



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI TRIESTE



Anno accademico 2021-2022

# Erosione, alterazione e forme associate

L'evoluzione dei paesaggi

A cura di **Stefano FURLANI**

# Programma della lezione

- Definizione di:
    - *weathering* (**alterazione/degradazione meteorica**),
    - *erosion* (**erosione**)
    - *denudation* (**denudazione**)
  
  - Alterazione/degradazione:
    - *Mechanical weathering* (**alterazione/degradazione meccanica**)
    - *Chemical weathering* (**alterazione/degradazione chimica**)
    - *Biological weathering* (**alterazione/degradazione biologica**)
  
  - Erosion (**erosione**)
- 

# Definizione

Weathering and erosion

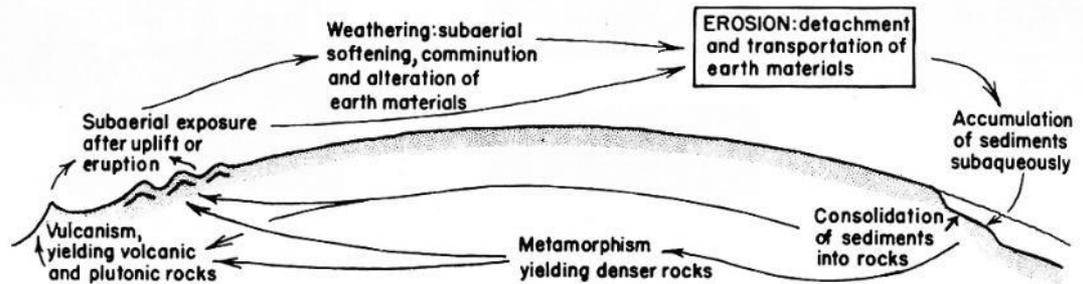


# Processi di degradazione ed erosione

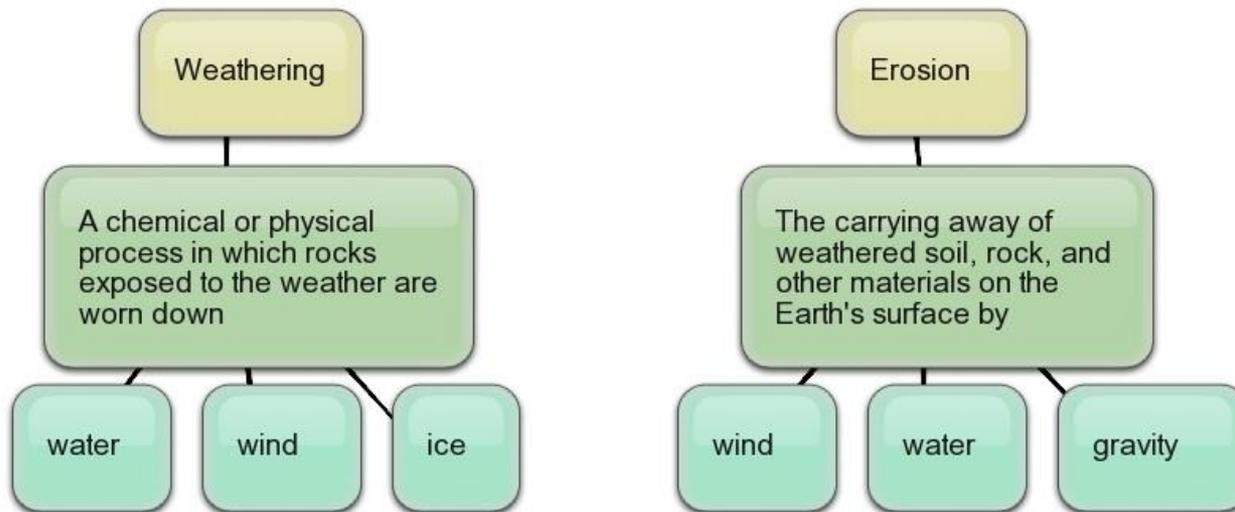
- La degradazione/alterazione delle rocce (*Weathering*) è il processo di alterazione delle rocce per via chimica o fisica in risposta alle condizioni ambientali; è una conseguenza dell'esposizione delle rocce all'ambiente. Si divide in:
  - **degradazione chimica** (*chemical weathering*), ovvero il processo che demolisce la roccia per alterazione della sua struttura mediante qualsiasi modificazione chimica;
  - **Degradazione meccanica, o fisica** (*mechanical, or physical weathering*) è un processo che demolisce la roccia senza causare alterazioni chimiche
  - **Degradazione biologica** (*biological weathering*) coinvolge sia processi chimici che meccanici a carico degli organismi
- Erosione (*erosion*) è la distruzione e la rimozione delle rocce a carico delle stesso tipo di forze. L'erosione implica il movimento.
- Denudazione (*denudation*) è la somma dei processi di alterazione ed erosione. Il risultato è l'abbassamento delle superfici topografiche (termine che si usa poco).

# Qual è la differenza?

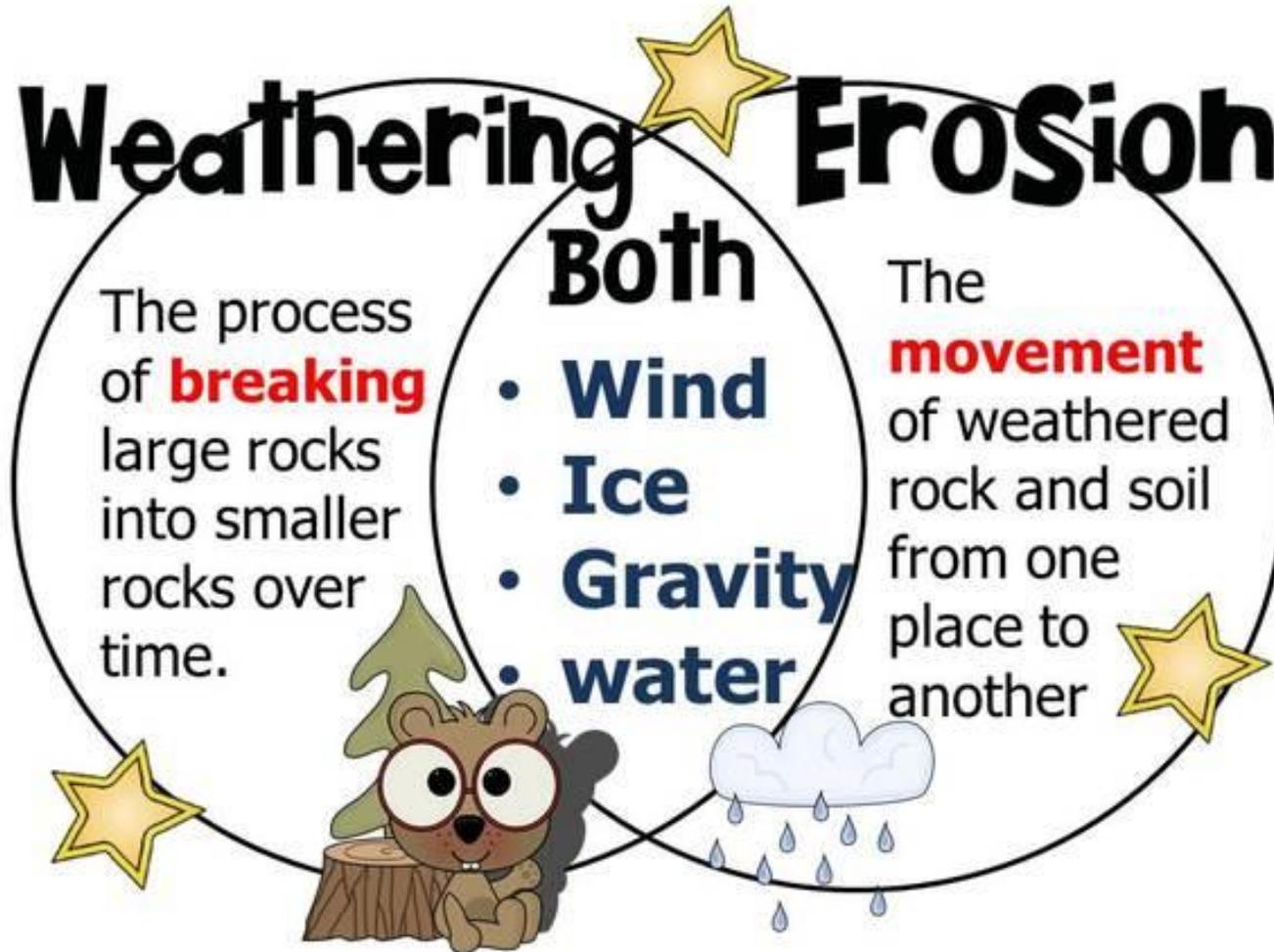
- La degradazione interessa processi *in situ*
- L'erosione coinvolge lo spostamento di parti di roccia alterata o integra

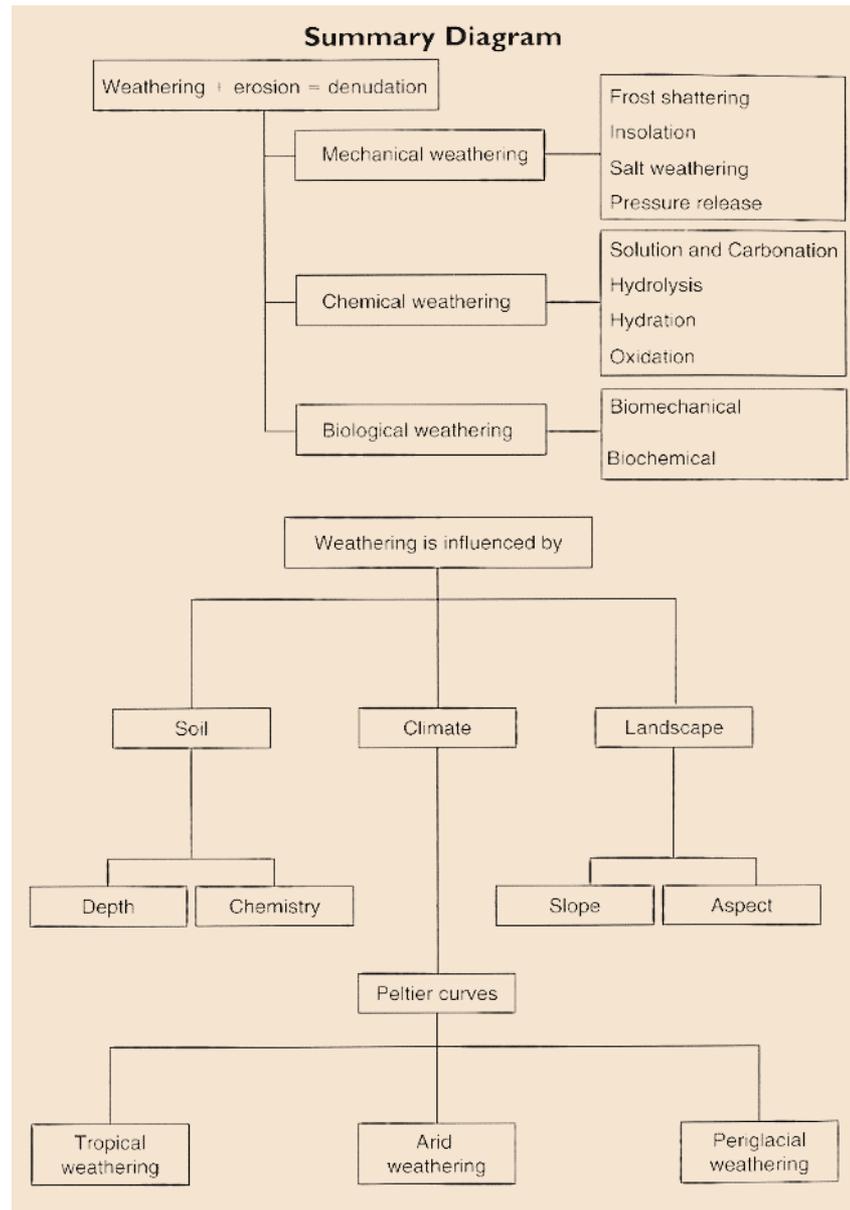


Relazione tra processi geomorfologici (da Fairbridge, 1965)



...rottura e movimento...





**Sketch of weathering and erosion processes  
(from Atkinson, 2004)**

# Alcuni esempi di processi di weathering

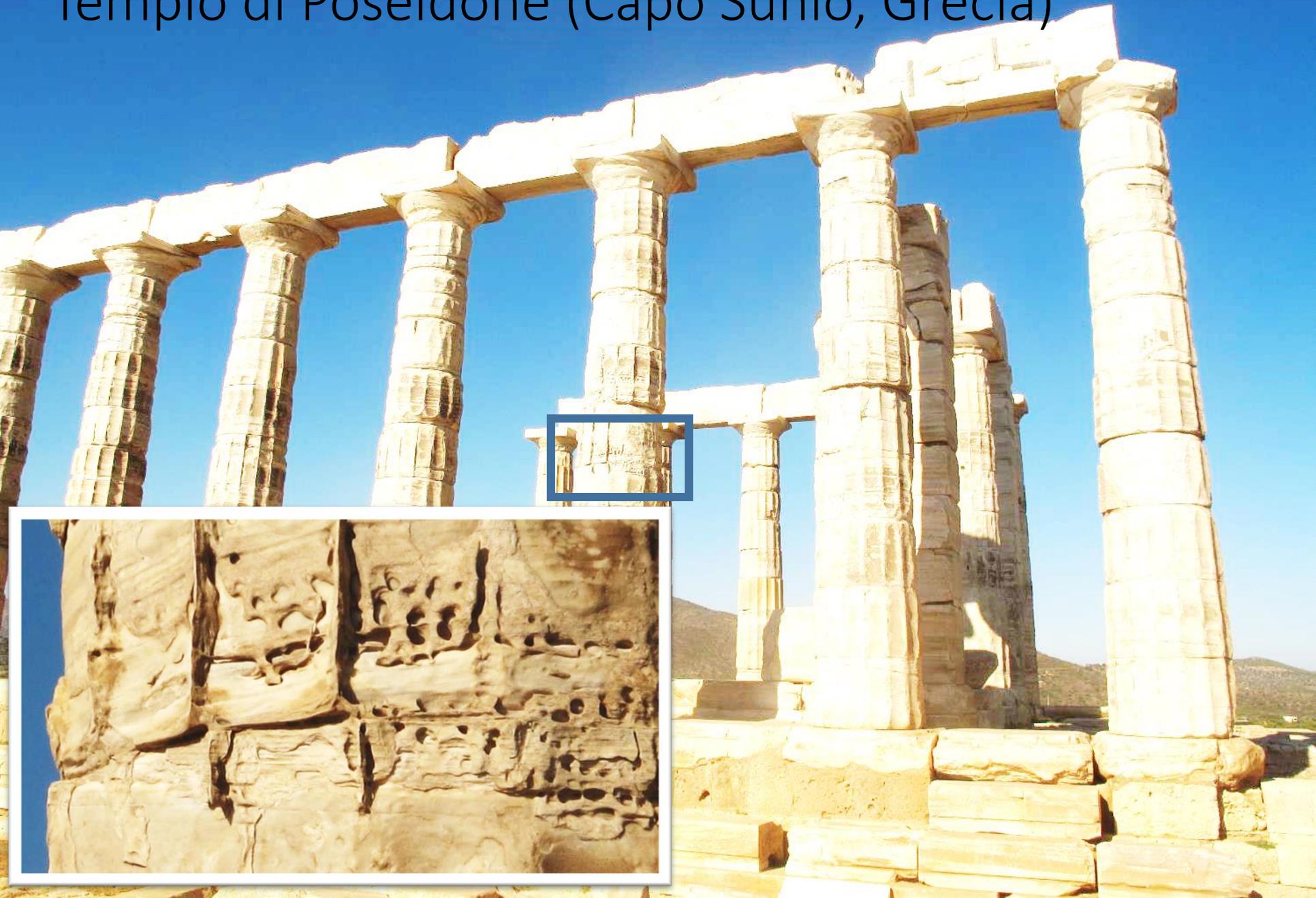




Rocce alterate



# Tempio di Poseidone (Capo Sunio, Grecia)



# San Giovanni, ex-OPP (Trieste)



# Alcuni esempi di processi di erosione



# Termini correlati

- Abrasion (*abrasion*) è il processo di strofinamento, graffiamento, consumazione, e sfregamento delle rocce;
- Corrosione (*corrosion*) in geografia fisica include i processi chimici e biologici;
- Corrasione (*corrasion*) indica il processo di erosione meccanica delle superfici rocciose causato dal materiale trasportato dalle acque correnti, onde, ghiacciai, vento o movimenti gravitativi di versante che risultino nell'abrasione delle rocce originarie

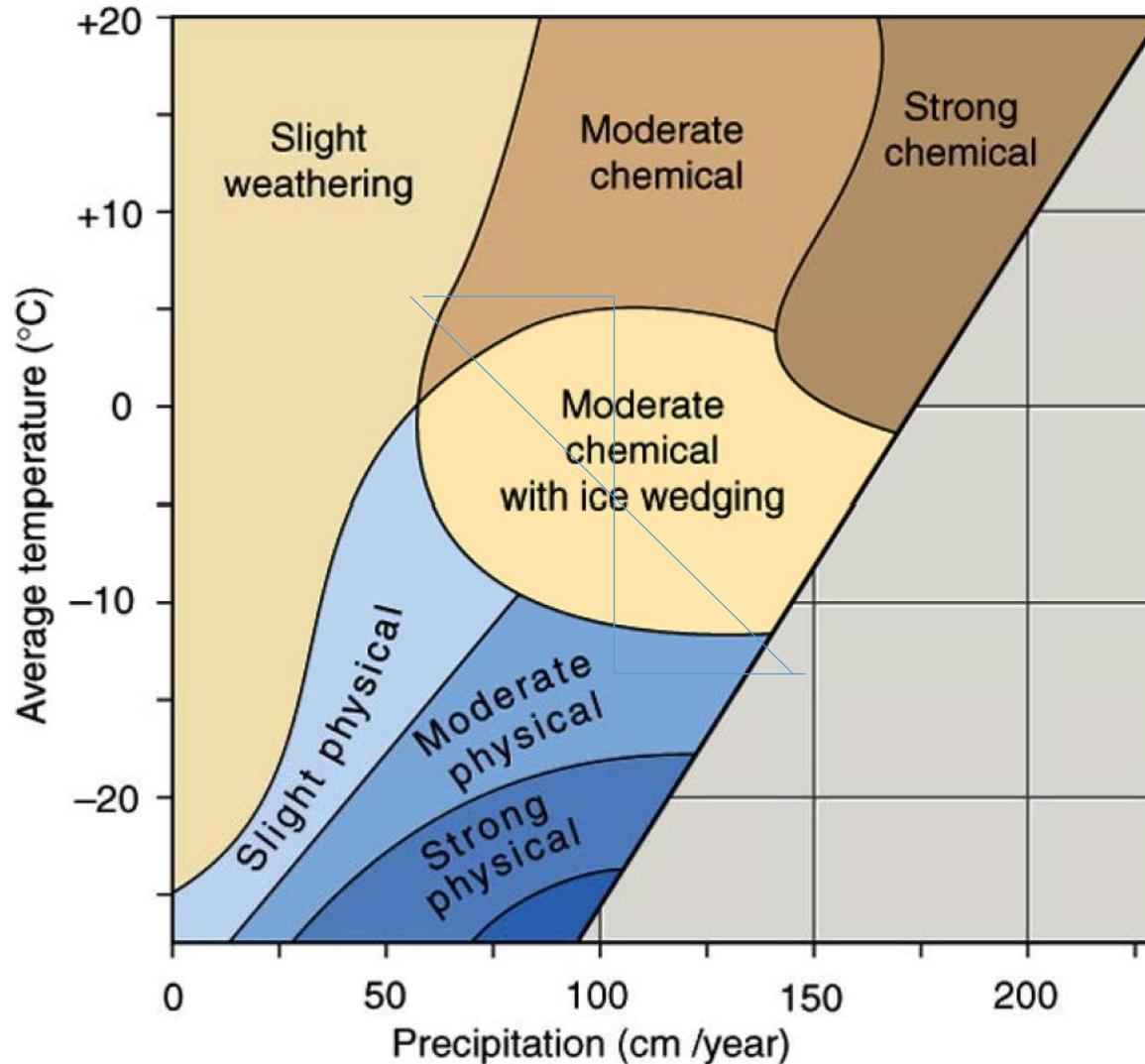
# Studi su degradazione ed erosione (Trudgill, 1983) riguardano:

- Il potenziale di degradazione ed erosione inerente l'ambiente;
- La suscettibilità dei materiali coinvolti nell'ambiente potenziale;
- I tassi relativi ai processi nel sito di reazione;
- I tassi e l'ammontare di perdita di massa (materiale) dal sito di reazione;
- I materiali residui lasciati in situ dopo la reazione.

# I processi di alterazione

	<i>Processi</i>	<i>Agenti</i>	<i>Tipi di rocce</i>	<i>Zone climatiche</i>	<i>Acqua</i>	<i>Prodotti</i>
<b>Disgregazione fisica</b>	CRIOCLASTISMO	ghiaccio	tutte	fredde-umide	sì	crioclasti
	TERMOCLASTISMO	insolazione	tutte	calde-aride	no	termoclasti
	IDROCLASTISMO	acqua	argillose	umide	sì	idroclasti
	ALOCLASTISMO	sali	tutte	varie	sì	aloclasti
	BIOCLASTISMO	esseri viventi	tutte	varie	no	bioclasti
<b>Alterazione chimica</b>	SOLUZIONE	acqua e CO <sub>2</sub>	evaporitiche e carbonatiche	varie, umide	sì	minerali residuali
	IDROLISI	acqua	silicatiche	calde-umide	sì	minerali argillosi, ossidi, silice
	IDRATAZIONE	acqua	alcune	umide	sì	minerali idrati
	OSSIDAZIONE	ossigeno	alcune	varie	no	ossidi
	AZIONI BIOCHIM.	esseri viventi	tutte	varie	sì	suoli

# Fattori che influenzano il weathering



From: <http://greenfieldgeography.wikispaces.com/IGCSE+and+GCSE+Weathering>

# Dove si attua prevalentemente il weathering?

- Microscopic cavities (**cavità microscopiche**)
- Joints (**fratture**)
- Faults (**faglie**)
- Lava holes, tubes, etc (**vescicole di lava, ecc**)
- Solution holes, etc (**karren, ecc**)

The background of the slide is a close-up photograph of a stone wall. The stones are light-colored, possibly limestone or sandstone, and are arranged in a regular, rectangular pattern. The surface of the stones is textured and shows signs of weathering, with some pitting and discoloration. At the bottom of the image, there is a decorative, wavy orange line that spans the width of the slide.

# Degradazione meccanica

Principi e tipi di mechanical (or physical) weathering

# Principi

- La degradazione meccanica coinvolge processi di rottura delle rocce in frammenti più piccoli;
- Fornisce materiali per la sedimentazione e roccia fresca per l'alterazione chimica e meccanica;
- Avviene lungo linee di debolezza, fratture, ecc, nella roccia

# Alterazione meccanica di arenarie (Piazza Unità, Trieste)



# Alternanza asciutto/bagnato (wet and dry)

- Wetting and Drying is effective at breaking up rocks that contain clay.
- If clays get wet they swells up. When they dry they shrinks again.
- Rocks are repeatedly swelling and shrinking causing them to crack and fall apart.





Ustica (I)

# Aloclastismo (*Salt weathering*)

- La cristallizzazione del sale, chiamata anche aloclastismo, provoca la disintegrazione delle rocce quando le soluzioni saline penetrano nelle fessure e nelle giunture delle rocce ed evaporano, lasciando dietro di sé i cristalli di sale. Questi ultimi si espandono man mano che si riscaldano, esercitando una pressione sulla roccia confinante.
- I sali più efficaci, come il solfato di sodio e il cloruro di calcio, possono espandersi fino a tre volte o anche di più.
- L'erosione del sale è solitamente associata a climi aridi e lungo le coste.
- Un esempio morfologico di alterazione salina sono i honeycombs, i tafoni, che sono legati a processi di tipo chimico e in parte meccanico.

Esempi di salt  
weathering  
(aloclastismo)



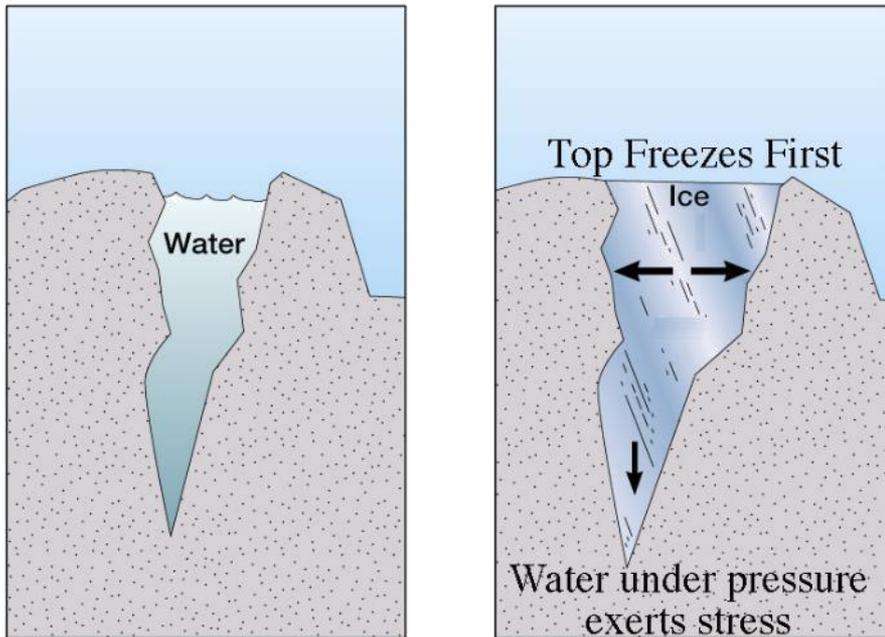




# Crioclastismo (*Frost weathering, ice wedging*)

- L'erosione del gelo e disgelo, detta crioclastismo legata a processi di alterazione del ghiaccio incuneato nelle fratture, è il nome generale che coinvolge la degradazione del ghiaccio delle rocce.
- Questi processi includono la frantumazione del gelo, l'incuneamento del gelo e il processo di degradazione legata ai processi di gelo-disgelo.
- Il crioclastismo è particolarmente efficace in montagna quando la temperatura oscilla intorno al punto di congelamento dell'acqua.
- Il crioclastismo produce grandi quantità di frammenti di roccia situati ai piedi delle montagne o lungo i pendii.

# Crioclastismo



From: <http://alliance.la.asu.edu/>  
Arizona Geographic Alliance

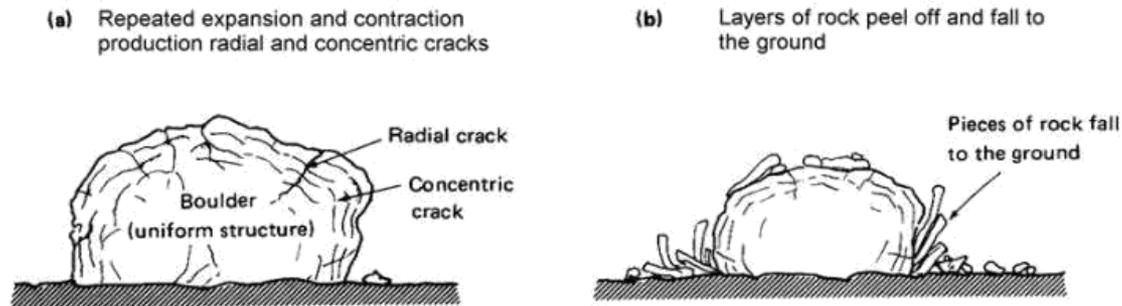
# Crioclastismo



Debeli Rtic (Slovenia)

# Esfoliazione (*exfoliation*)

- It occurs in rocks with homogeneous structure
- Repeated heating and cooling by daily temperature changes affect weathering
- Repeated expansion and contraction create stress in rock and produce radial and concentric cracks
- The outer layers eventually peel off to form exfoliation



Little Shuteye Pass (USA)



# Degradazione chimica

Methods of evaluation of chemical weathering

# Principi

- Chemical weathering involves the alteration of the minerals of rocks by chemical reactions
- They can be influenced by biological processes, so often it is very difficult to distinguish them
- It is related to the surface area available for chemical and biological processes

# Variabili

- Water: in general, the more precipitation, the greater the rate of weathering. As a consequence, dry climates show slow rates
- Temperature: the higher rates of chemical weathering occur in warm, wet climates, while very cold climates show slow rates.

# Dissoluzione

- Many minerals can be dissolved by water because it is a bipolar molecule.
- The bonds of ions at the mineral surface are loosen
- Salt and gypsum are easily dissolved
- Also some silicates, such as pyroxene, can be dissolved in carbonic acid
- Carbon dioxide forms carbonic acid in water. It can dissolve calcite following the formula:





# Lapiez, pinnacoli (Ahrax Point, Malta)

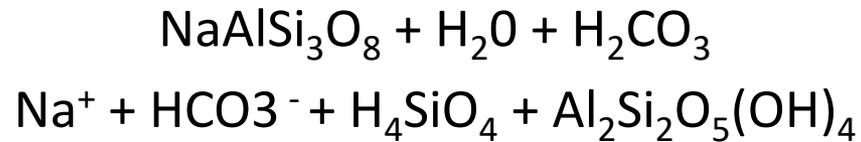


Solution pan dissected by cliff retreat (Malta)



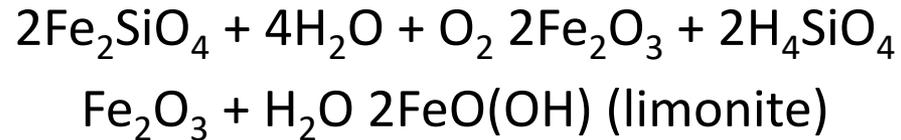
# Idratazione

- A mineral reacts with either the  $H^+$  or the  $OH^-$  from water to produce a new mineral
- Aluminium silicates do not dissolve in water
- Weathered feldspar, such as plagioclase, forms clay



# Ossidazione e riduzione

- The chemical combination of oxygen with a mineral
- It is fundamental in weathering of iron-rich silicates, such as pyroxene, olivine, biotite, amphibole
- The final products are hematite or limonite



# Alterazione/erosione selettiva

- Rocce diverse vengono alterate a tassi diversi;
- Questo da luogo a forme protuberanti a scale diverse (es. canyon slopes, mesa, etc)

# Grand Canyon





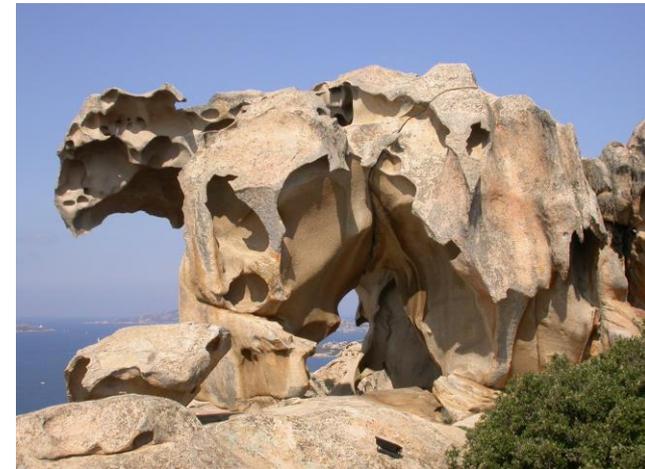
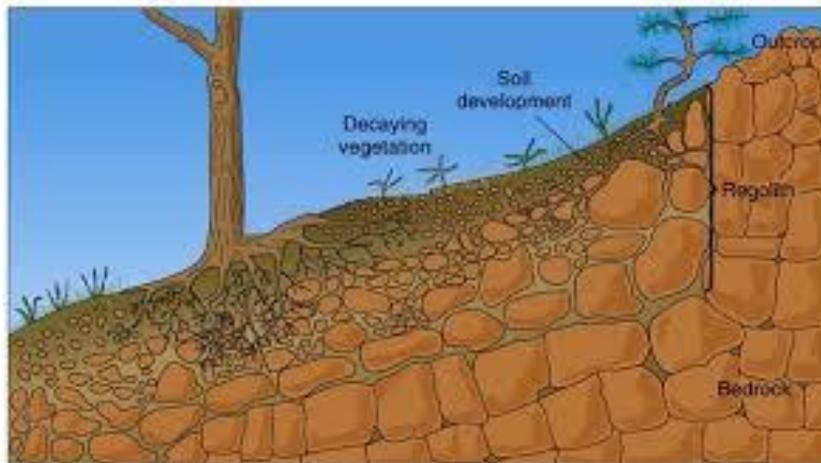
Sequoia National Park, California (USA)



Kamenjak, Premantura (Croatia)

# Risultati della degradazione

- Blocchi di dimensioni più piccole (es. grize, ecc)
- Forme particolari (es. tafoni, ecc)
- Regolite
- Suoli





# Alterazione biologica

How living organisms destroy rocks

# Processi biologici

- Biomechanical weathering (plant roots, animal burrows, etc)
- Biochemical weathering (solution, etc)
- Some plants like mosses and lichens are capable of growing without soil on bare rock.
- When they do this their roots penetrate pores and crevices and cause rocks to split apart as the roots force their way down through the rocks.



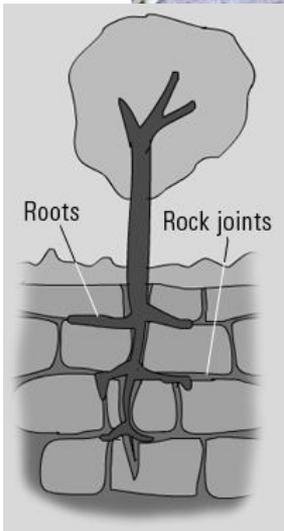
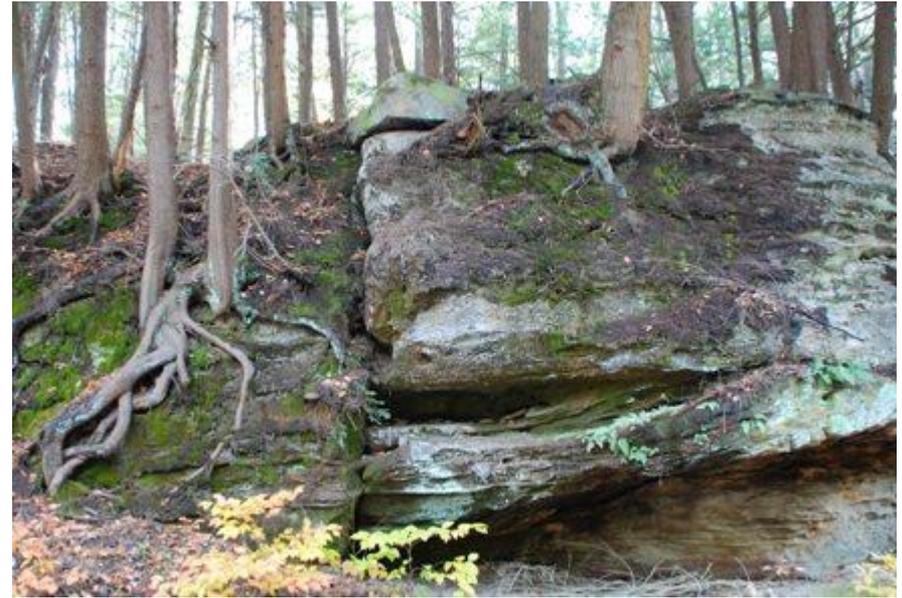
Pitting due to chemical weathering on limestone (M. Tretiach).





Biological weathering along the Croatian coast

# Biodegradazione delle piante



# Bedrock lowering

Evaluation of surface lowering rates of hard rocks

# Cosa abbiamo imparato?

- Cos'è l'alterazione (degradazione, weathering) e come si manifesta
- Cos'è l'erosione
- Cos'è la denudazione

# Bibliografia

- ATKINSON D. (2004). Weathering, Slopes and Landforms. Hodder & Stoughton, Tunbridge Wells, pp. 127.
- DE WAELE J. & FURLANI S. (2013). cap. 6.13 Seawater and biokarst effects on coastal karst. In: Shroeder, J.F. (Ed.) Treatise on Geomorphology, Vol. 6, Elsevier, Amsterdam, 341-350.
- FURLANI S., & CUCCHI F. (2013). Downwearing rates of vertical limestone surfaces in the intertidal zone (Gulf of Trieste, Italy). Marine Geology, 343, 92-98.
- FURLANI S., CUCCHI F., FORTI F., ROSSI A. (2009). Comparison between coastal and inland Karst limestone lowering rates in the northeastern Adriatic Region (Italy and Croatia). Geomorphology, 104, 73-81.
- TRUDGILL S.T. (1983). Weathering and Erosion. Butterworths, London, pp. 192.