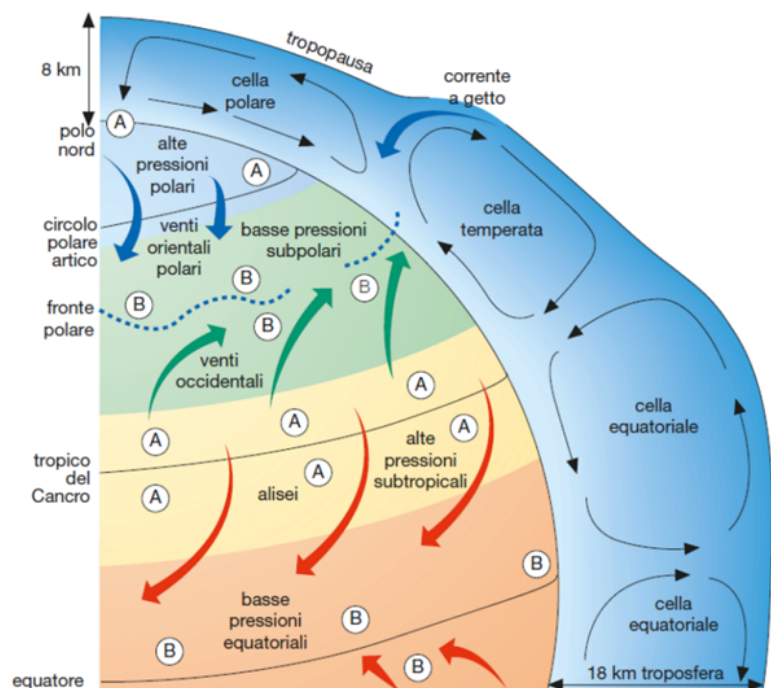
L'aria calda si scontra sul suolo e va verso l'alto, creando bassa pressione.

6.5.2 Anticiclone

L'aria fredda si scontra in aria e va verso il basso, creando alta pressione.



Ciclo dell'aria



Mappa dei cicloni

6.5.3 Inter Tropical Convergence Zone (ITCZ)

Le principali correnti convergenti si trovano:

- Ai poli Nord e Sud;
- Ai Tropici del Cancro e del Capricorno.

I venti divergenti dei Fronti Polari e dell'Equatore convergono alle fasce dei Tropici, creando alta pressione sul suolo (anticiclone) e siccità.

I venti si spostano periodicamente poiché sono condizionati sia dalla rivoluzione della Terra sia dal tipo di superficie sulla quale agiscono.

6.6 Classificazione e analisi dei climi

6.6.1 Elementi climatici

Gli elementi climatici sono fenomeni misurabili dell'atmosfera e descrivono il clima:

- Precipitazioni;
- Vento;
- Pressione;
- Irradiazione solare;
- Temperatura;
- Umidità.

6.6.2 Fattori climatici

Determinano e influenzano il clima:

- Latitudine (distanza dall'equatore);
- Altitudine;
- Continentalità (distanza dagli oceani).

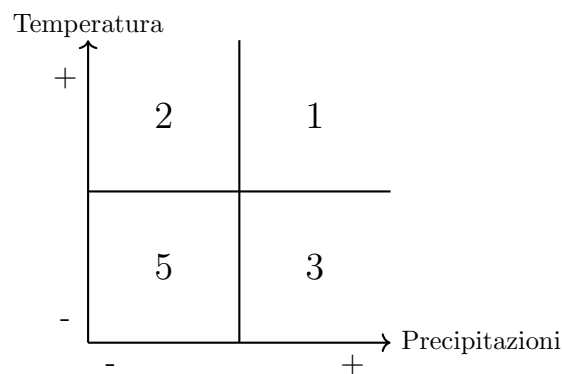
6.6.3 Classificazione di Köppen

La classificazione di Köppen tende a dividere i climi seguendo questi punti:

- Temperatura media annua;
- Temperatura media mensile;
- Precipitazioni medie annue;
- Precipitazioni medie mensili;
- Tipo di associazione vegetale.

6.6.4 Tipi di clima

1. Clima caldo umido: Le temperature medie superano sempre i 15°C e le precipitazioni sono abbondanti;
2. Clima arido: Precipitazioni scarsissime;
3. Clima temperato: Inverni non rigidi e precipitazioni generalmente moderate;
4. Clima freddo: I mesi freddi prevalgono, con precipitazioni moderate o scarse che si verificano soprattutto durante l'estate;
5. Clima nivale: La temperatura media del mese più caldo è sempre inferiore a 10°C , mentre le precipitazioni (soprattutto nevose) sono scarse.



Il clima freddo (4) è difficilmente posizionabile in un grafico simile.

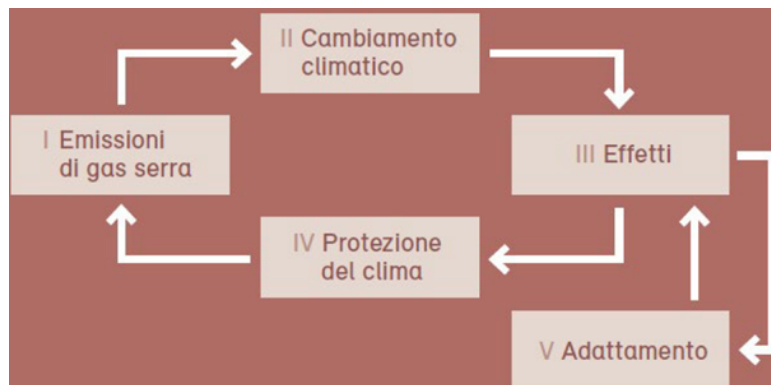
7 Cambiamento climatico e politica del clima

7.1 0 - Punto di partenza

7.1.1 Ciclo climatico

Ciclo climatico

1. Emissioni di gas serra;
2. Cambiamento climatico;
3. Effetti;
4. Protezione del clima;
5. Adattamento.



7.2 1 - Il sistema climatico

7.2.1 Sfere climatiche

- Atmosfera;
- Idrosfera (precipitazioni, oceani, corsi d'acqua);
- Criosfera (calotte glaciali, ghiacciai, neve);
- Biosfera marittima e terrestre;
- Pedosfera (suoli);
- Crosta terrestre;
- Mantello terrestre.

7.2.2 Effetto serra naturale

L'effetto serra naturale è dato dai gas serra che bloccano il flusso retroattivo dei raggi solari appena deviati verso l'alto da un corpo terrestre.

7.2.3 La temperatura dell'aria

È influenzata dall'irradiazione solare che colpisce un corpo, il quale si riscalda irraggiandosi e tramite conduzione riscalda l'aria a contatto con esso. L'ambiente si riscalda per convezione.

- Radiazione solare: onda corta;
- Radiazione termica riflessa sul suolo: onda lunga.

7.2.4 Effetto serra antropico

È l'effetto serra intensificato da gas serra emessi dalle attività umane.

7.3 2 - Cause del cambiamento climatico

7.3.1 Fenomeni naturali

- Variazione dell'orbita terrestre;
- Eruzioni vulcaniche;
- Variabilità solare;
- Correnti oceaniche.

7.3.2 Fenomeni antropogenici (umani)

- Emissioni di ulteriori e nuovi gas serra;
- Deforestazione;
- Agricoltura intensiva;
- Urbanizzazione e sviluppo.

7.4 3 - Conseguenze attuali e future

7.4.1 Conseguenze attuali

- Aumento delle temperature medie globali;
- Scioglimento dei ghiacciai e delle calotte polari;
- Eventi meteorologici estremi più frequenti;
- Cambiamenti nei regimi di precipitazione;
- Impatti sulla biodiversità.

7.4.2 Conseguenze future

- Innalzamento del livello del mare più pronunciato;
- Agricoltura e sicurezza alimentare compromesse;
- Maggiore acidificazione degli oceani;
- Rifugiati climatici;
- Salute pubblica a rischio.

7.5 4 - Politica del clima

7.5.1 Adattamento

L'adattamento ai cambiamenti climatici comprende strategie e azioni intraprese per ridurre la vulnerabilità e aumentare la resilienza di sistemi naturali e umani agli impatti attuali e futuri dei cambiamenti climatici.

- Miglioramento delle infrastrutture per resistere a eventi estremi;
- Modifica delle pratiche agricole per adattarsi ai nuovi regimi;
- Pianificazione dell'uso del territorio per ridurre le esposizioni a rischi specifici;
- Sviluppo di sistemi di allerta precoce per disastri naturali.

7.5.2 Mitigazione

La mitigazione dei cambiamenti climatici si riferisce alle azioni volte a limitare la magnitudo del riscaldamento globale riducendo o rimuovendo le emissioni di gas serra.

- Riduzione delle emissioni di CO₂ attraverso l'uso di energie rinnovabili e l'efficienza solare;
- Rifeorestazione e forestazione per aumentare l'assorbimento di CO₂ dall'atmosfera;
- Sviluppo di tecnologie per la cattura e lo stoccaggio del carbonio;
- Modifiche legislative e politiche per ridurre le emissioni di gas serra.