

GEOMORFOLOGIA



UNIVERSITÀ DELLA TERZA ETÀ

“Gian Piero Profumi”

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

DEFINIZIONE

La **GEOMORFOLOGIA** è la scienza che studia l'evoluzione del rilievo terrestre.

Geo = TERRA - Morfo = FORMA - Logos = STUDIO

Essa si occupa dei processi che producono il modellamento della superficie terrestre. L'erosione scolpisce le forme dei singoli rilievi e insieme al trasporto e alla deposizione dei detriti caratterizza la morfologia di intere regioni.

Anche l'uomo è parte attiva nella trasformazione del territorio, in alcuni casi con esiti rischiosi per la sua stessa incolumità.

FATTORI ENDOGENI ED ESOGENI

La superficie terrestre è il risultato delle azioni dei **Fattori Endogeni** (detti anche **Primari**), come l'orogenesi, il vulcanesimo, i terremoti, ma anche dei **Fattori Esogeni** (o **Derivati**) cioè **agenti esterni** come i fenomeni meteorologici (sole, vento, precipitazioni), le acque correnti, i ghiacciai, il mare.

Grazie a questi fattori si modella la morfologia terrestre o geomorfologia.

L'azione dei **Fattori Esogeni** o **Derivati** o **Esterni** avviene tramite tre fasi:

1. **L'EROSIONE**, che corrisponde ad un'azione distruttiva;
2. **IL TRASPORTO** dei materiali da una zona all'altra;
3. **IL DEPOSITO** dei materiali trasportati.

COSA MODELLA LA SUPERFICIE TERRESTRE

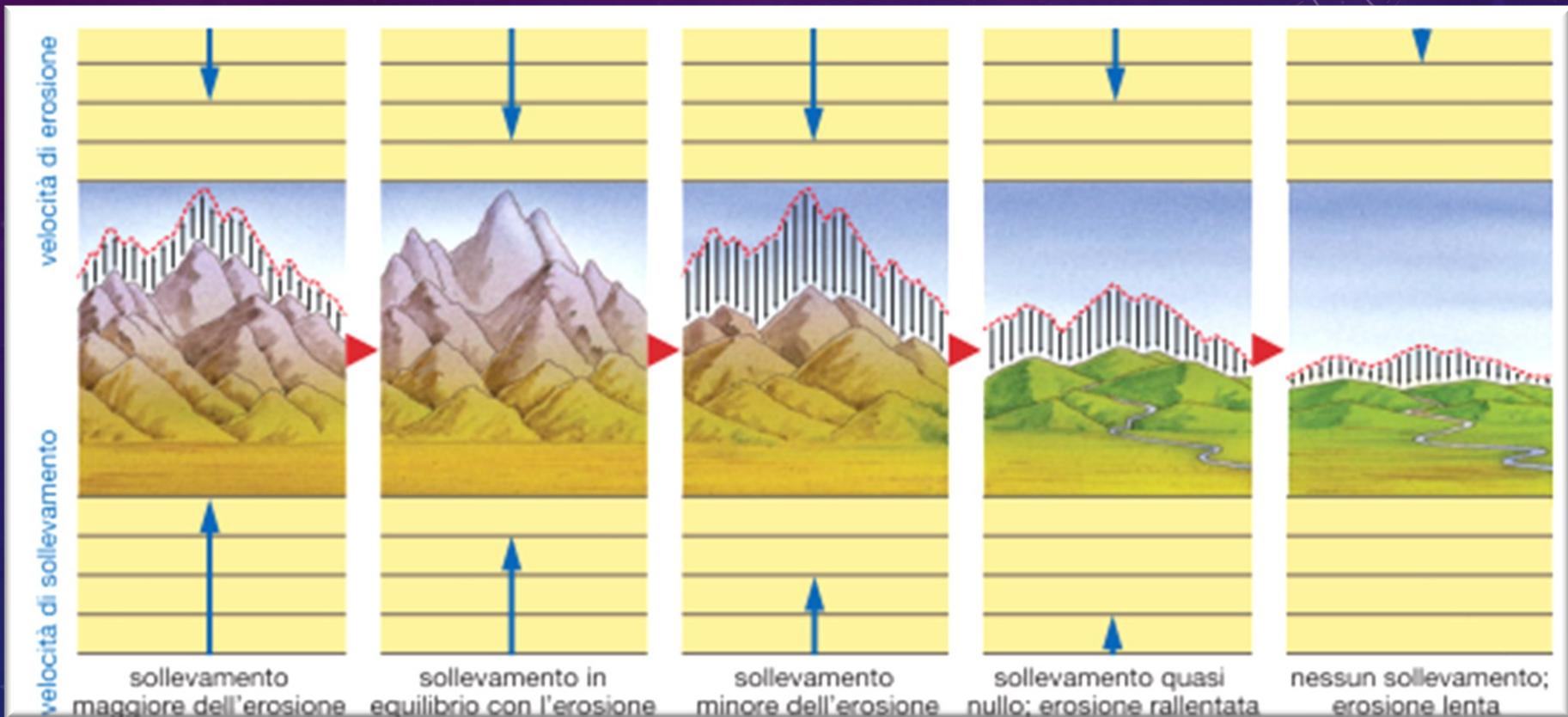
Montagne e colline, valli, coste alte e rocciose, litorali sabbiosi o ciottolosi: il volto della Terra assume aspetti molto variabili e mutevoli nel tempo.

La *Geomorfologia* studia le forme del rilievo e la loro evoluzione: un continuo **gioco di equilibrio** tra forze **Endogene** che sono legate all'azione di vulcani, orogenesi e terremoti – che si originano cioè all'interno della Terra – e forze **Esogene** – che sono alimentate dall'energia che la Terra riceve dal Sole e si manifestano con l'azione del vento, calore, e acqua.

FATTORI ENDOGENI - L'OROGENESI

OROGENESI

L'insieme dei fenomeni geologici che portarono alla formazione delle catene montuose.



L'evoluzione del rilievo dipende dall'equilibrio che si stabilisce tra il sollevamento tettonico, cioè l'orogenesi e l'erosione.

COSA MODELLA LA SUPERFICIE TERRESTRE

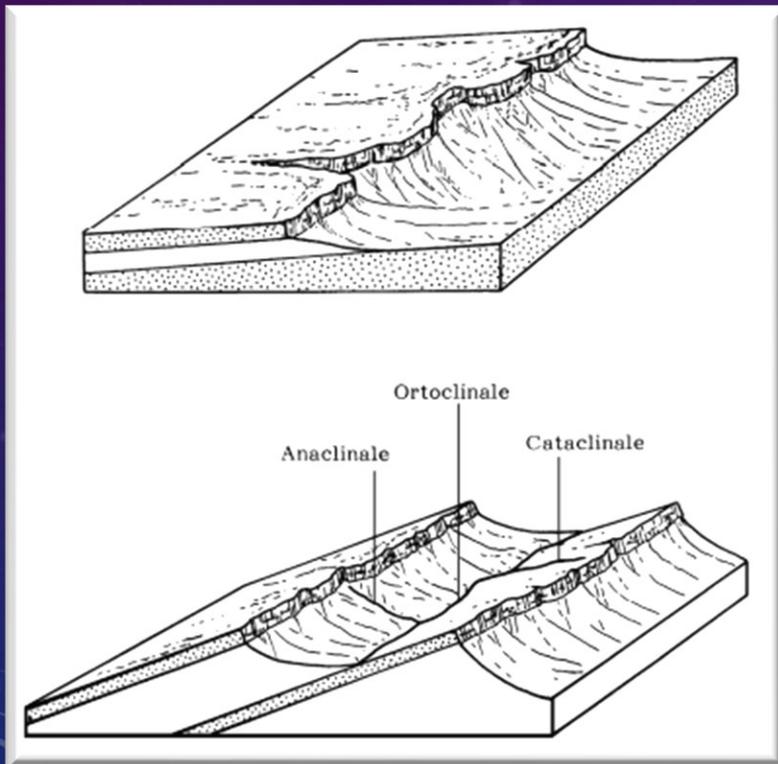
Gli Agenti Esogeni – vale a dire acque correnti superficiali, mare, vento, ghiacciai – sono i veicoli del modellamento in superficie. Essi generano nuove forme di rilievo esercitando le azioni di **erosione** degli affioramenti rocciosi originari, di **trasporto** e **deposizione** dei frammenti disgregati (per esempio, le dune del deserto).

Tuttavia, nei lunghi tempi geologici il risultato di questo incessante lavoro sarebbe lo **spianamento** di tutti i rilievi, **se non intervenissero le forze endogene..** Queste ultime, infatti, provocando il **sollevamento delle montagne**, le **eruzioni vulcaniche**, l'**innalzamento** o l'**abbassamento di terre emerse e aree marine**, **concorrono** all'opera degli agenti esogeni producendo nuove forme rocciose superficiali

Anche l'azione dell'**uomo**, che sempre di più sfrutta il territorio, può modificare in modo significativo la morfologia del rilievo: per esempio, durante l'esercizio di alcune attività minerarie sono smantellate anche intere colline (giacimenti minerari).

EROSIONE SELETTIVA

Erosione con **efficacia** **diversa** su **rocce** con **caratteristiche litologiche** e/o **giaciture** **differenti**.



I PROCESSI ELEMENTARI

I processi di **Degradazione Meteorica** (*Weathering*) sono costituiti dall'insieme delle modificazioni fisiche e chimiche che una roccia subisce al contatto con gli agenti atmosferici.

Essi hanno come risultato quello di produrre una **disgregazione** della roccia in elementi più piccoli e disaggregati o di procedere ad una **trasformazione chimica dei minerali** costituenti una roccia; in entrambi i casi si può giungere alla parziale o totale scomparsa di una roccia.

I principali processi di degradazione meteorica si distinguono in due gruppi diversi:

- ❖ processi di natura **Fisica** o **processi clastici**, che producono la **disgregazione** e la **frantumazione** della roccia originaria;
- ❖ processi di natura **Chimica**, che consistono nell'alterazione allo stato solido o nella dissoluzione della roccia.

I PROCESSI ELEMENTARI

	Processi	Rocce	H ₂ O	Agenti	Prodotti	Zone Climatiche
F	Crioclastismo	Tutte	Si	Ghiaccio	Crioclasti	Freddo-umide
I	Termoclastismo	Tutte	No	Radiazione solare	Termoclasti	Caldo-aride
S						
I	Idroclastismo	Argillose	Si	Acqua	Idroclasti	Umide
C	Aloclastismo	Tutte	Si	Sali	Aloclasti	Varie
I	Bioclastismo	Tutte	No	Organismi viventi	Bioclasti	Varie
C	Idratazione	Alcune	Si	Acqua	Idrati	Umide
H	Ossidazione	Alcune	No	Ossigeno	Ossidi	Varie
I	Idrolisi	Silicatiche	Si	Acqua	Minerali Residuali	Caldo-umide
M						
I	Azioni biochimiche	Tutte	No	Organismi viventi	Suoli	Varie
C						
I	Soluzione o Corrasione	Rocce Solubili	Si	Acqua e CO ₂		Umide

I PROCESSI ELEMENTARI - FISICI

I processi di tipo **Fisico** portano alla **disgregazione della roccia in frammenti** di varie dimensioni detti **clasti** (dal greco *klastos*, spezzato).

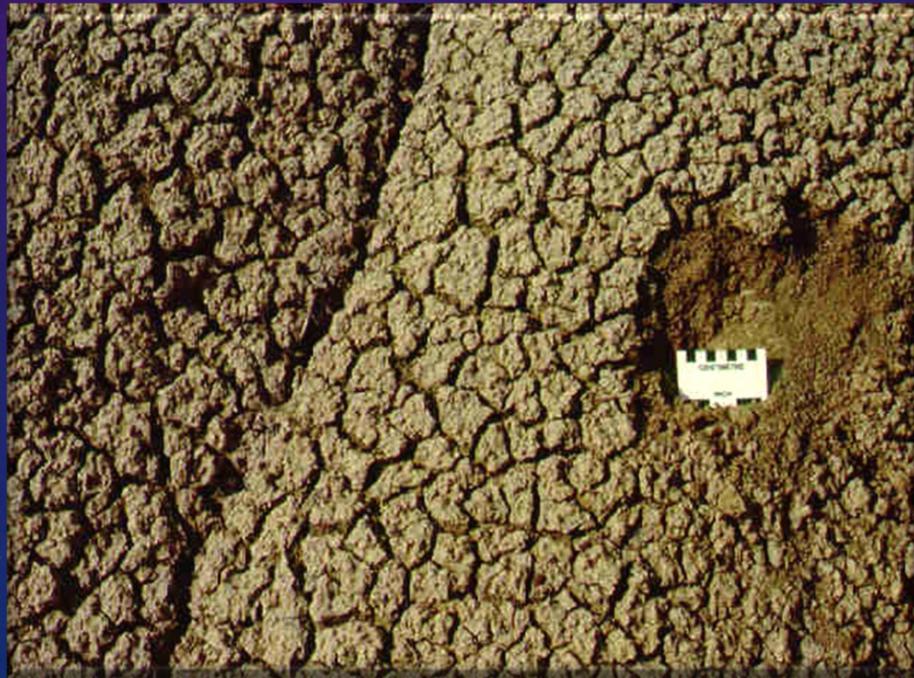
Fra questi il più importante può essere ritenuto il fenomeno legato alla pressione che **l'acqua che congela e aumenta di volume esercita all'interno delle fratture** della roccia (**Crioclastismo** o **Gelivazione**). In **alta montagna**, dove questo fenomeno è ben presente, esso produce quei grandi accumuli di elementi rocciosi a spigoli vivi (falde o coni di detrito) che si trovano ai piedi dei versanti.

L'azione di frantumazione delle rocce può anche essere dovuta **alle ripetute dilatazioni e contrazione che una roccia subisce durante il riscaldamento e il raffreddamento**; si ha così il fenomeno del **Termoclastismo**, **tipico delle zone desertiche**, dove più marcate sono le escursioni termiche giornaliere.



I PROCESSI ELEMENTARI - FISICI

Le **rocce argillose, che assorbono acqua** e sono soggette ad alternanza di imbibizioni e di essiccamento, sono quelle che risentono del fenomeno dell'**Idroclastismo**, che genera una serie di fratture poligonali (**denominati poligoni di disseccamento**) quando le argille si essicano e perdono il loro contenuto d'acqua.



I PROCESSI ELEMENTARI - FISICI

Anche le **acque salate che penetrano nelle fessure delle rocce esercitano un'azione di fratturazione (*Aloclastismo*)**; infatti l'evaporazione dell'acqua provoca il deposito e la cristallizzazione dei sali che esercitano una pressione in grado di ampliare la porosità e la fessurazione della roccia. **Questo fenomeno è particolarmente presente nelle zone costiere.**



Infine anche gli esseri viventi (radici delle piante, cavità o gallerie scavate da animali scavatori) con la loro azione possono concorrere alla frantumazione della roccia (***Bioclastismo***).

ALTERAZIONE ESERCITATA DALL'ARIA

Il VENTO modella la superficie terrestre soprattutto in zone in cui la copertura vegetale è ridotta o assente, particolarmente nei **deserti**, ma anche in altre zone a **clima arido o semiarido** e sulle cime più alte delle catene montuose. L'azione di modellamento eolico (da Eolo, dio dei venti nella mitologia greca) è invece minima là dove la superficie terrestre è coperta da un rivestimento vegetale continuo, che la protegge sia dalla disgregazione fisica, sia dall'alterazione chimica.



LA DEFLAZIONE

La **DEFLAZIONE** consiste nel sollevamento e nell'asportazione dei singoli frammenti prodotti dalla disgregazione fisica delle rocce: in questo modo le rocce vengono continuamente messe a nudo subendo la degradazione meteorica, soprattutto per **termoclastismo**.

Questo incessante denudamento produce formazioni che prendono il nome di **deserto roccioso**, o **hamada** (così chiamato nel Sahara), enormi distese di rocce da cui il vento asporta continuamente i materiali prodotti dalla disgregazione fisica.

Se, invece, la zona desertica è costituita da materiale roccioso incoerente, la deflazione rimuove solo i materiali più fini lasciando in luogo ciottoli e ghiaie: si originano allora **deserti ciottolosi**, o **serir** (così chiamati nel Sahara).

TIPI DI DESERTO



HAMADA - Roccioso



SERIR - Ciottoloso



ERG - Sabbioso

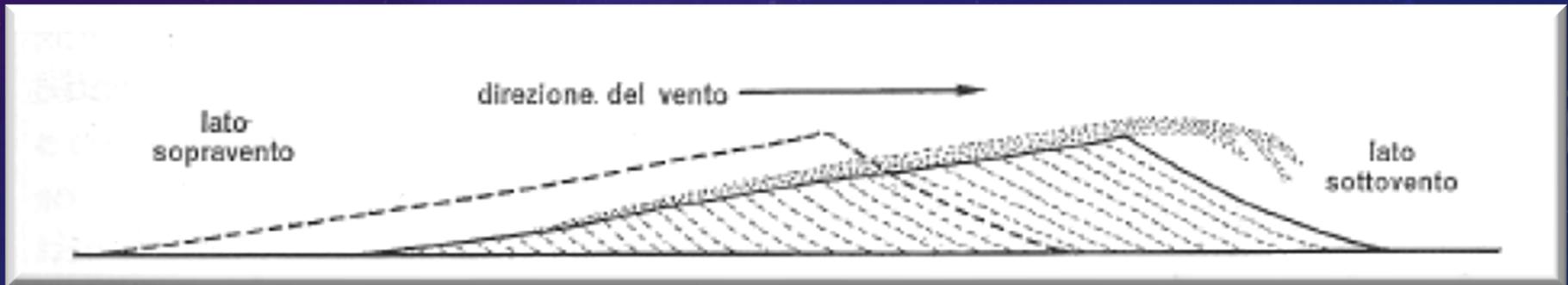
LE DUNE

Le **DUNE** sono le **FORME** di **ACCUMULO** tipiche dei deserti, ma anche di certe zone costiere. Nel caso di polveri atmosferiche o vulcaniche il deposito può avvenire dovunque, basta che diminuisca l'energia del vento. Nel caso di sabbia conta il comportamento del vento al suolo nei primi metri.

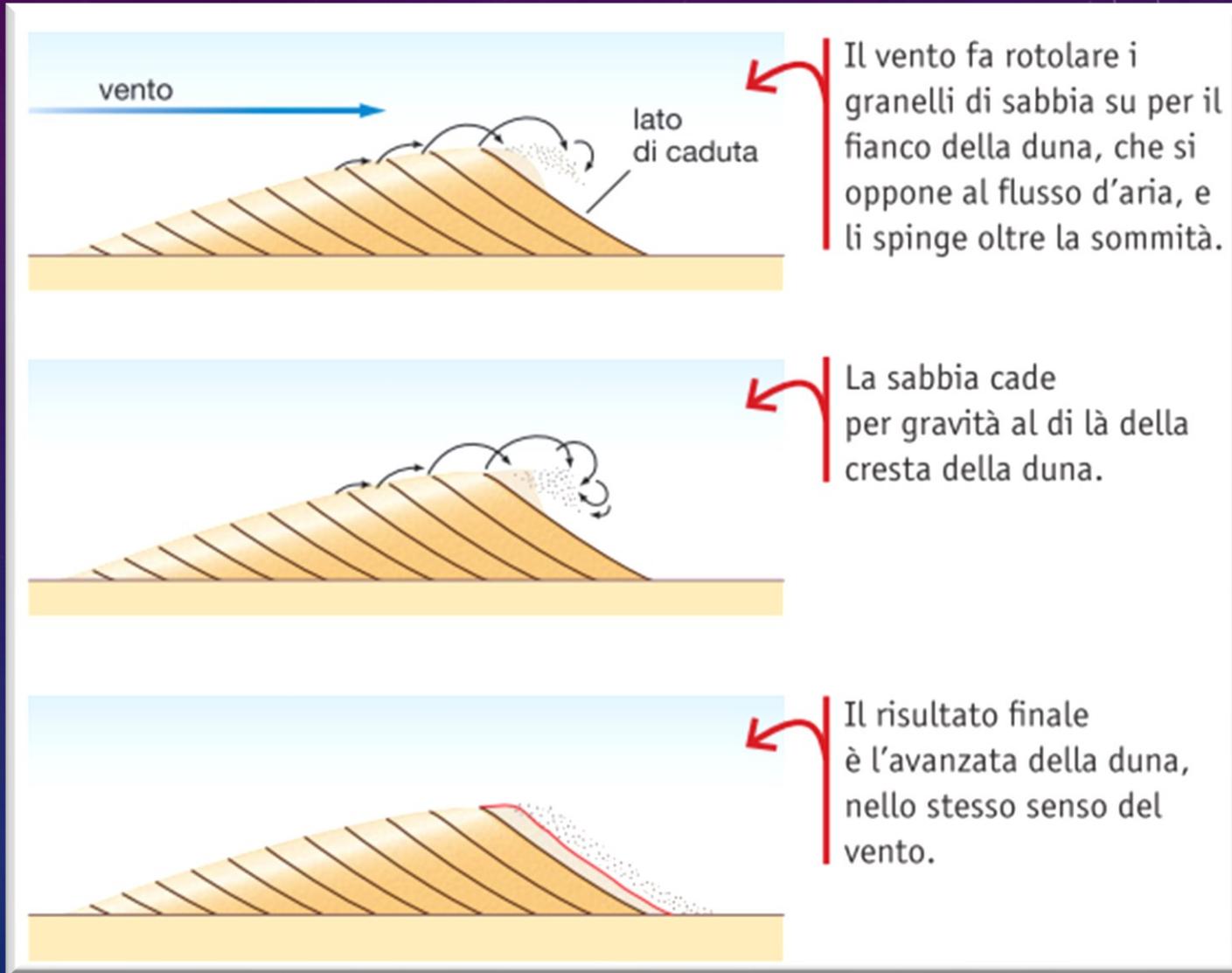


COME SI «MUOVE» UNA DUNA

Sezione di una duna trasversale e spostamento in avanti della duna stessa per Deflazione (l'azione di trasporto del vento) sul lato sopravvento ed accumulo su quello sottovento. Il profilo tratteggiato rappresenta la posizione precedente.



COME SI «MUOVE» UNA DUNA



DUNE IN ITALIA - SARDEGNA



Piscinas

Porto Pino



LE ACQUE E L'EROSIONE DEL SUOLO

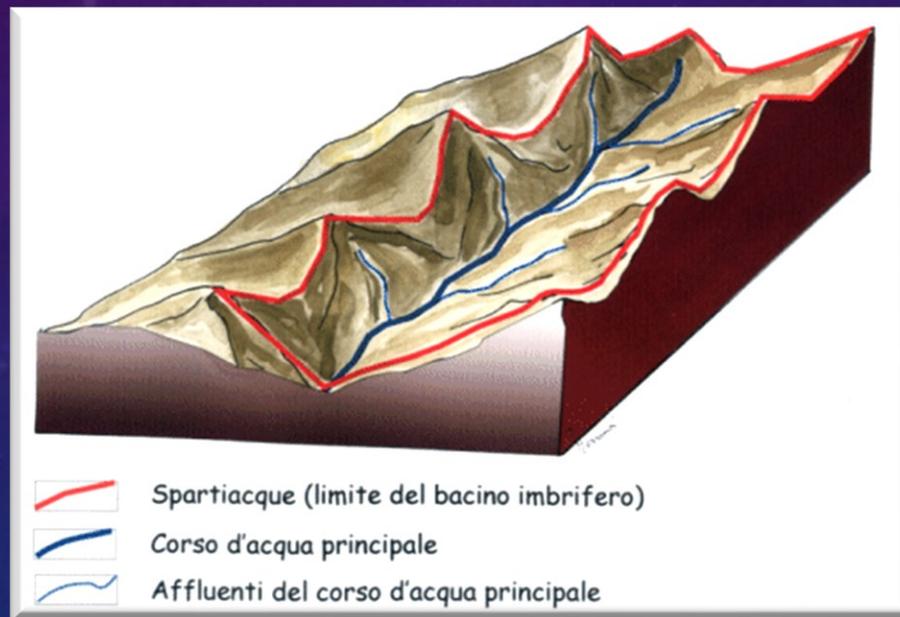
Le acque che non sono assorbite dal terreno scorrono in superficie ed esercitano un'imponente attività di erosione, di trasporto e di deposito. Le acque provenienti dalle piogge o dallo scioglimento delle nevi compiono una progressiva denudazione del terreno, asportandone detriti. In tal modo l'acqua consuma la superficie terrestre e produce erosione.

Le acque incanalate nei corsi dei fiumi o dei ruscelli esercitano la loro **azione erosiva sui loro stessi alvei** e conducono poi i detriti fino alla foce; in questo caso i materiali possono anche modificare il corso stesso dei fiumi.



I CORSI D'ACQUA

Le acque che scorrono su un pendio tendono a scegliere la via di massima pendenza, cioè la via più breve, per scendere a valle. Col passare del tempo incide un **alveo** per lenta erosione. Le acque che scorrono per gravità in un alveo sono i **corsi d'acqua**. I corsi d'acqua *perenni* sono i **FIUMI**, quelli *intermittenti* sono i **TORRENTI**.

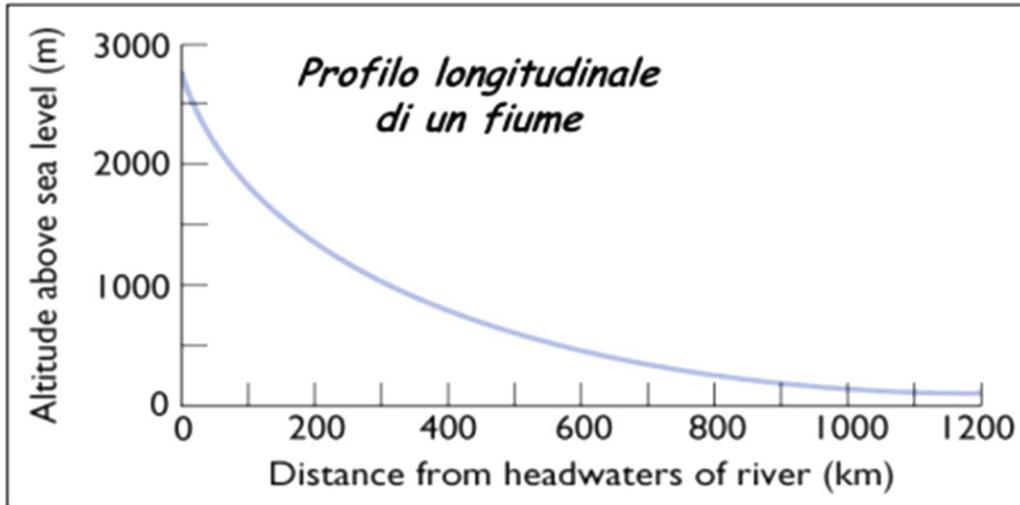


Il **BACINO IDROGRAFICO** di un fiume è il territorio in cui confluiscono nello stesso alveo tutte le acque di un territorio. Esso è delimitato dalla **LINEA SPARTIACQUE**.

CARATTERISTICHE DI UN CORSO D'ACQUA

- **SORGENTE:** il punto in cui ha origine
- **LETTO:** alveo in cui scorre
- **FOCE:** luogo in cui termina (mare, un altro fiume o un lago).
 - **Lunghezza:** dipende dalla morfologia continentale
 - **Pendenza:** rapporto tra il dislivello e la lunghezza
 - **Portata:** volume d'acqua che attraversa una sezione trasversale nell'unità di tempo (m^3/s).
 - **Portata Solida:** volume di sedimenti che il corso d'acqua trasporta.
 - **Regime:** il complesso delle variazioni della portata nel tempo.
 - *Torrentizio:* corso breve, ripido e intensa azione erosiva.
 - *Fluviale:* portata regolare, affluenti.

PROFILO DI EQUILIBRIO DI UN FIUME

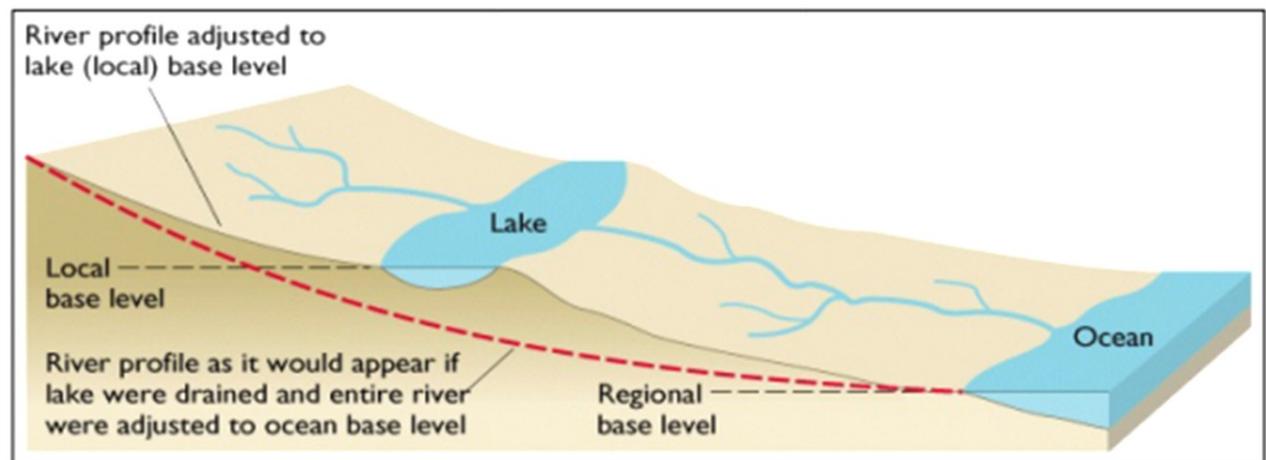


Profilo di equilibrio di un fiume

Un fiume si dice aver raggiunto il suo **profilo d'equilibrio** quando nel suo corso non si verificano né erosione né sedimentazione, per raggiunte condizioni di equilibrio fra pendenza, velocità e portata

LIVELLO DI BASE: quota s.l.m. alla quale un fiume confluisce in un lago o nel mare

Ruolo del livello di base nel controllo del profilo longitudinale di un fiume



PROFILO TRASVERSALE DEL FIUME

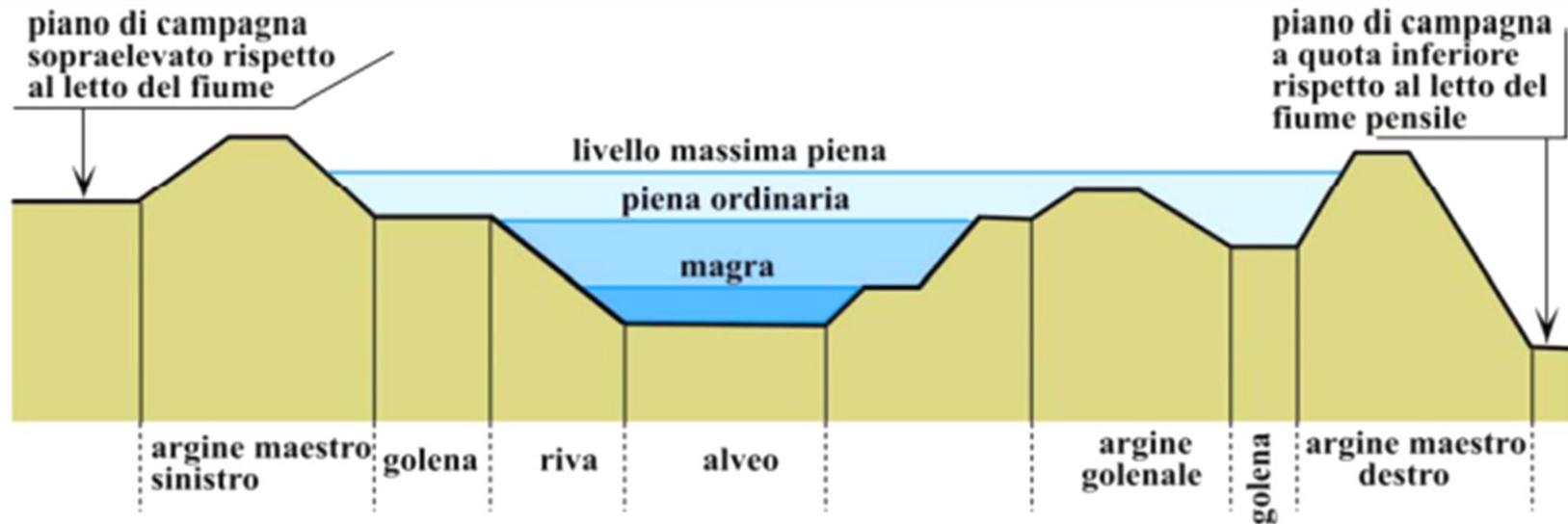
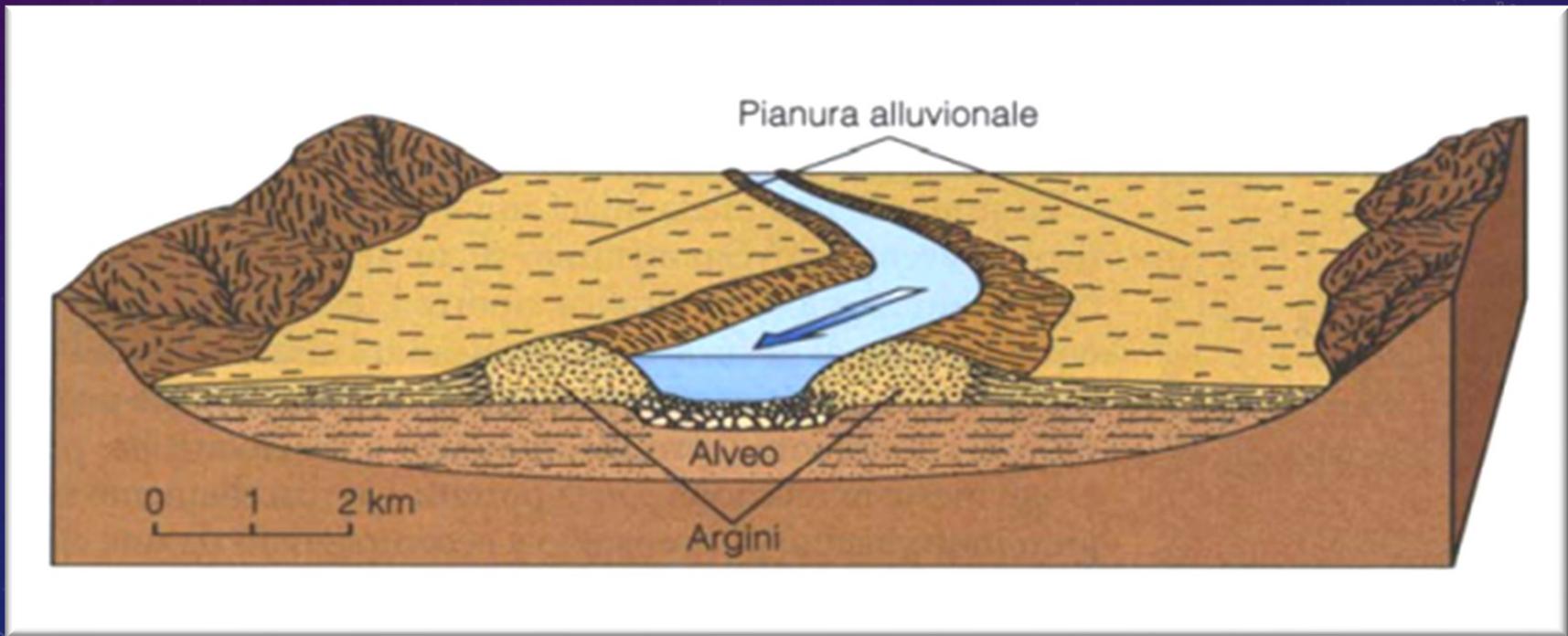


Fig. 1.14 - Tipicamente, lungo il profilo trasversale di un tratto di un grande fiume di pianura si possono riconoscere diversi ambiti spaziali, dal più ristretto (alveo di magra) a quello più esteso, confinato fra gli argini maestri ed occupato in occasione delle più importanti manifestazioni di piena. Tanto più ampie sono le aree golenali, tanto più spazio è disponibile per contenere i flussi di piena. Ma concedere spazio alle golene significa sottrarre territori alle attività produttive. In sede di progettazione spesso si tende, per ragioni economiche, a limitare le zone destinate alle esondazioni. Succede così che gli argini vengano collocati ad una distanza non sufficiente dalle rive del fiume, con conseguente aumento del rischio di esondazione anche sui territori esterni agli argini.

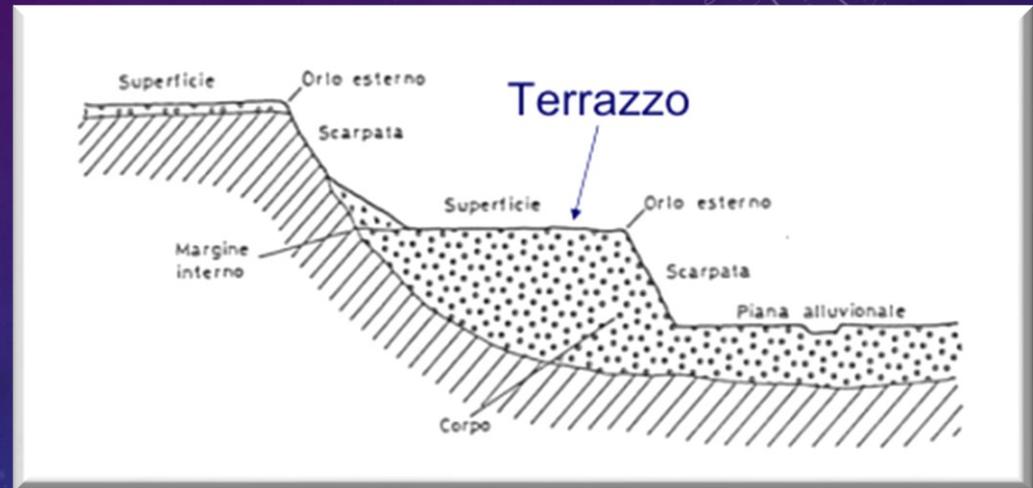
PIANURA ALLUVIONALE

PIANURA ALLUVIONALE: indica una superficie pianeggiante adiacente al corso d'acqua costituita da sedimenti alluvionali (alluvioni) depositati dal corso d'acqua stesso.



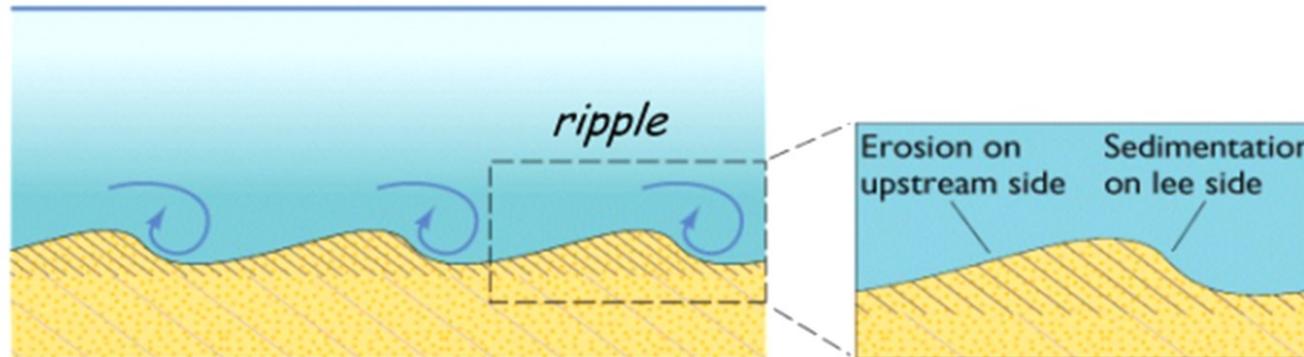
TERRAZZI FLUVIALI

TERRAZZO: superficie topografica sub-orizzontale che rappresenta antichi livelli della piana alluvionale (o inondabile) di un corso d'acqua, derivante dal fatto che il fiume ha inciso la pianura.



LA VELOCITÀ DELLE ACQUE

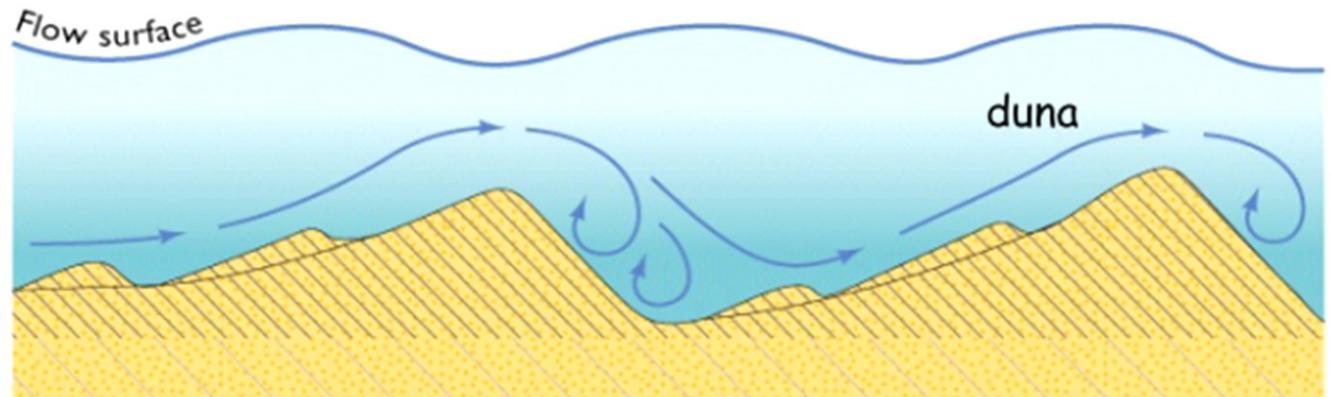
Flow surface



Basse velocità
formano
"increspature"
(ripples)

(a) Lower velocity

Alte velocità
formano "dune"



(b) Higher velocity

Flow of water and ripples and dunes →

LA VELOCITÀ DELLE ACQUE - RIPPLES



ALVEI E MEANDRI



liberi

incassati

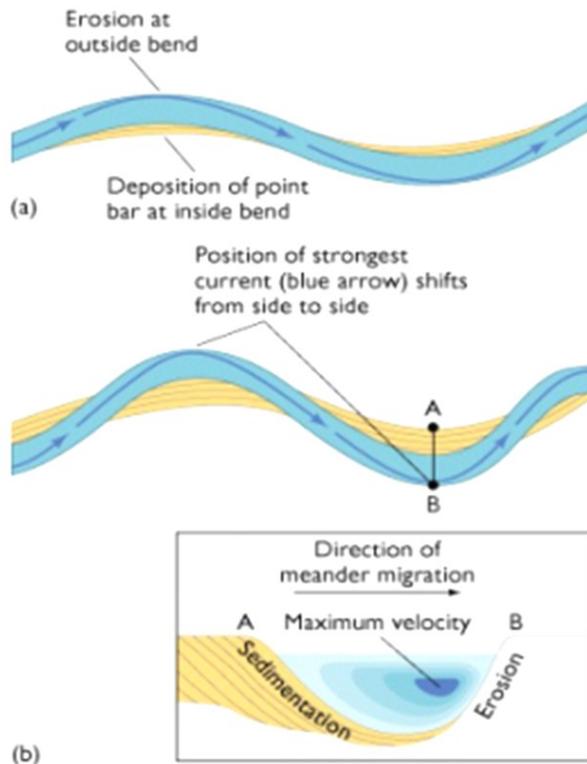


Alvei a canali intrecciati

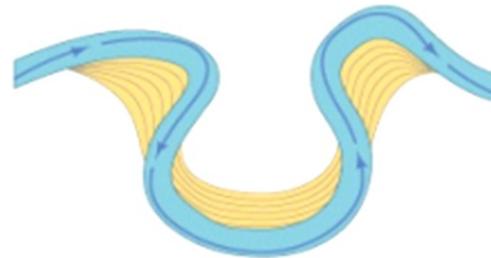
- *Presenza di una quantità di sedimenti (grossolani) maggiore di quanto la corrente sia in grado di trasportare*
- *Comuni nelle regioni glaciali, desertiche e montane*

FIUMI A MEANDRI LIBERI

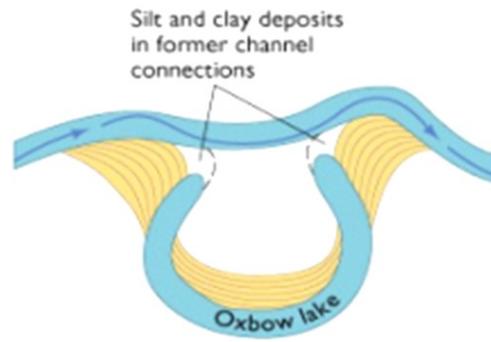
Evoluzione



(c)



(d)

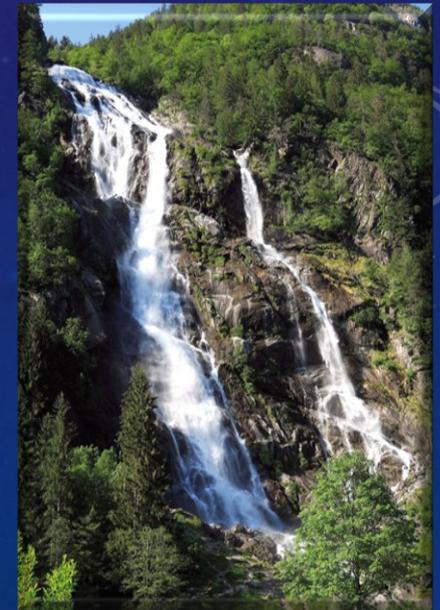
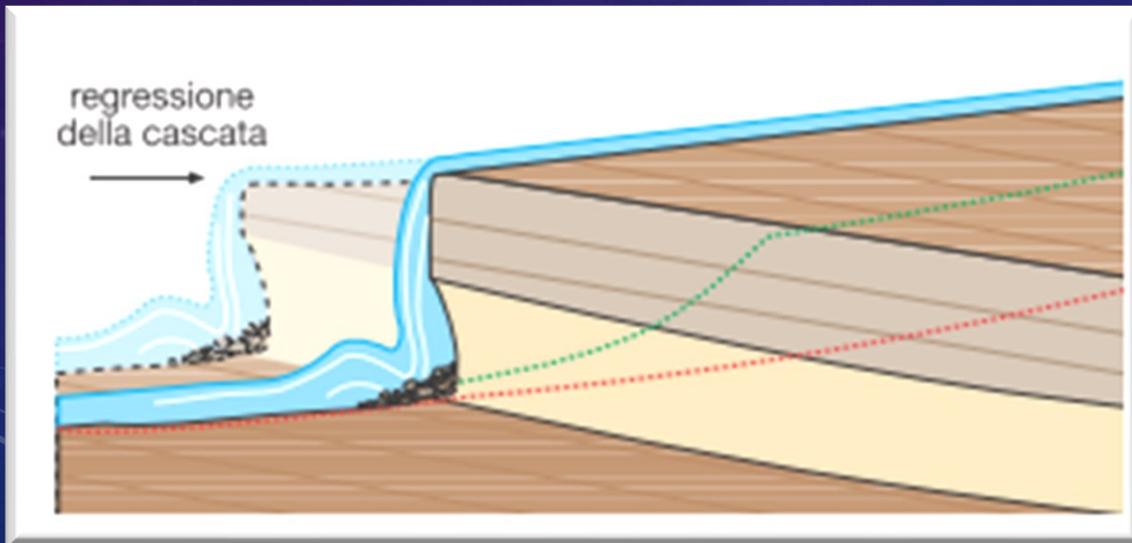


Caratteristiche

- Minimima resistenza al deflusso ed energia dissipata il più uniformemente possibile (equilibrio)
- Alveo in leggera pendenza, depositi alluvionali a granulometria fine
- Forme tipiche: *barre di meandro, laghetti a corna di bue, meandri che si spostano*

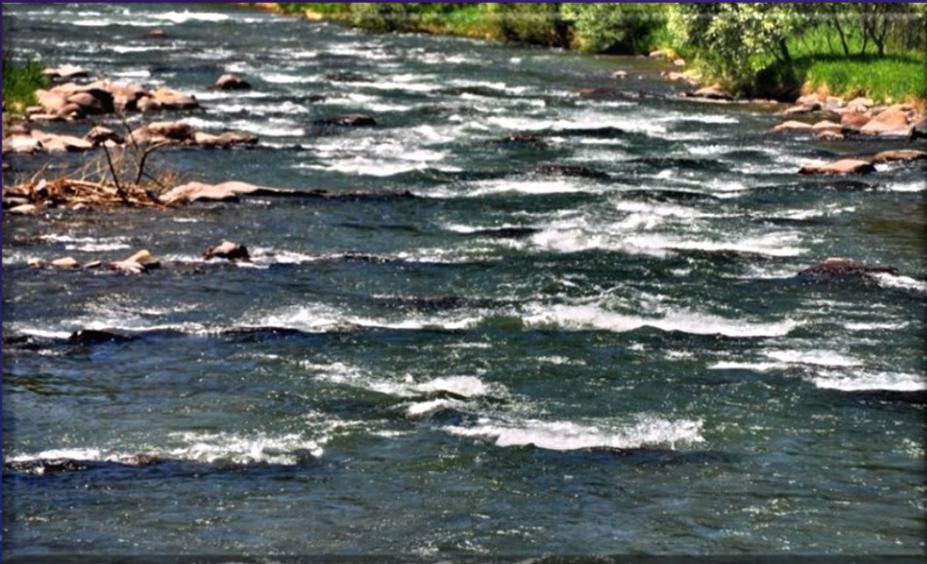
LE CASCATE

In generale l'erosione fluviale è regressiva, cioè opera da valle verso monte. Spettacolari esempi di erosione regressiva sono le cascate: i forti dislivelli che le caratterizzano si possono originare come conseguenza della formazione di faglie, o per opera dei ghiacciai, oppure per l'azione dei fiumi stessi. In quest'ultimo caso, le cascate si formano quando il fiume scorre su rocce di diversa durezza disposte in sequenza, erodendo maggiormente i tratti costituiti da rocce tenere e creando di conseguenza un dislivello che può essere di centinaia di metri. Una volta che si è formata, una cascata regredisce verso monte, poiché la forte turbolenza delle acque in caduta erode la base della parete rocciosa, che finisce per franare, provocando l'arretramento del profilo della cascata.



LE RAPIDE

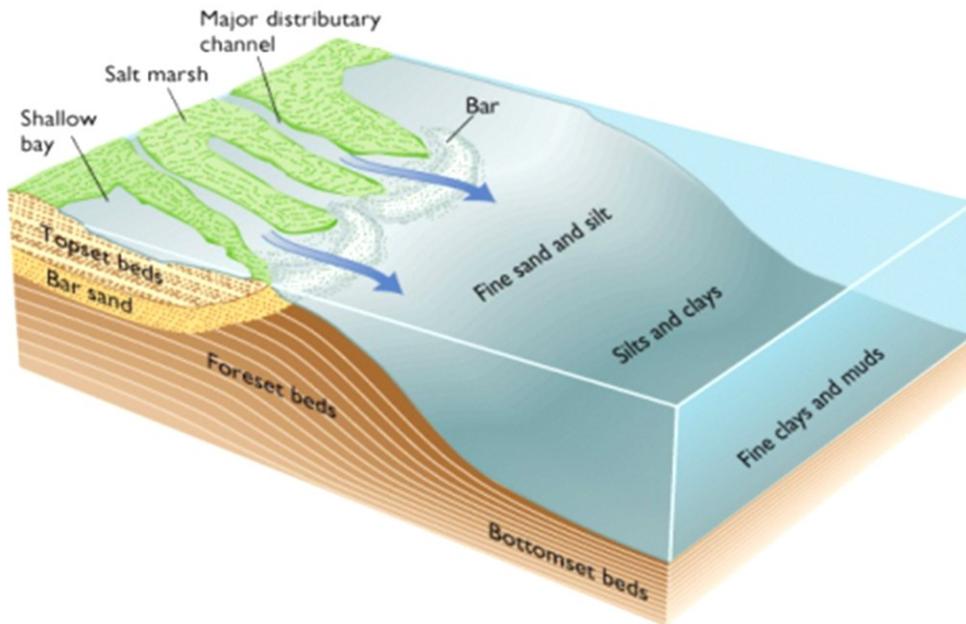
La **RAPIDA** è il tratto di un fiume il cui letto acquista pendenza in modo repentino producendo un velocizzarsi del suo corso con onde e turbolenza. Essa è una via di mezzo fra una **corrente tranquilla** ed una **cascata**. Una rapida può essere individuata in quanto la corrente diventa impetuosa a causa dell'aumento della pendenza e per la presenza di rocce emergenti sopra il pelo dell'acqua.



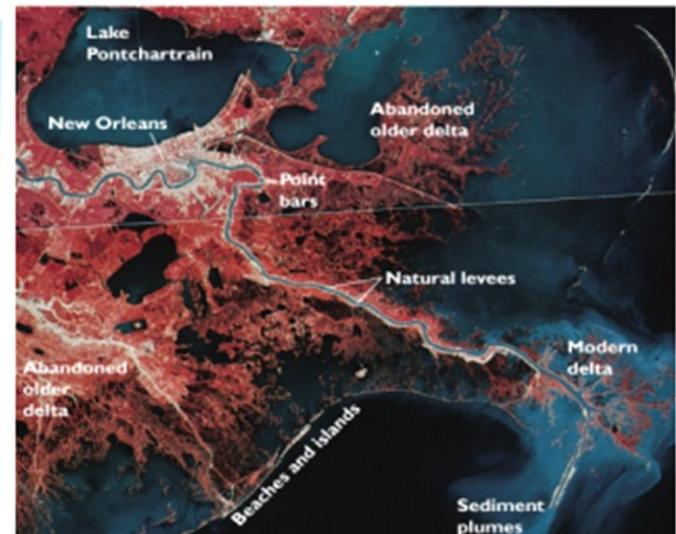
FOCE A DELTA

Se lo sbocco avviene in un mare o un lago con scarsa escursione di marea, si formerà una foce a **DELTA**. Si forma solo se sfocia in un mare tranquillo, dove le onde e le correnti non hanno energia sufficiente per disperdere i sedimenti.

Forma di significativa sedimentazione che si sviluppa dove un fiume sbocca nel mare



Delta del Mississippi
(immagine LANDSAT)



FOCE AD ESTUARIO

Se il fiume sfocia in mare aperto le correnti e la marea provocano moti turbolenti che non permettono una deposizione continua formando una foce a imbuto (**estuario**) povero di sedimenti.



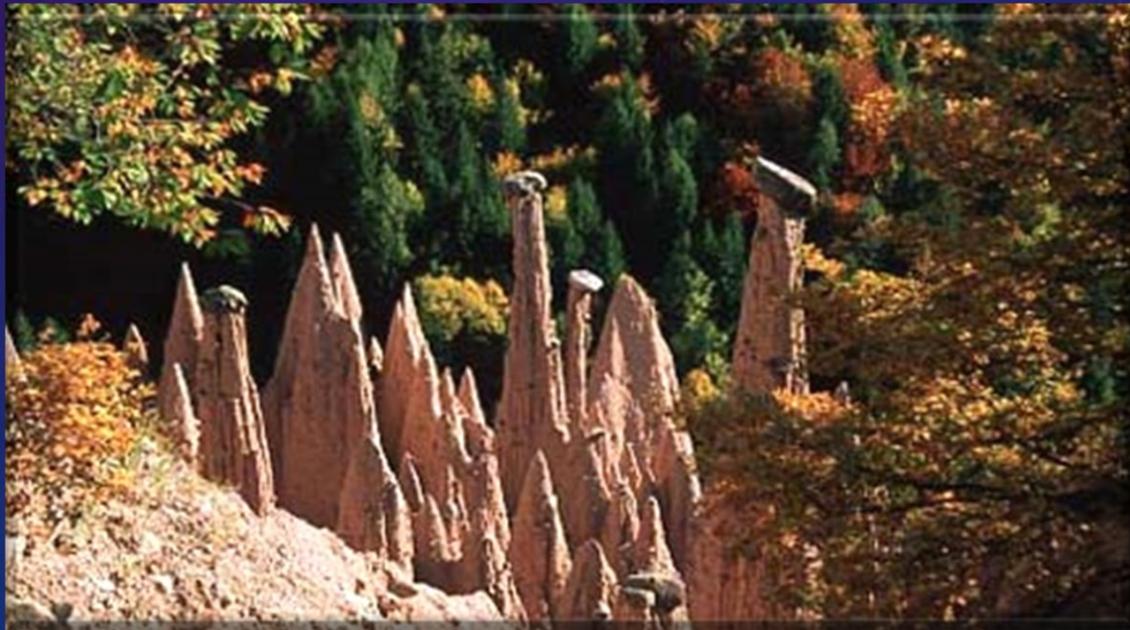
I CALANCHI

I CALANCHI sono un fenomeno geomorfologico di erosione del terreno che si produce per l'effetto di dilavamento delle acque su rocce argillose degradate, con scarsa copertura vegetale e quindi poco protette dal ruscellamento.



LE PIRAMIDI DI TERRA

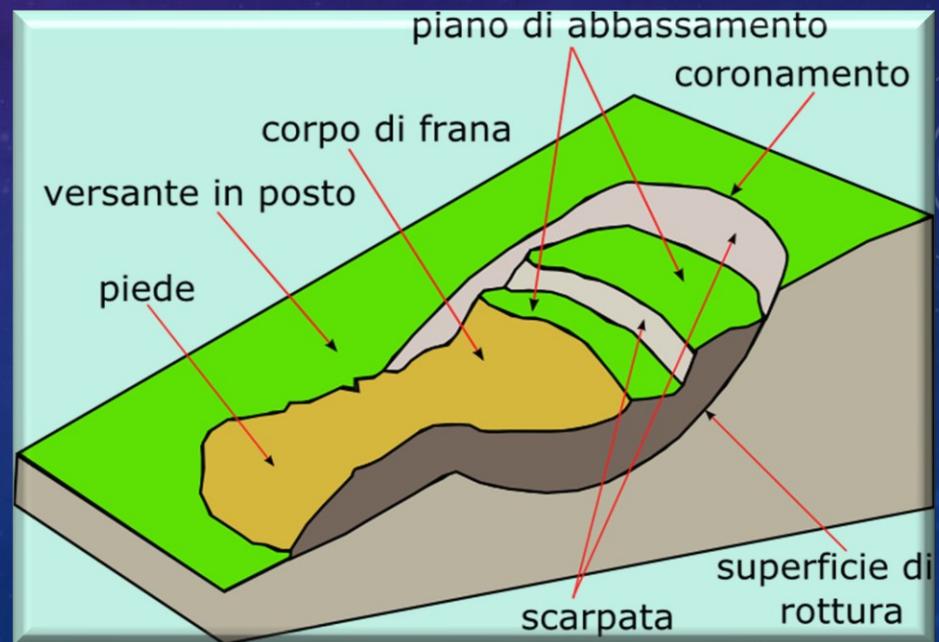
Le **PIRAMIDI DI TERRA** (tipiche in Alto Adige) sono un particolare fenomeno naturale che si forma in particolari terreni, morenici, solitamente dopo una frana o un dissestamento della terra. La causa principale della formazione delle "piramidi" di terra è il continuo alternarsi di periodi di piogge torrenziali e di siccità. Questi fenomeni, in terreni particolarmente friabili, nel corso degli anni, vanno a erodere sempre più il terreno, andando a formare appunto le piramidi di terra. La vita delle piramidi di terra è fortemente dipendente dal tempo in cui il masso che la ricopre, riesce nel suo scopo, ovvero a ripararla.



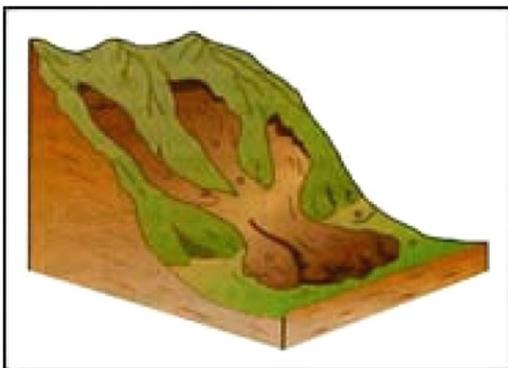
PROCESSI GRAVITATIVI

Qualsiasi situazione di equilibrio instabile del suolo, del sottosuolo o di entrambi, compreso **fenomeni di intensa erosione superficiale**, o fenomeni franosi che interessano i pendii in profondità, sono chiamati FRANA o DISSESTO, tali movimenti sono controllati dalla gravità.

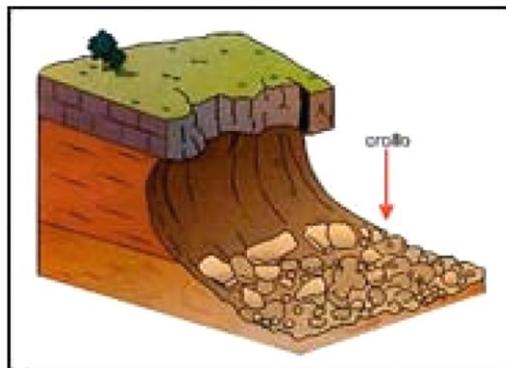
Spesso movimenti franosi sono conseguenza di situazioni di alto rischio idrogeologico se non di conclamato dissesto idrogeologico che combinano insieme fattori meteorologico-climatici, geologici e antropici.



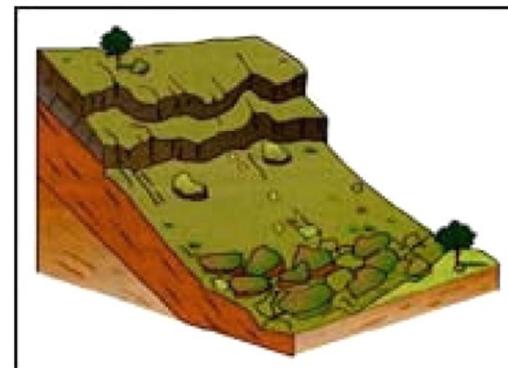
LE FRANE - TIPOLOGIA



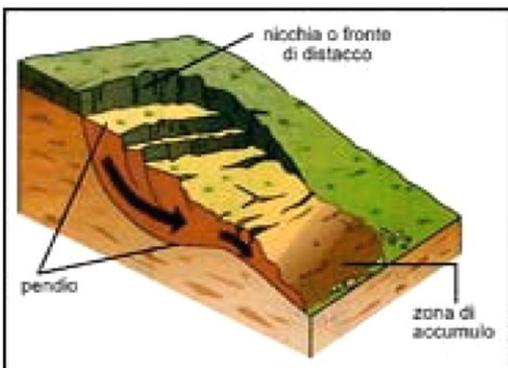
Frana di colamento



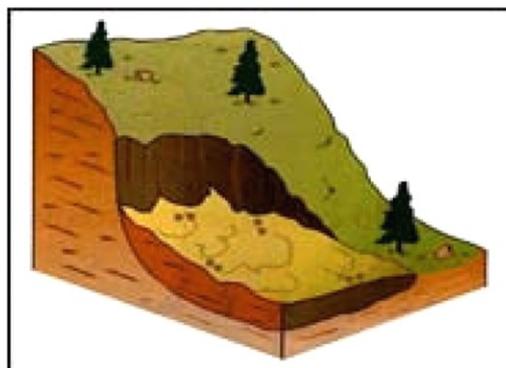
Frana di crollo



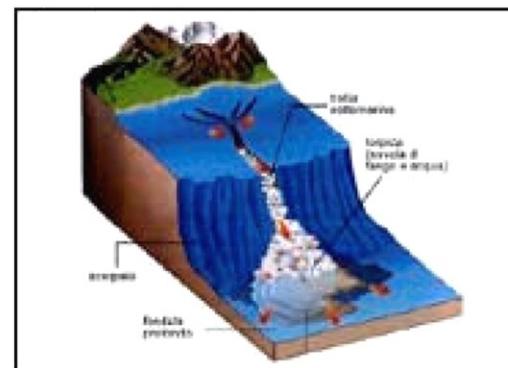
Frana di scivolamento



Frana di scoscendimento



Frana di smottamento



Frana sottomarina

LE FRANE - IMMAGINI



LE FRANE – L'ITALIA UN PAESE FRAGILE

FRANE, NUMERI E COSTI

IL COSTO DELLE FRANE

6 MILIARDI
il costo annuale dei danni nei Paesi industrializzati

Le cause principali



Piogge intense



Terremoti



Disboscamenti



Abusi edilizi

Il Progetto IFFI

Le frane censite dal XII secolo ad oggi

486.000
In Italia



Fonte: Ispra

ITALIA
1,0 mld

GIAPPONE
1,5 mld

NEL 2010

88 frane
17 vittime
44 feriti
4.431 sfollati

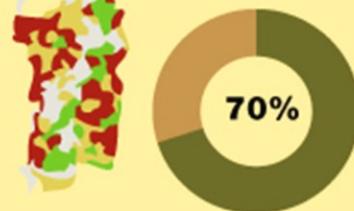
INDIA
1,3 mld

STATI UNITI
1,2 mld

CINA
0,5 mld

IL RISCHIO FRANE

- Molto elevato
- Elevato
- Medio
- Trascurabile



I comuni a rischio frane

5.708 COMUNI IN TOTALE

2.940	1.732	1.036	2.393
-------	-------	-------	-------

LA CONOIDE ALLUVIONALE

La **CONOIDE ALLUVIONALE** (o conoide di deiezione) è un accumulo a forma di settore di cono di materiali detritici depositati da un corso d'acqua al suo sbocco in una regione larga e a debole pendenza, dove diminuisce il potere di trasporto del corso stesso.



IL SOLIFLUSSO

Lento movimento del terreno incoerente superficiale lungo un pendio; fenomeno estremamente lento, che tuttavia può provocare anche la discesa a valle di interi fianchi vallivi, dovuto principalmente al gelo e disgelo delle acque contenute nel terreno, ma anche di acque meteoriche (forti piogge).



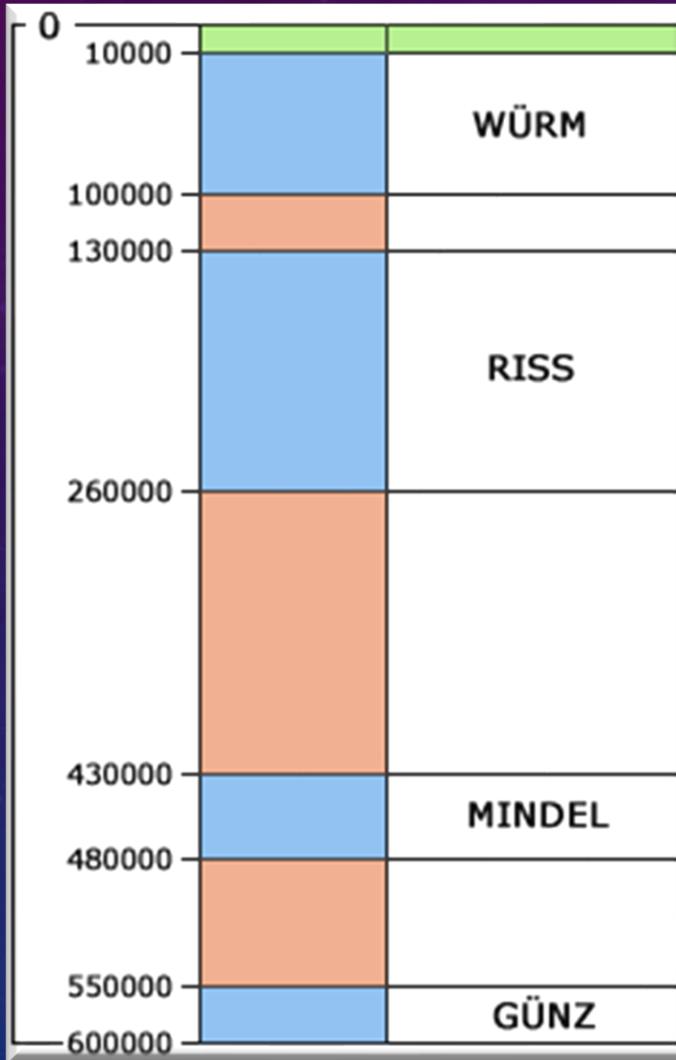
I GHIACCIAI E LA MORFOLOGIA GLACIALE

I **GHIACCIAI** sono grandi masse di ghiaccio che sono soggetti a spostamenti per gravità. Nella loro lenta discesa portano materiale roccioso che formano le **Morene**. I ghiacciai sono simili ad un gigantesco nastro trasportatore che trascina frammenti e grandi massi. Le morene sono accumuli di sedimenti. L'azione dei ghiacciai è particolarmente importante nelle zone montane. Essi hanno modellato le Alpi ad esempio e hanno scavato valli che hanno la particolare forma ad U.



LE GLACIAZIONI DEL QUATERNARIO

ERE GEOLOGICHE (milioni di anni fa)	
Neozoico o Quaternario 2	
Cenozoico o Terziario 70	
Mesozoica o Secondaria	Cretaceo 135
	Giurassico 180
	Triassico 220
	Permiano 270
Paleozoica o Primaria	Carbonifero 330
	Devoniano 400
	Siluriano 420
	Ordoviciano 480
	Cambriano 600
	Precambriano 4 miliardi
Arcaica	Arcaica Inferiore 6 miliardi



Ere

Glaciazioni

Italia nel WURM

I GHIACCIAI E LA MORFOLOGIA GLACIALE

L'erosione dovuta ai ghiacciai varia a seconda del clima, dell'importanza della massa di ghiaccio e dell'inclinazione del ghiacciaio medesimo; lo spostamento del ghiacciaio è dovuto alla forza di gravità e all'elasticità del ghiacciaio che lo forma. Un ghiacciaio può spostarsi da 1 ad oltre 50 metri l'anno.

Le formazioni caratteristiche legate all'erosione glaciale sono numerose: tra le principali vanno citate le valli laterali sospese, le superficie rocciose levigate, i piccoli laghi di montagna, i circhi glaciali. I materiali che stanno intorno al ghiacciaio cadono e vengono trascinati dal ghiacciaio stesso fino a valle, costituendo così le morene; le dimensioni di tali materiali vanno dalle pietre gigantesche (massi erratici) fino ad una finissima polvere (il limo glaciale).

L'insieme delle morene abbandonate davanti alla fronte del ghiacciaio assume una forma di semicerchio detta perciò anfiteatro morenico. Tali formazioni sono facilmente visibili allo sbocco delle maggiori vallate alpine. Nel corso del tempo, quando a periodi freddi succedono periodi con temperature più elevate i ghiacciai si ritirano gradatamente; queste oscillazioni nella estensione dei ghiacciai determinano quella successione di archi morenici composta di vari semicerchi concentrici.

LE FORME DI EROSIONE GLACIALE

La **VALLE GLACIALE** presenta un tipico profilo trasversale a "U", con fondo largo e piatto e fianchi ripidi, dovuto al meccanismo erosivo del ghiacciaio, che, contrariamente a quanto avviene per un fiume, si esercita lungo tutta la sezione di contatto tra il ghiaccio e la roccia incassante.

Il **CIRCO GLACIALE** ha la forma di una conca, circondata su tre lati da una corona di creste e con soglia talora in contropendenza che la raccorda con il resto della valle glaciale. È scavato dal bacino collettore, che esercita una sorta di erosione regressiva sui versanti incassanti.

Le **ROCCE MONTONATE** sono dossi rocciosi arrotondati e allungati nella direzione di scorrimento del ghiaccio, costituiti da affioramenti di rocce più difficilmente erodibili e modellate dall'esarazione. L'abrasione vi scava solchi paralleli: dalla direzione del loro allungamento è possibile risalire alla direzione e al verso in cui è avvenuto il movimento del ghiacciaio.

LE FORME DI EROSIONE GLACIALE



Valle a U: Vallunga dal Rifugio Puez



Circo: Campitello Matese - Monte Miletto



Rocce Montonate



I GHIACCIAI E LA MORFOLOGIA GLACIALE

Un ghiacciaio tipico e completo è costituito sostanzialmente da due parti: una **zona di alimentazione**, dove si accumula neve che si trasforma in ghiaccio, e una **zona di ablazione**, dove lo scioglimento della neve ogni anno è quasi completo e dà così luogo alla formazione dei torrenti glaciali. L'estensione verso valle della zona di ablazione determina la formazione delle lingue glaciali, che presentano un limite detto fronte, variabile con il tempo perché soggetto a più o meno rapidi scioglimenti.

Il bilancio tra quanto si accumula nella zona di alimentazione e quanto si perde in quella di ablazione permette di valutare l'evoluzione del ghiacciaio; se tale bilancio è positivo, l'intero sistema aumenta di volume e ciò si traduce in un'avanzata del ghiacciaio; se invece il bilancio è negativo, il ghiacciaio arretra.

GHIACCIAIO ALPINO - NOMENCLATURA



LE FORME DI DEPOSITO

LE MORENE

Tra le forme di deposito glaciale si citano le morene e i massi erratici. Le **Morene** sono depositi formati da materiali di diverso diametro, ammassati caoticamente senza alcun cenno di stratificazione, derivanti in parte da processi di esarazione e in parte da crolli dai versanti sul ghiacciaio. A seconda della posizione è possibile distinguerne vari tipi:

- **Morena Di Fondo**, che occupa l'interfaccia tra il ghiaccio e la roccia sottostante;
- **Morena Intermedia**, formata dai materiali che sono incastonati nella massa di ghiaccio (per esempio, morene superficiali sepolte dalle neviccate degli anni successivi);
- **Morena Laterale**, che si configura come un doppio nastro sui bordi della lingua glaciale, a contatto con i versanti che la riforniscono di materiale terrigeno (frammenti di rocce e di suolo) tramite crolli e frane;
- **Morena Mediana**, striscia rilevata di materiale terrigeno, deposta sulla superficie della lingua parallelamente al suo asse maggiore, che si origina in seguito all'unione di due morene laterali contigue alla confluenza di due lingue glaciali;
- **Morena Frontale**, che deriva dall'unione di tutti i tipi di morena che confluiscono insieme all'apice della lingua glaciale, via via che il ghiaccio si scioglie; forma in genere un arco a concavità rivolta verso monte e ad apici rastremati.

GHIACCIAIO ALPINO - NOMENCLATURA

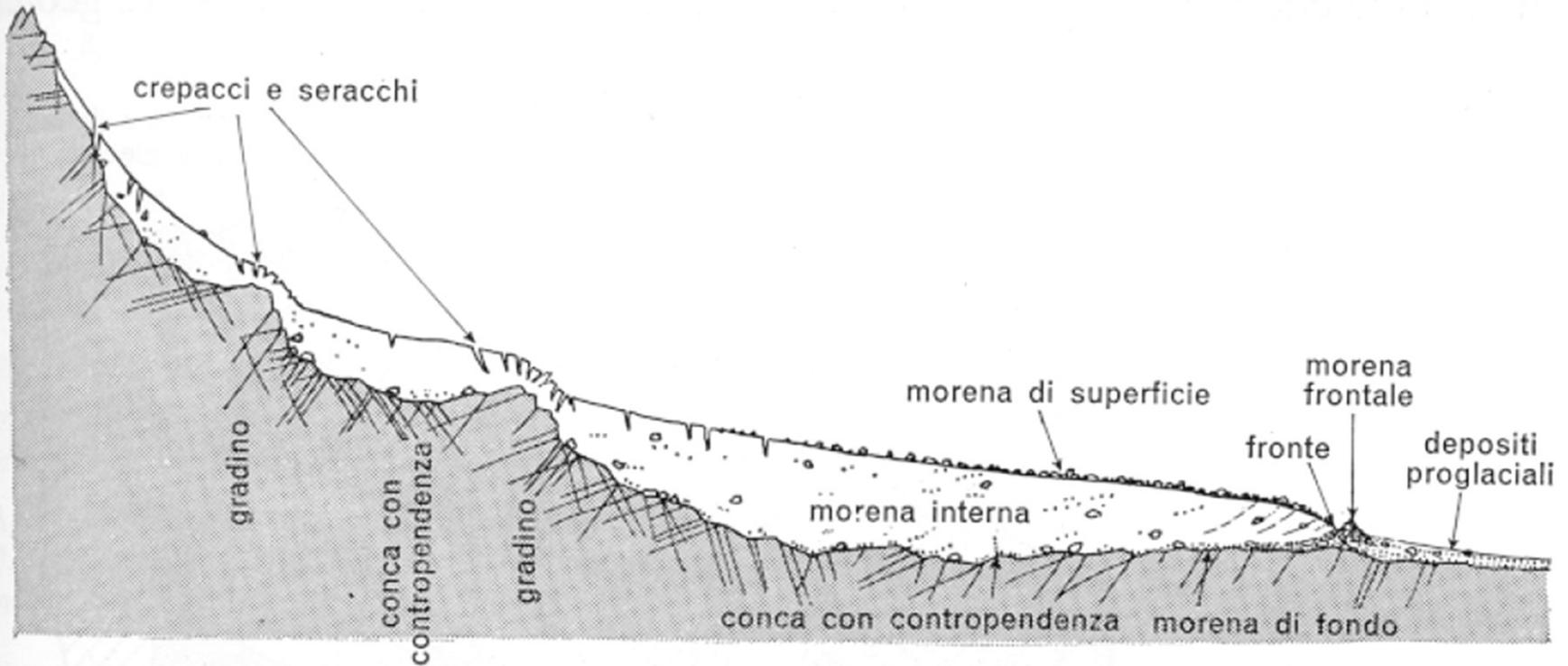


Fig. 10.3. Sezione schematica longitudinale di un ghiacciaio alpino.

SEZIONE SCHEMATICA LONGITUDINALE DI UN GHIACCIAIO ALPINO

LE FORME DI DEPOSITO



Morene Laterali



Morena Frontale

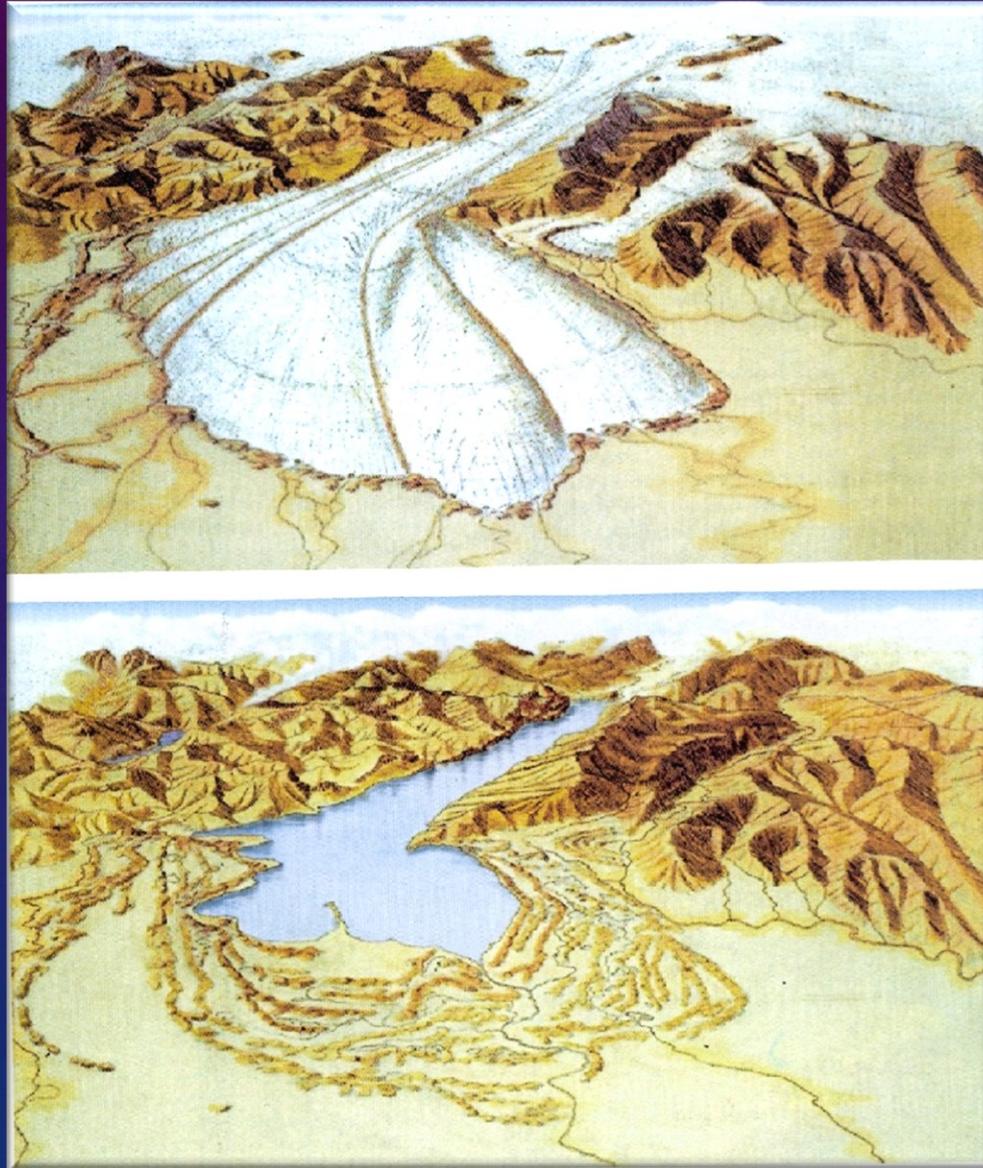
LE FORME DI DEPOSITO

I ghiacciai vallivi, dopo avere raggiunto il loro massimo sviluppo durante le glaciazioni dell'era quaternaria, nei periodi interglaciali si ritirarono, abbandonando sul terreno le morene che avevano trasportato: il ritiro dei ghiacciai, avvenuto attraverso il susseguirsi di ritiri veloci e di fasi stazionarie, ha prodotto gli **Anfiteatri Morenici**, depositi formati da una serie di cordoni morenici a forma di anfiteatro. Gli anfiteatri sono oggi conservati solo in parte, perché anch'essi soggetti all'erosione. Tra i maggiori anfiteatri morenici in Italia ricordiamo quelli immediatamente a sud dei laghi prealpini «Maggiore, di Como e di Garda e quello di Ivrea ed Avigliana».

- I **Massi Erratici** sono enormi blocchi di roccia trasportati a valle dal ghiacciaio e là abbandonati dopo il ritiro.



ESEMPI DI EROSIONE GLACIALE – IL GARDA



ESEMPI DI EROSIONE GLACIALE – IL VETTORE

I LAGHI DI PILATO



**Chirocefalo di
Marchesoni**



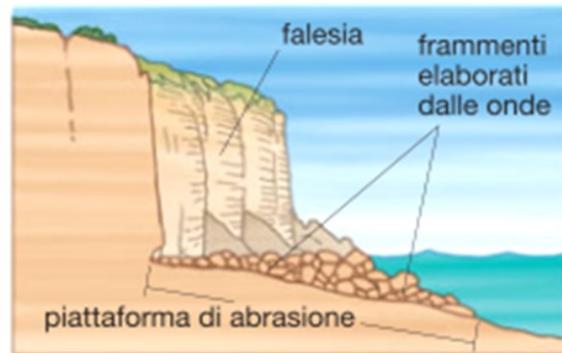
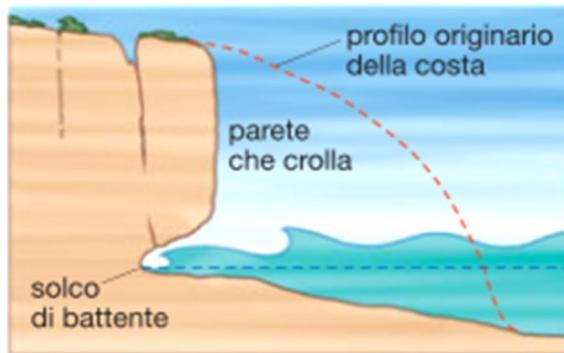
L'AZIONE DEL MARE SULLE COSTE

Il **Mare** compie un'azione distruttiva ma anche costruttiva sulla conformazione della costa. Il mare opera una sorta di abrasione delle coste alte perché colpendole alla base le demoliscono. Il moto ondoso scava un solco alla base della parete rocciosa la quale crolla e finisce per arretrare. Si formano così particolari coste alte:

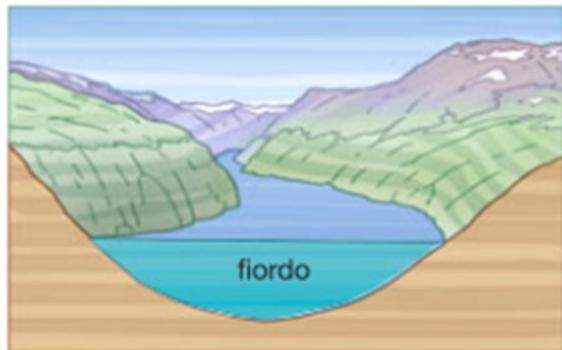
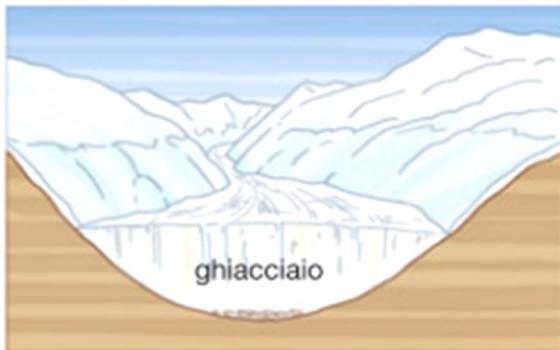
- **la Falesia, parete rocciosa a picco sul mare;**
- **la Ria, insenatura lunga e stretta, perpendicolare alla costa;**
- **il Vallone, insenatura lunga e stretta, ma parallela alla costa,**
- **il Fiordo, insenatura stretta molto ramificata.**



FALESIE E FIORDI



A causa dell'incessante battere delle onde sulle rocce, alla base della falesia si forma un solco orizzontale a livello del mare, che si approfondisce sempre più. La parte sommitale della parete rimane senza appoggio e crolla, arretrando (pezzo a pezzo).



L'origine glaciale dei fiordi spiega perché in queste insenature marine le profondità massime non si trovano all'imboccatura ma verso l'interno, in corrispondenza di accentuate depressioni («ombelichi») nell'antica valle glaciale.



RIAS

Sono coste alte e frastagliate, dovute all'ingresso marino all'interno di una preesistente valle fluviale, generalmente perpendicolare al mare. Il risultato è una costa con rilievi e insenature.

Tipiche della costa Galiziana Spagnola, del Portogallo settentrionale, della Corsica occidentale e Grecia.



LAGUNE E PALUDI COSTIERI

LAGUNA - Si chiamano lagune gli spazi d'acqua poco profondi lungo le coste, separati dal mare per mezzo di strisce di terra (cordoni litorali, lidi) e nel medesimo tempo comunicanti immediatamente col mare aperto mediante una o più aperture del cordone stesso, dette *bocche*, o *porti*, per le quali entra la marea.

Con le lagune non devono essere confusi i laghi costieri, che mancano di comunicazione diretta col mare.



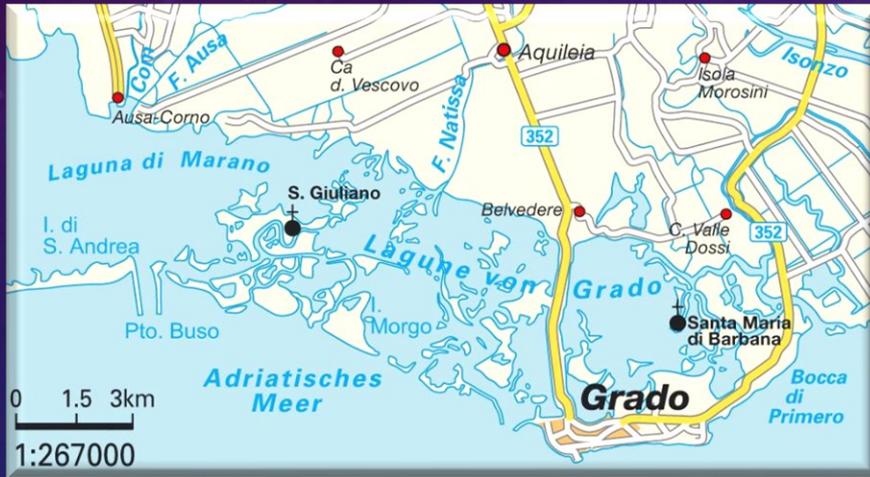
Laguna di Venezia

LAGUNE E PALUDI COSTIERI



Venezia

LAGUNE E PALUDI COSTIERI



Laguna di Grado

LAGUNE E PALUDI COSTIERE

PALUDE - Area, più o meno vasta, di terreno impermeabile o insufficientemente drenato, nella quale le acque piovane o i corsi d'acqua alimentano un bacino di raccolta, di solito poco profondo, spesso occupato da una flora particolare. Lungo le coste basse, nelle zone retrostanti i cordoni litoranei le paludi hanno **acque salmastre** e costituiscono spesso il riempimento di aree lagunari più estese, che nel tempo sono state parzialmente colmate da sedimenti argillosi e siltosi, ricchi in materia organica e torba.



Gargano



Circeo

LE MAREE

La **MAREA** è un moto periodico ed alterno di innalzamento ed abbassamento di ampie masse d'acqua (**oceani, mari** e grandi **laghi**). Le Maree si innalzano (**Flusso, Alta Marea**) e abbassano (**Riflusso, Bassa Marea**) anche di 10-15 metri con frequenza giornaliera o frazione di giorno per effetto dell'attrazione esercitata dalla Luna e, in misura inferiore, dal Sole.



Mont Saint-Michel, luogo famoso per l'eccezionale ampiezza delle maree e per la loro rapidità nel crescere.

LE MAREE

Tab. 1 – Valori dell'ampiezza di marea A in varie località

Località	A
Baia di Fundy (Nuova Scozia; Canada)	20,0 m
Foce del Rio Gallegos (Argentina)	18,0 m
Baia di Frobisher (Canada)	17,4 m
Foce del fiume Severn (Gran Bretagna)	16,3 m
Baia del Mont - Saint - Michel (Francia)	14,7 m
Foce del fiume Fitzroy (Australia)	14,0 m
Saint - Malo (Francia)	13,3 m
Bhaunagar (India)	12,4 m
Foce del Rio Colorado (Messico)	12,3 m

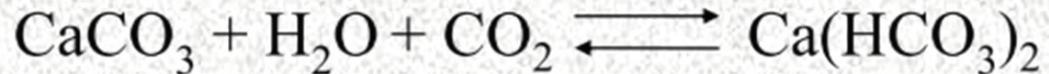


La Baia di Fundy (Bay of Fundy) è l'incredibile luogo con le maree più alte al mondo, ben **20 metri**. La baia è situata sulla costa Atlantica del Nord America, a nord-est del golfo del Maine tra le province canadesi del New Brunswick e Nuova Scozia.

LA MORFOLOGIA CARSICA

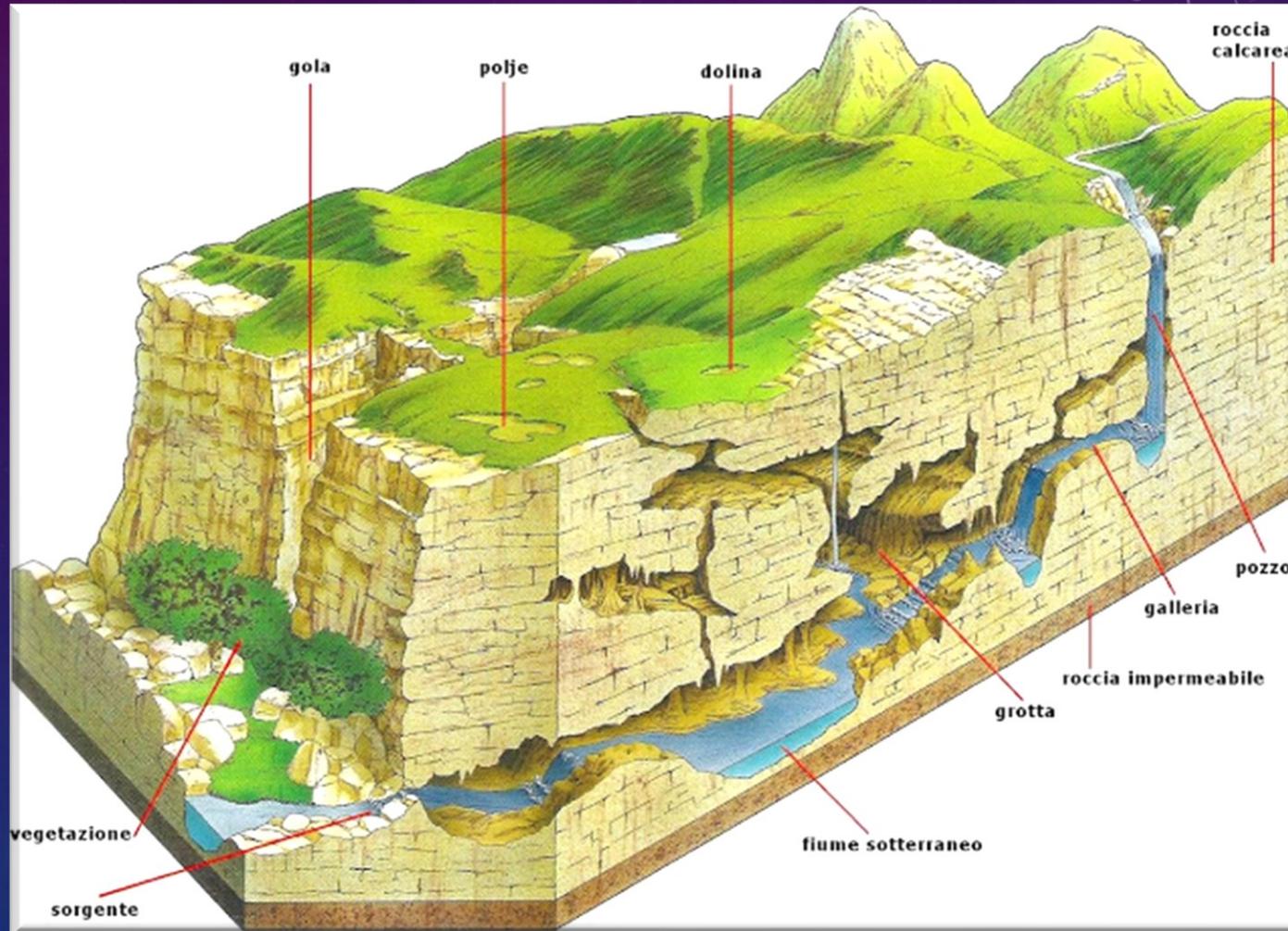
Con **CARSISMO** si indica l'attività chimica esercitata dall'acqua, soprattutto su rocce calcaree, sia di dissoluzione che di precipitazione.

Si sviluppa principalmente a seguito della dissoluzione chimica delle rocce calcaree. Il processo rientra nel grande insieme delle azioni di disgregazione compiute dagli agenti esogeni a spese delle rocce affioranti sulla crosta terrestre.

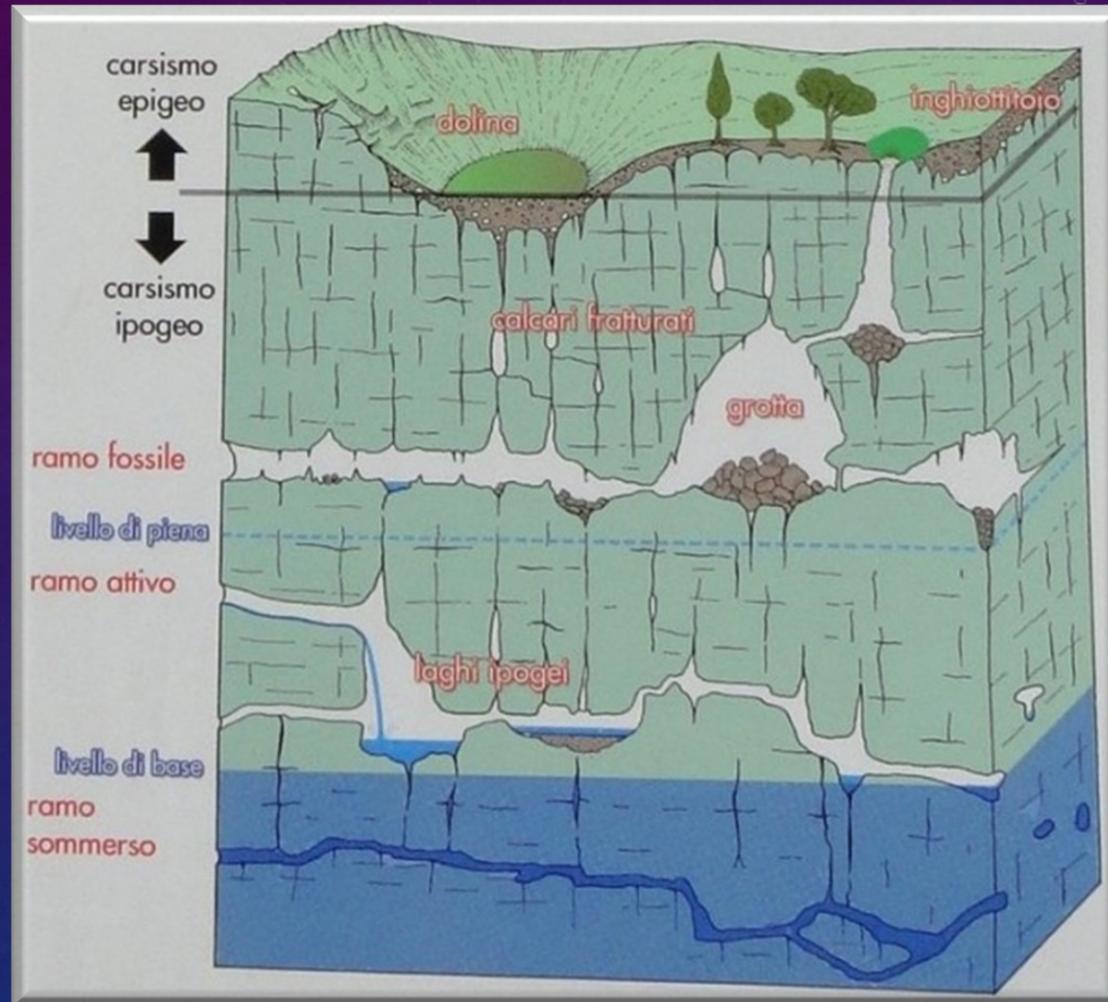


La formula dimostra che il carbonato di calcio in presenza di acqua e anidride carbonica si trasforma in bicarbonato di calcio. Ma la doppia freccia suggerisce anche che la reazione può avvenire in senso contrario e cioè che il bicarbonato si può trasformare in carbonato liberando anidride carbonica e acqua. Si tratta, in altri termini, di una reazione di "equilibrio mobile" cioè di una reazione che può svolgersi nelle due direzioni a seconda delle condizioni ambientali.

DESCRIZIONE DI UNA SCHEMA CARSIICO



DESCRIZIONE DI UNA SCHEMA CARSICO



Il carsismo è chiamato **epigeo** quando interessa le rocce solubili affioranti in superficie e **ipogeo** quando agisce in profondità.

LA MORFOLOGIA CARSICA

I **Fenomeni Carsici** sono particolari forme di erosione dovute all'azione solvente che le acque meteoriche esercitano nelle rocce solubili, come quelle **Carbonatiche** (quali calcari, dolomie, calcari dolomitici) ed **Evaporitiche** (quali anidrite, gesso, salgemma). Essi prendono nome dal Carso, la regione calcarea situata alle spalle di Trieste ed in Slovenia, dove questi fenomeni risultano molto sviluppati.

A causa di questa continua penetrazione dell'acqua si allargano le fessure nelle rocce e si formano le **Doline**, cioè conche di forma quasi circolare, che possono essere di pochi metri ma anche particolarmente grandi. Sempre per lo stesso fenomeno sulle rocce si formano dei **Solchi** anche paralleli tra loro che intagliano le rocce.

I **Laghi Carsici** sono presenti sulla superficie terrestre e nei sotterranei. L'opera di scioglimento non avviene solo in superficie ma anche all'interno delle rocce e difatti filtrando l'acqua si formano **Grotte** e **Pozzi**. Nelle grotte sempre per lo scioglimento da parte dell'acqua del carbonato di calcio si formano **Stalattiti** - formazioni pendenti come ghiaccioli dal soffitto e **Stalagmiti** - formazioni molto grandi sul fondo delle grotte.

Grotte di **Castellana** (Puglia), **Frasassi** (Marche).

DESCRIZIONE DI UNA SCHEMA CARSIICO

Le **doline** sono depressioni del terreno a forma di imbuto, dai fianchi più o meno ripidi; talvolta hanno sul fondo un inghiottitoio che raccoglie l'acqua e la convoglia nelle cavità sotterranee. Le doline hanno dimensioni variabili da qualche metro ai 1000 m.

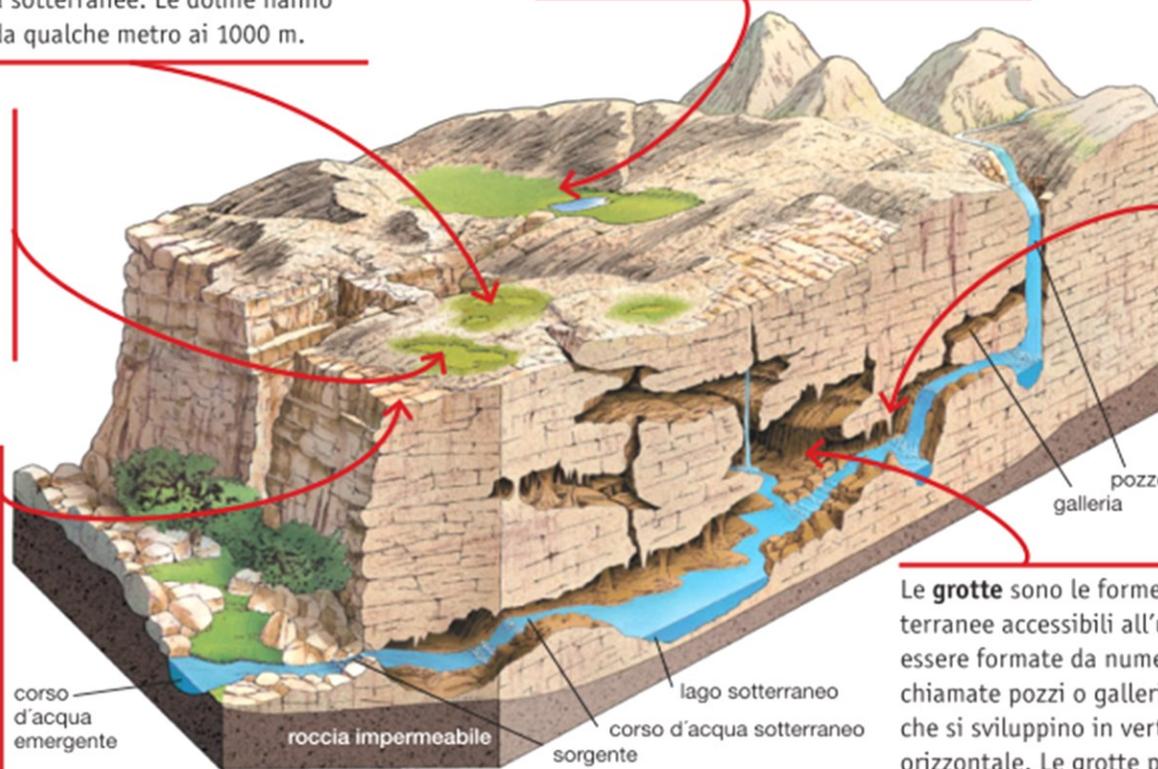
Le **uvala** sono depressioni di forma varia; derivano dalla fusione di più doline che col tempo si sono allargate fino a riunirsi.

I **karren** sono solchi originati dallo scorrimento dell'acqua sulla superficie della roccia calcarea, lunghi da qualche centimetro a diversi metri. Sono separati da creste più o meno aguzze.

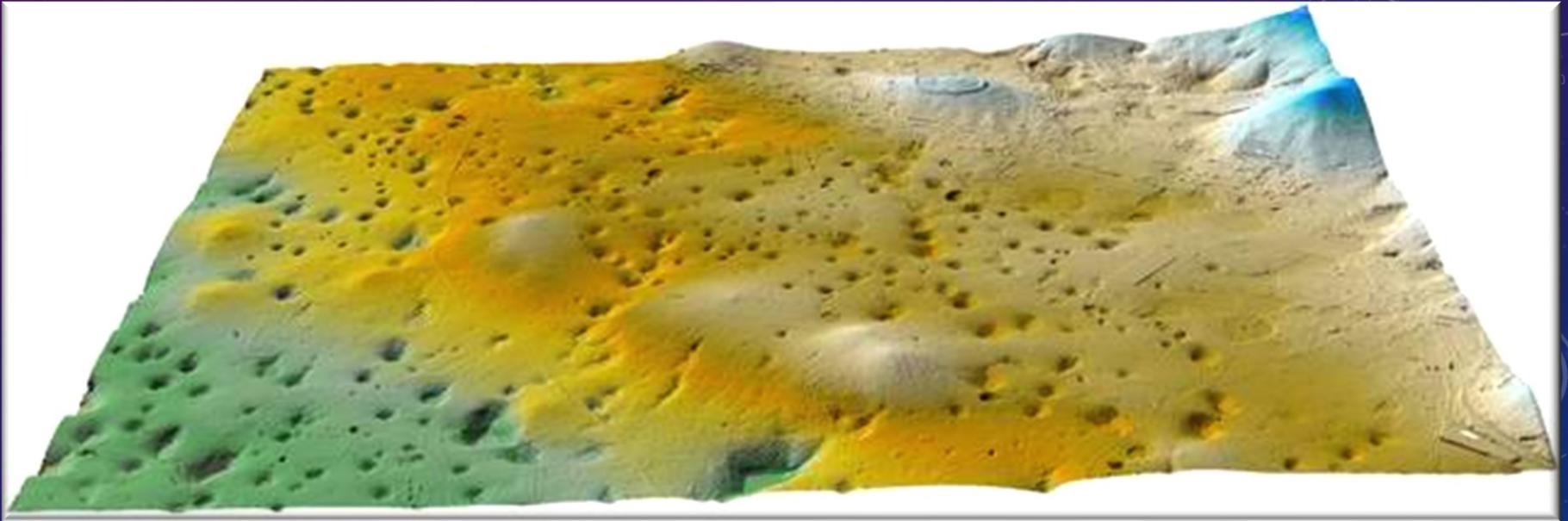
I **polje** sono grandi bacini pianeggianti di dimensioni chilometriche, che derivano dallo sviluppo di molte cavità carsiche superficiali. Il fondo di un polje può ospitare un lago.

Le **stalattiti** (le concrezioni che pendono dal soffitto delle cavità carsiche) e le **stalagmiti** (le concrezioni che si innalzano dal pavimento) sono depositi di carbonato di calcio. L'acqua che gocciola dal soffitto contiene in soluzione bicarbonato di calcio, che può liberare anidride carbonica nell'aria, ritrasformandosi in carbonato di calcio; essendo questo insolubile, si deposita sulla roccia.

Le **grotte** sono le forme carsiche sotterranee accessibili all'uomo. Possono essere formate da numerose cavità, chiamate pozzi o gallerie a seconda che si sviluppino in verticale o in orizzontale. Le grotte possono avere forme e dimensioni molto diverse.



MODELLO DIGITALE DI SUOLO CARSIICO



DOLINA

La **DOLINA** è una depressione caratteristica delle zone calcaree di forma approssimativamente circolare, larga da pochi metri a qualche centinaio di metri e profonda fino a 30 m. Una dolina può formarsi per il crollo del tetto di una grotta oppure per la lenta dissoluzione delle rocce sottostanti la superficie, lungo le fessure presenti. Sul fondo delle doline spesso si trova un **inghiottitoio** che mette in comunicazione con cavità sotterranee di dissoluzione. Quando l'inghiottitoio è una profonda voragine a pozzo la dolina è chiamata **FOIBA**.

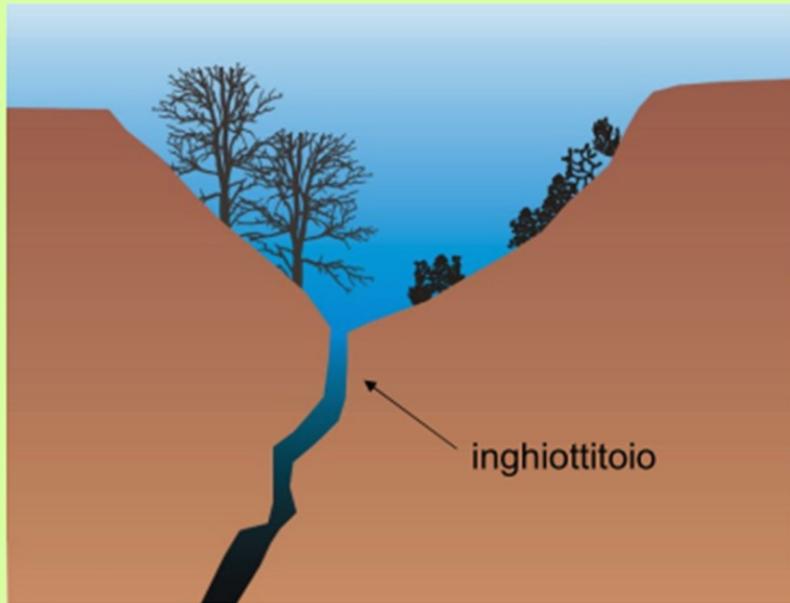


DOLINA E FOIBA

Immagini:

1. Schema di una dolina
2. Una foiba
3. Una dolina

1.



2.



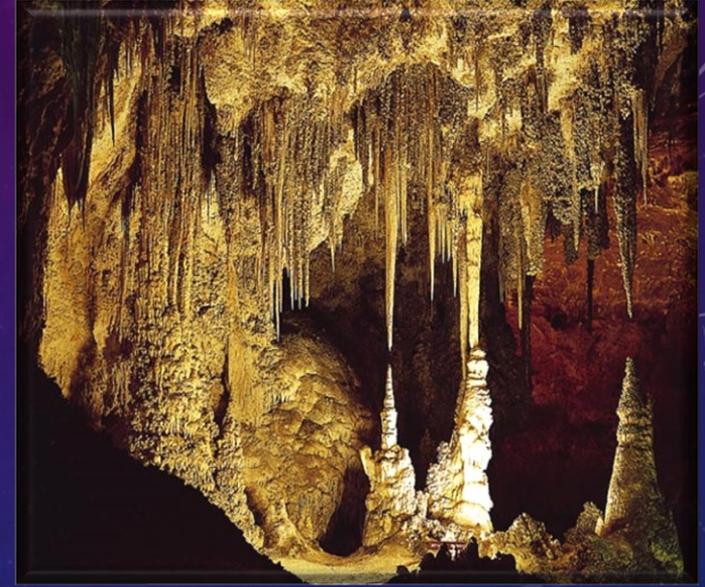
3.



GROTTE – FRASASSI (Genga – AN)



STALATTITI E STALAGMITI



FINE

