

# ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Μη-κλαστική ιζηματογένεση

Δρ. Αβραμίδης Παύλος

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Γεωλογίας

# Σκοποί ενότητας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται η βασικές χημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην υδάτινη στήλη κατά τη μη – κλαστική / χημική ιζηματογένεση, ενώ παρουσιάζονται οι βασικές κατηγορίες μη κλαστικών ιζηματογενών πετρωμάτων.



# Περιεχόμενα ενότητας

- Ορισμός μη-κλαστικής ιζηματογένεσης
- Διαλελυμένα στερεά/αέρια στο νερό
- Φυσικοχημικές ιδιότητες
  - Ενεργός οξύτητα-pH
  - Δυναμικό οξειδοαναγωγής Eh
    - Σχέση pH & Eh.
  - Θερμοκρασία
  - Αλατότητα
- Παραδείγματα μη-κλαστικών ιζηματογενών πετρωμάτων



# Ορισμός

Η μη-κλαστική, χημική ή βιοχημική ιζηματογένεση αφορά σε πολύπλοκες διεργασίες φυσικοχημικές ανόργανες, οργανικές και βιολογικές οι οποίες οδηγούν στο σχηματισμό μεγάλου αριθμού και ποικιλίας αποθέσεων.

Βασικό στοιχείο και μέσο της μη-κλαστικής ιζηματογένεσης αποτελεί **το νερό** (είτε επιφανειακό-ποτάμια ,λίμνες, θάλασσες) είτε υποεπιφανειακό.



# Παράμετροι Ελέγχου Μη Κλαστικής Ιζηματογένεσης

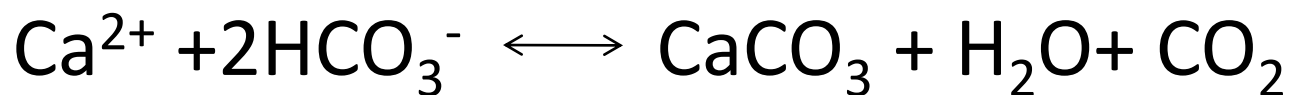
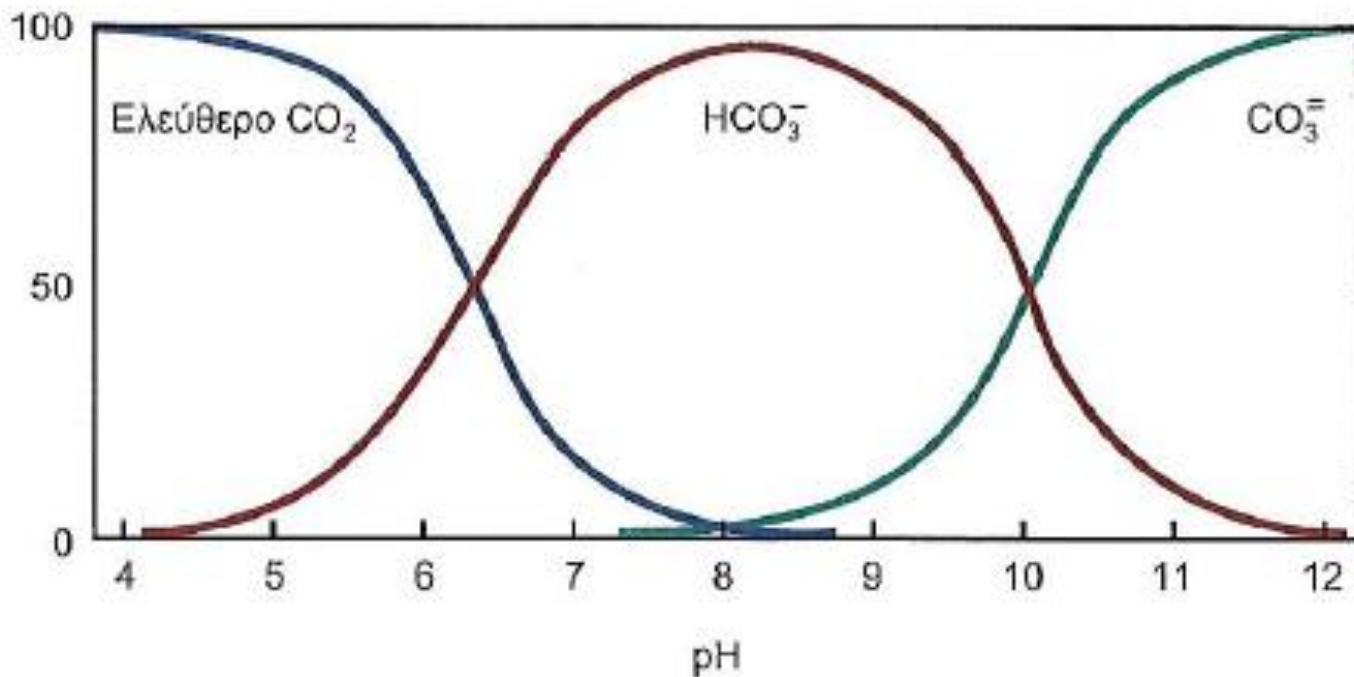
- Θερμοκρασία
- Ενεργός Οξύτητα
- Δυναμικό Οξειδοαναγωγής
- Ηλεκτρική Αγωγιμότητα-Αλατότητα
- Διαλυμένες ουσίες

# Διαλυμένες Χημικές Ενώσεις

Ιόντα	ppm (mg/l)	moles/kg
Cl <sup>-</sup>	18.980	0,535
Na <sup>+</sup>	10.556	0,459
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2.649	0,028
Mg <sup>2+</sup>	1.272	0,053
Ca <sup>2+</sup>	400	0,010
K <sup>+</sup>	380	0,010
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	140	2,3x10 <sup>-3</sup>
Br <sup>-</sup>	65	8,1x10 <sup>-4</sup>
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	26	4,2x10 <sup>-4</sup>
Sr <sup>2+</sup>	8,0	9,1x10 <sup>-5</sup>
F <sup>-</sup>	1,3	6,8x10 <sup>-5</sup>
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	1,0	1,0x10 <sup>-5</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,5	8,1x10 <sup>-6</sup>
Fe <sup>2+</sup> Fe <sup>3+</sup>	0,01	2x10 <sup>-7</sup>
Al(OH) <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0,01	1x10 <sup>-7</sup>
pH	7,9	
Ιοντική ισχύς	0,65	

	V% Ατμόσφαιρα	V% Κατακρημνίσματα	% Μεταβολή	V% θάλασσα	% Μεταβολή
N	78,080	63,690	-18,4	62,600	-20
O <sub>2</sub>	20,950	34,170	+64,1	34,300	+63,7
A	0,934	1,130	+21,0	1,600	+71,3
CO <sub>2</sub>	0,033	0,210	+536,4	1,400	+4142,4
Υπόλοιπα αέρια	0,003	0,800		0,010	

# Επίδραση pH και CO<sub>2</sub>



# Λεκάνες μη Κλαστικής Ιζηματογένεσης

ΤΥΠΟΣ Α'		ΤΥΠΟΣ Β'	
Ανοιχτές με ελεύθερη κυκλοφορία Καλή οξυγόνωση (θετικό Eh) και αλκαλικότητα		Κλειστές, ημίκλειστες, με περιορισμένη κυκλοφορία, τροφοδοσία και οξυγόνωση (αρνητικό Eh)	
ΡΗΧΑ ΝΕΡΑ	ΒΑΘΙΑ ΝΕΡΑ	ARID ΡΗΧΑ ΝΕΡΑ	HUMID ΒΑΘΙΑ ΝΕΡΑ
Ανθρακικά ιζήματα Χημικής & βιογενούς προέλευσης Απολιθωματοφόρα	Ανθρακικά ιζήματα Πυριτικά ιζήματα Ιλύς διατόμων, ραδιολαρίων, τρηματοφόρων	Εβαποριτικά ιζήματα	Ευξεινικά ιζήματα



# Διαλυμένα στερεά

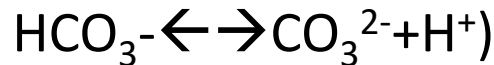
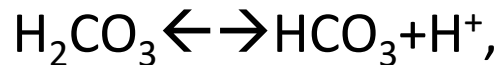
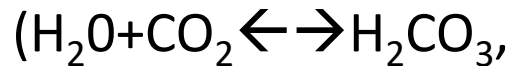
- Το νερό περιέχει ποικίλλα διαλυμένα χημικά στοιχεία και ενώσεις που διαφοροποιούν την συμπεριφορά του κάθε φορά.
- Τα στοιχεία αυτά προέρχονται από την ατμόσφαιρα, από τον στερεό φλοιό (ορυκτά και πετρώματα) και από τον ζωϊκό και φυτικό κόσμο.
- Η χημική σύσταση του νερού παρουσιάζει μεγάλες διαφορές ιδιαίτερα μεταξύ του θαλασσίνου και του γλυκού νερού των ποταμών και των λιμνών.



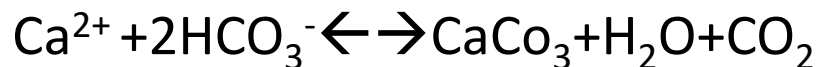
# Διαλυμένα αέρια 1

Στο νερό βρίσκονται διαλυμένα και αέρια όπως:

- $O_2$  :προέρχεται από την ατμόσφαιρα ή τον βιόκοσμο, η ποσότητά του εξαρτάται από την θερμοκρασία, την πίεση και την αλατότητα του νερού, η ταχύτητα με την οποία διαφοροποιείται είναι πολύ μεγάλη.
- $CO_2$ :προέρχεται από την αναπνοή και τον μεταβολισμό των οργανισμών ή και από την οξείδωση της οργανικής ύλης.
  - Αυξάνεται με την αύξηση του βάθους
  - Επηρεάζει το pH και πιο συγκεκριμένα η απώλεια  $H^+$  προκαλεί μείωση του Ph:



- Επηρεάζει την απόθεση και διάλυση των  $CaCO_3$  και  $MgCO_3$ :



# Διαλυμένα αέρια 2

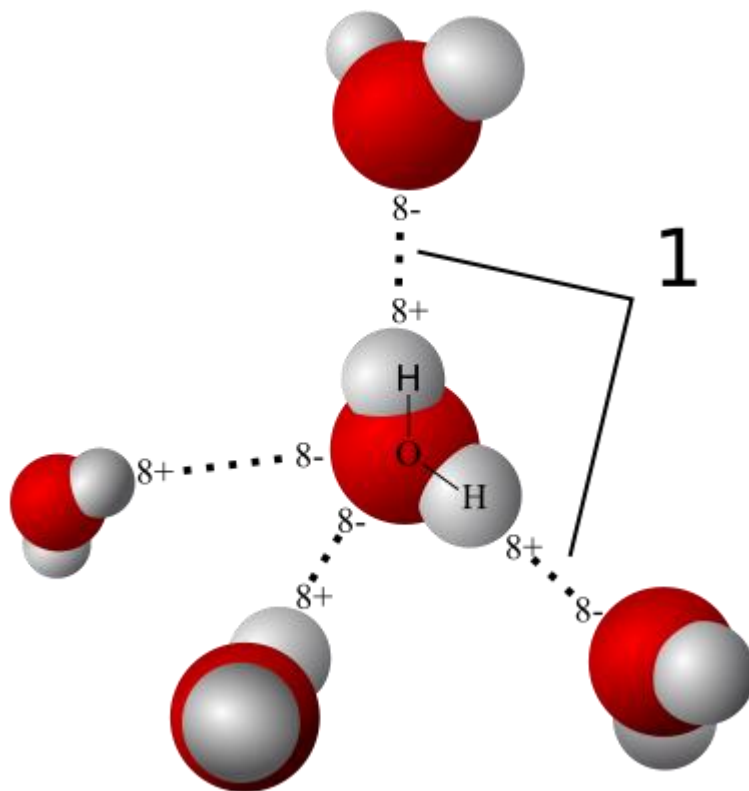
- $\text{CH}_4$ : προέρχεται από την δράση βακτηρίων, την αποσύνθεση οργανικών ουσιών και την διάσπαση των υδρογονανθράκων των στρωμάτων και διαφεύγει στην υδάτινη στήλη όπου αντιδρά με το διαλυμένο οξυγόνο και σχηματίζει  $\text{CO}_2$ .
- $\text{H}_2\text{S}$ : προέρχεται από την δράση των αναερόβιων βακτηρίων μέσα στο νερό και αντιδρά με την βοήθειά τους με άλλα ιόντα (π.χ. με ιόντα σιδήρου οπότε δημιουργούνται σιδηροσουλφίδια)



# Φυσικοχημικές ιδιότητες

Ιδιαίτερη σημασία στην  
ιζηματογένεση έχουν:

- Το pH
- Το Eh
- Η θερμοκρασία
- Η αλατότητα



Εικόνα 2: Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού



# Η ενεργός οξύτητα-pH

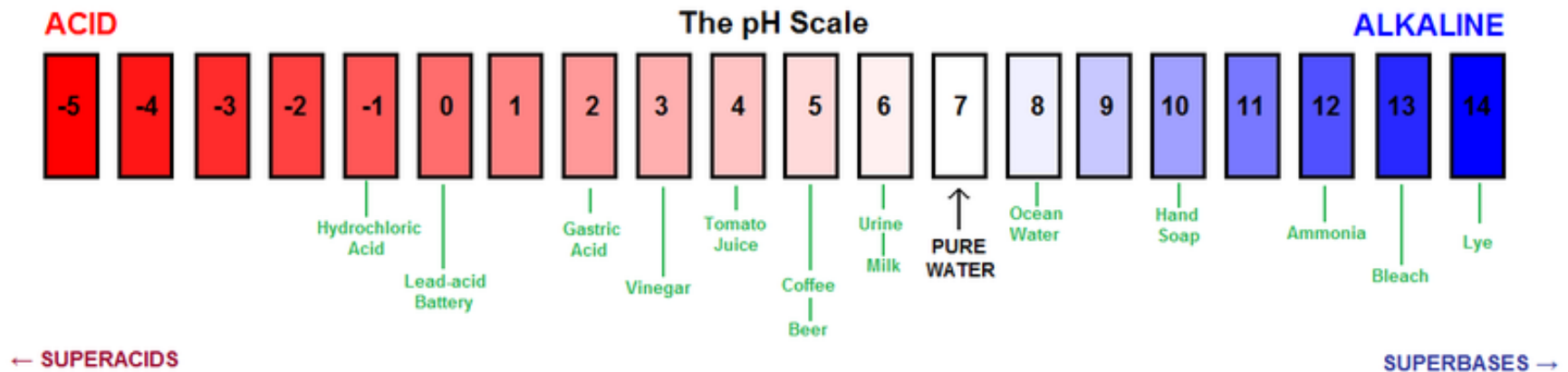
## 1

- Μέτρο αλακαλικότητας/οξύτητας ενός διαλύματος:

$$pH = -\log_{10} K_w(H^+)$$

$K_w(H^+) =$  ενέργεια ιόντος υδρογόνου (25°C, 1Atm)

pH 0-7	όξινο
pH 7-7,8	ουδέτερο
pH 7,8-14	αλκαλικό



Εικόνα 2: Πεχαμετρική κλίμακα.



# Η ενεργός οξύτητα-pH

## 2

- Οι χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στην απελευθέρωση  $H^+$  ελαττώνουν το pH (π.χ.  $H_2S \leftarrow \rightarrow HS^- + H^+$ ) ενώ αυτές που χρησιμοποιούν  $H^+$  ή απελευθερώνουν  $OH^-$  αυξάνουν το pH (π.χ.  $CaCO_3 + H_2O \leftarrow \rightarrow Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^-$ ).
- Εξαρτάται από την θερμοκρασία, την κυκλοφορία, την περιεκτικότητα σε οξυγόνο, το βάθος κ.α.
- Σε ποτάμια/λίμνες είναι ελαφρά αλκαλικό έως ελαφρά όξινο ενώ στην θάλασσα είναι αλκαλικό (=8,3)
- Σε αλκαλικό pH αποτίθεται  $CaCO_3$  (αραγονίτης και μετά ασβεστίτης), σε ουδέτερο ή όξινο pH πραγματοποιείται διάλυση  $CaCO_3$ .



# Η ενεργός οξύτητα-pH

## 3

- Το  $\text{CaCO}_3$  αρχίζει να διαλύεται στο νερό καθώς καθιζάνει στον πυθμένα των θαλασσών (λυσοκλινές). Σε συγκεκριμένο βάθος νερού η συγκέντρωση του  $\text{CaCO}_3$  μειώνεται πολύ γρήγορα (**Carbonate compensation depth**), όπου η τιμή διάλυσης του  $\text{CaCO}_3$ =τιμή τροφοδοσίας  $\text{CaCO}_3$ .
- Παράλληλα έχει παρατηρηθεί η ταυτόχρονη διάλυση  $\text{SiO}_2$  και απόθεση  $\text{CaCO}_3$  σε υψηλό pH (9-10), στα ρηχά νερά των θαλασσών και ωκεανών εξαιτίας βιολογικών διεργασιών.
- Όρια pH σε ιζηματογενή περιβάλλοντα: 2 (ισχυρά όξινο) σε έλη ή στάσιμα γλυκά νερά έως 11 (ισχυρά αλκαλικό) σε εβαποριτικές λίμνες.



# Το δυναμικό οξειδοαναγωγής REDOX ή Eh 1

- Το δυναμικό οξειδοαναγωγής-REDOX ή Eh ρυθμίζει τις διεργασίες οξείδωσης ή αναγωγής που συντελούνται στο νερό των θαλασσών και ωκεανών:
  - $2\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}$  (προσφορά οξυγόνου-οξείδωση)
  - $2\text{Fe}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2$  (απουσία οξυγόνου-αναγωγή)
  - $\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$  (προσθήκη  $\text{H}_2$ , χωρίς απομάκρυνση  $\text{O}_2$ , αναγωγή)
- Οξείδωση= διεργασία αύξησης του λόγου των ηλεκτραρνητικών φορτίων-παραγώγων  
Αναγωγή= διεργασία μείωσης του λόγου των ηλεκτροθετικών φορτίων –παραγώγων:
  - $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$  (οξείδωση)     $\text{Fe}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$  (αναγωγή)

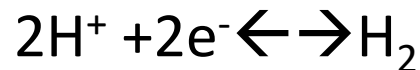




# Το δυναμικό οξειδοαναγωγής

## REDOX ή Eh 2

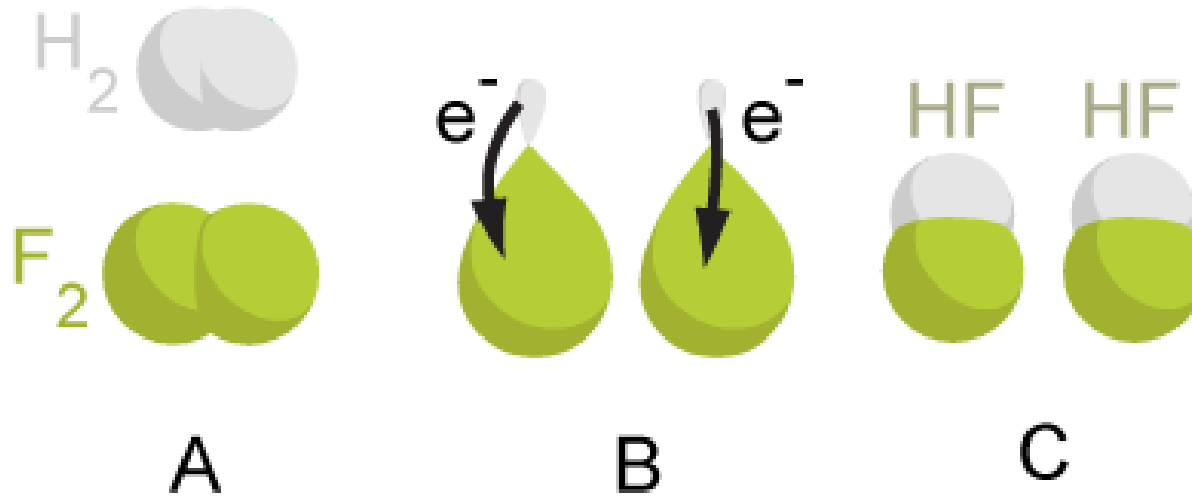
- Eh= μέτρο της συγκέντρωσης των ηλεκτρονίων σε ένα υδατικό διάλυμα.
- Μετράται με ηλεκτρόδιο και οι τιμές του εξαρτώνται από την αντίδραση:



- Eh=0 (25oC, 1At)
- Eh>0=οξειδωτικές συνθήκες
- Eh<0=αναγωγικές συνθήκες
- Όρια Eh σε ιζηματογενή περιβάλλοντα: -0,6Volt έως -600 mVolt (έντονα αναγωγικό) (βαθύτερα τμήματα του νερού, απομονωμένα με ελάχιστη κυκλοφορία και τροφοδοσία) και +1,4Volt έως +1400 mVolt (έντονα οξειδωτικό) (ρηχότερα τμήματα νερού με ελεύθερη κυκλοφορία και καλή τροφοδοσία).



# REDOX



Εικόνα 3: Απεικόνιση μιας αντίδρασης REDOX



# Σχέση Ph & Eh

- Πολλές από τις αντιδράσεις που γίνονται στο νερό εξαρτώνται **ταυτόχρονα** από τις τιμές του pH και του Eh.
- **Διάγραμμα Krumbein & Carrels (1952)**: βοηθά στην καλύτερη κατανόηση των σχέσεων pH και Eh σε συνδυασμό και προς την παραγωγή ιζηματογενών αποθέσεων.

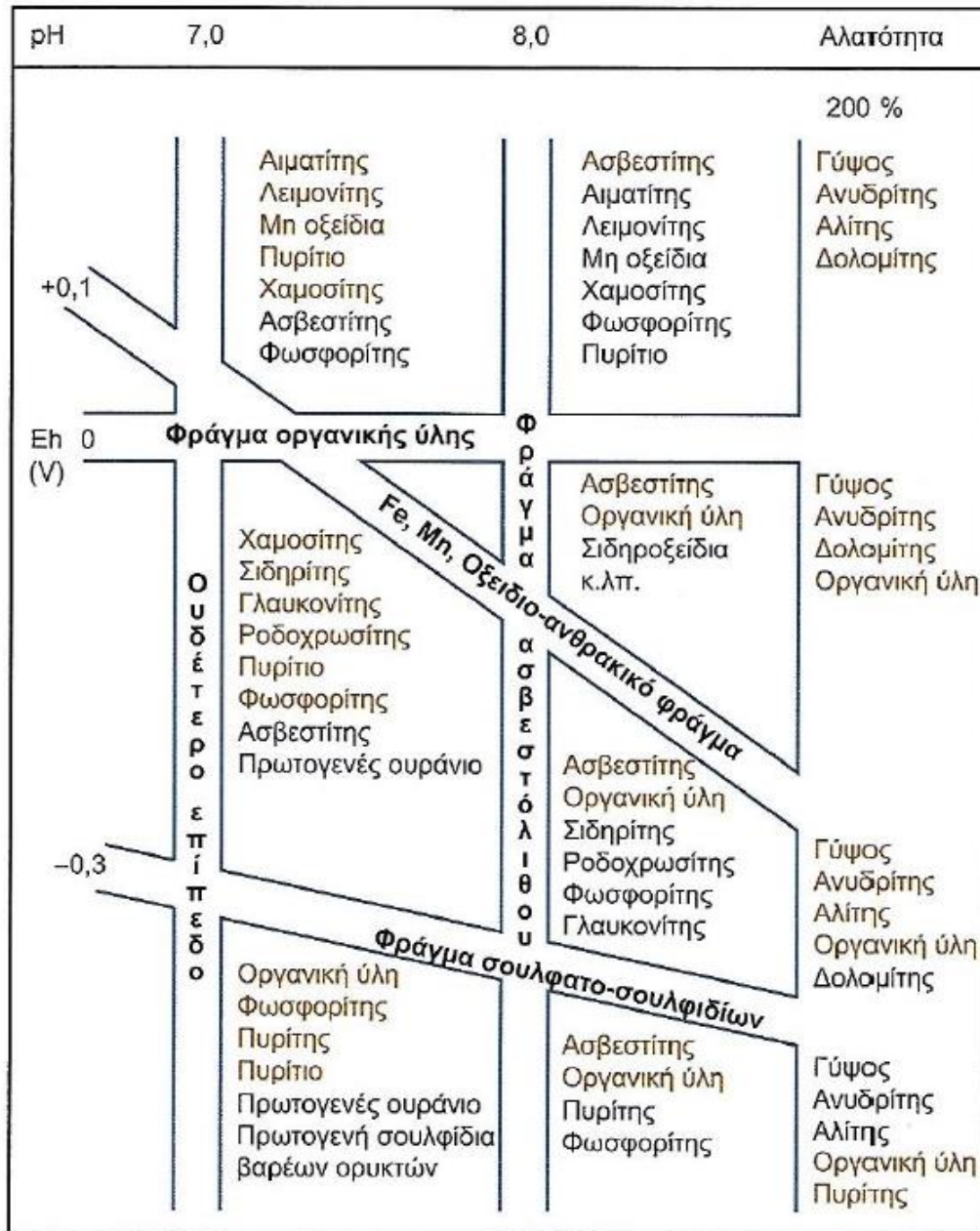
Κεφαλαία γράμματα: Κύρια παράγωγα ιζηματογένεσης

Μικρά γράμματα: Δευτερογενή παράγωγα ιζηματογένεσης

Φράγματα: Διαχωριστικά όρια που προκύπτουν από τον συνδυασμό των τιμών Eh και pH και προσδιορίζουν σημαντικές αλλαγές στην απόθεση των ιζημάτων.



# Διάγραμμα Krumbein & Carrels (1952)



Εικόνα 4: Διάγραμμα Krumbein & Carrels (1952) που συσχετίζει τις παραμέτρους pH, Eh και αλατότητας με τις ιζηματογενής αποθέσεις που προκύπτουν από τον συνδυασμό τους.

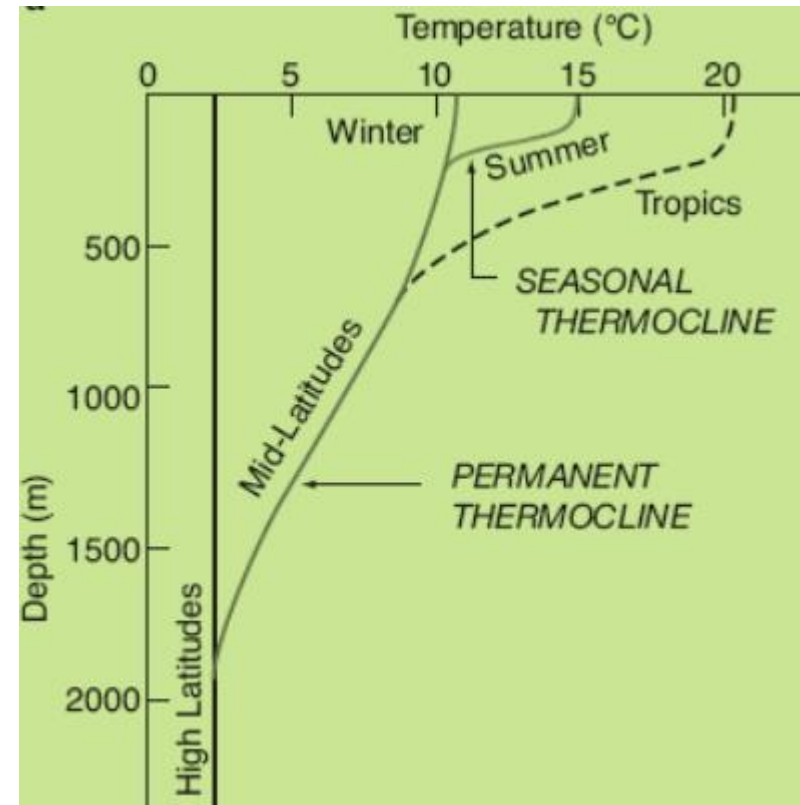
# Φραγμοί

- Φράγμα οργανικής ύλης: προσδιορίζεται από το επίπεδο του μηδενικού  $E_h$ .  $E_h > 0$  = οξειδωτικό περιβάλλον-παραγωγή οξειδίων,  $E_h < 0$  = αναγωγικό περιβάλλον-σχηματισμός οργανικών και άλλων ενώσεων.
- Φράγμα ασβεστολίθου:  $pH = 7,8$ -αλκαλικό περιβάλλον-απόθεση ασβεστίτη
- Φράγμα  $Fe$ ,  $Mn$ , οξειδίων-ανθρακικών ιζημάτων: συνδυασμός τιμών  $pH$  και  $E_h$ , (μπορούν να σχηματιστούν οξείδια και σε  $E_h$  αρνητικό εφόσον το  $pH$  είναι αλκαλικό!!!).
- Φράγμα των σουλφατο-σουλφιδίων:  $E_h < -0,2V$  = αναγωγικό περιβάλλον-απόθεση οργανικής ύλης, φωσφορίτη κλπ.
- Στην δεξιά πλευρά του διαγράμματος δίνονται τα παράγωγα της εβαποριτίωσης σε υπεραλατούχο περιβάλλον.



# Θερμοκρασία

- Η ύπαρξη του θερμοκλινοῦς επηρεάζει σημαντικά την μη-κλαστική ιζηματογένεση
- Αυξομειώνει σημαντικά την διαλυτότητα πολλών στοιχείων και ενώσεων στο νερό.
- Επηρεάζει την ζωή των οργανισμών
- Συμβάλλει την δημιουργία ωκεάνιων ρευμάτων.



Εικόνα 5: Διάγραμμα διάφορων θερμοκλινών ανά εποχή.



# Αλατότητα

- Αλατότητα= συνολική ποσότητα διαλελυμένων στερεών στο νερό
- Αυξομειώνεται είτε με καθαρά χημικές διεργασίες (οπότε προκύπτουν πολλές ενώσεις) είτε ως αποτέλεσμα της δράσης των υδρόβιων οργανισμών.

## **Η θερμοκρασία και η αλατότητα καθορίζουν:**

- Το σημείο της μέγιστης πυκνότητας
- Το σημείο έναρξης της πήξης του νερού

Παράγοντες πολύ σημαντικοί για τις ιζηματογενής διεργασίες.



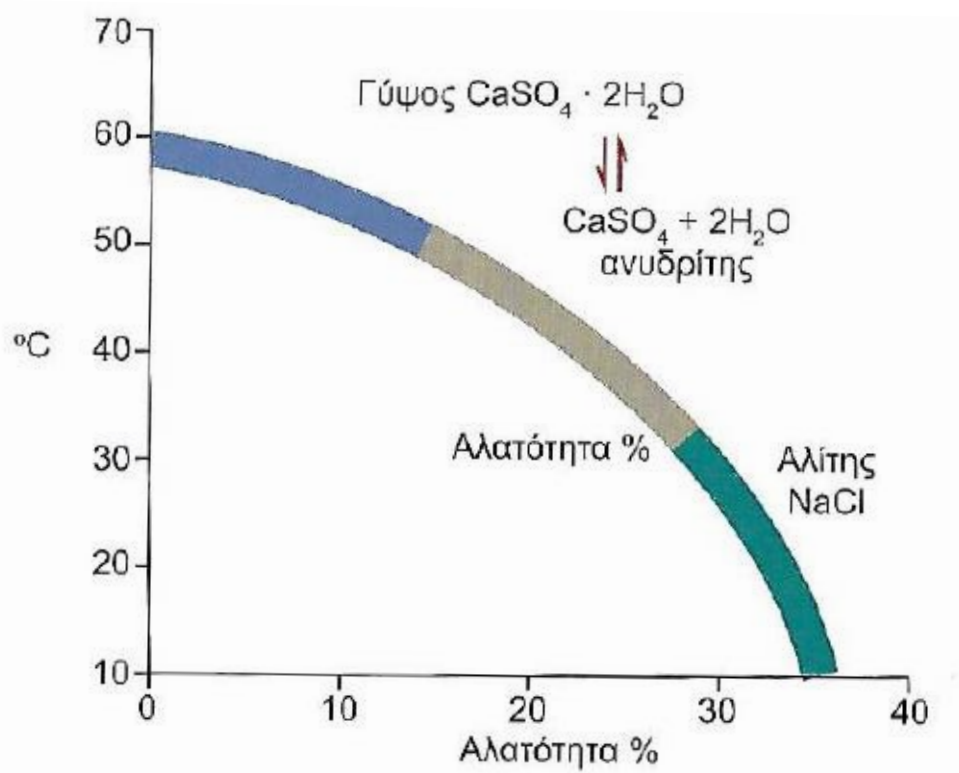
# Παραδείγματα μη-κλαστικών ιζηματογενών πετρωμάτων

Χαρακτηριστικά μη-κλαστικά ιζηματογενή πετρώματα είναι:

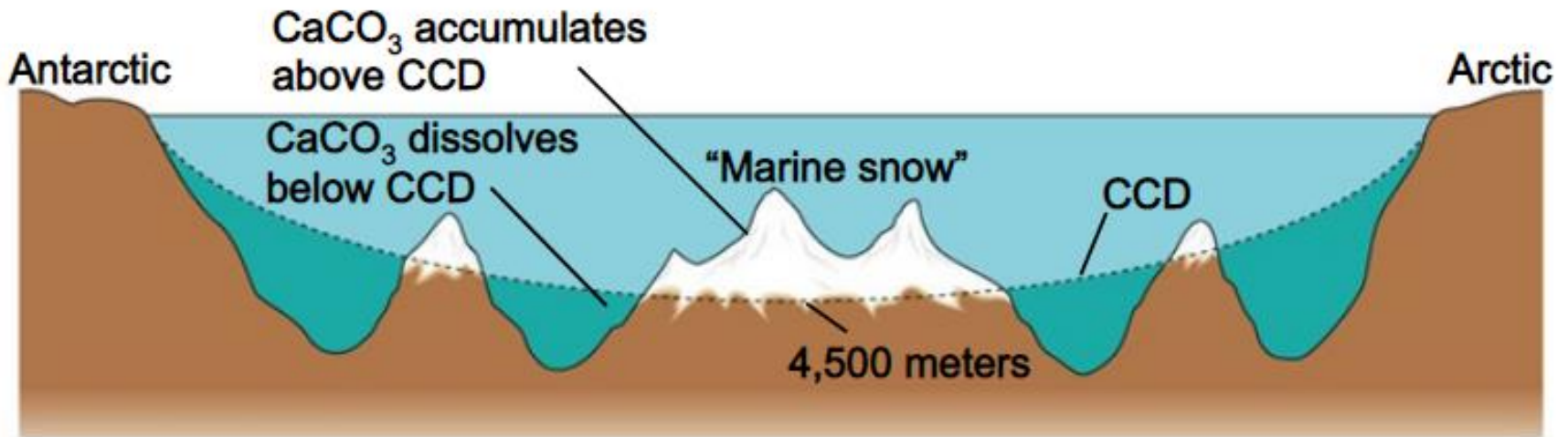
- Οι ασβεστόλιθοι (μη-κλαστικό χημικό ή/και βιογενές ιζηματογενές πέτρωμα που αποτελείται από  $\text{CaCO}_3$  ).
- Ο δολομίτης (Ασβεστιτικό ιζ/ές πέτρωμα που αποτελείται από  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
- Οι εβαπορίτες (Χημικά ιζ/ή πετρώματα που δημιουργούνται από εξάτμιση υδατικού διαλύματος, π.χ. αλίτης, ανυδρίτης, γύψος κ.λ.π.)
- Φωσφορίτες (ορυκτά ομάδασ απατίτη  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$ )
- Τα οργανογενή ιζήματα (ιζ/ή πετρώματα που περιέχουν σημαντικά ποσοστά οργανικού υλικού, π.χ. κάρβουνο, λιγνίτης κλπ.)
- Τα βιογενή ιζήματα (αποτελούνται σε σημαντικό ποσοστό από σκελετικά υπολείμματα οργανισμών).





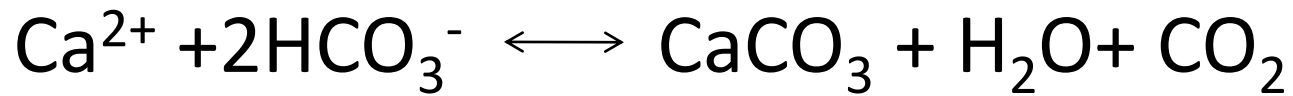


ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΟΡΥΚΤΟ	
Χλωριούχα	Αλίτης- Halite	$\text{NaCl}$
	Συλβίτης - Sylvite	$\text{KCl}$
	Καρναλίτης - Carnallite	$\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
	Καϊνίτης- Kainite	$\text{KMg}(\text{SO}_4)\text{Cl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Θειικά	Πολυαλίτης - Polyhalite	$\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	Λανγκμπεϊνίτης - Langbeinite	$\text{K}_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_3$
	Ανυδρίτης - Anhydrite	$\text{CaSO}_4$
	Γύψος - Gypsum	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	Κιεζερίτης - Kieserite	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Ανθρακικά	Δολομίτης - Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
	Ασβεστίτης - Calcite	$\text{CaCO}_3$
	Μαγνησίτης - Magnesite	$\text{MgCO}_3$



© 2007 Thomson Higher Education

Below CCD, water holds more  $\text{CO}_2$ , which results in more carbonic acid, which dissolves  $\text{CaCO}_3$  faster.

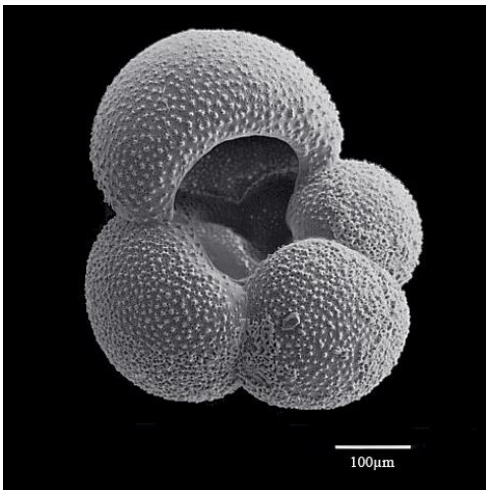


## Ανθρακικές αποθέσεις

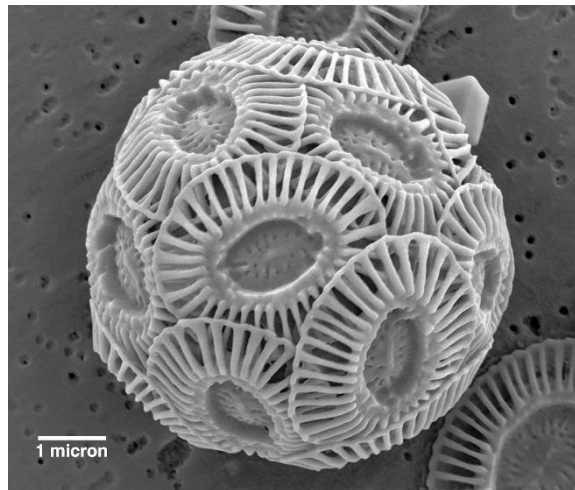
Οι αποθέσεις ανθρακικού υλικού οδηγούν μέσω διαγενετικών κυρίως διεργασιών στη δημιουργία ασβεστολιθικών πετρωμάτων, τα περισσότερα από τα οποία έχουν στο εσωτερικό τους εγκλωβισμένα απολιθώματα θαλασσιών οργανισμών, κελύφη οστράκων κ.λπ.

Αντιπροσωπεύουν το **2%** του στερεού φλοιού της γης και το **25%** όλων των ιζηματογενών πετρωμάτων της.

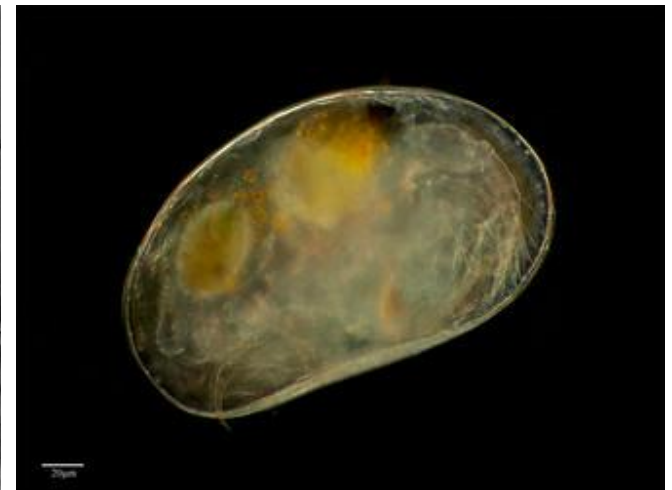
Τρηματοφόρα



Κοκκολιθοφόρα



Οστρακώδη

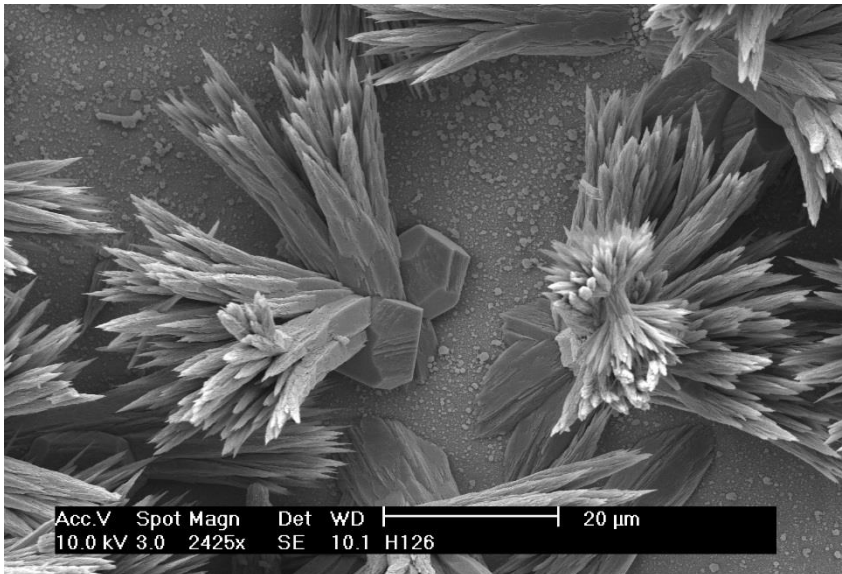


Το  $\text{CaCO}_3$  είναι ένα από τα βασικότερα συστατικά των θαλασσίων ιζημάτων. Περίπου το 25% του θαλασσίου πυθμένα περιέχει ιζήματα τα οποία περιέχουν περισσότερο από 30%  $\text{CaCO}_3$ .

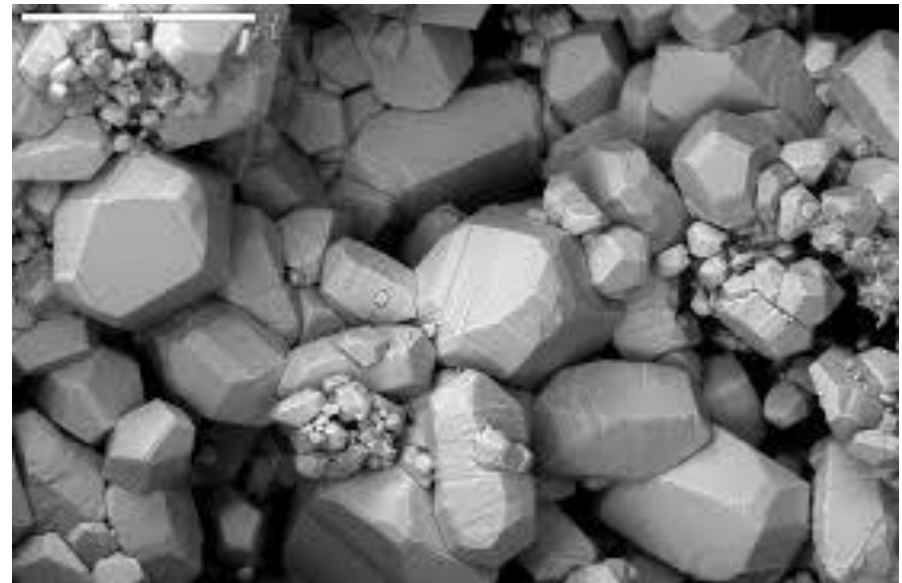
Μόνο το 20% του  $\text{CaCO}_3$  που καθιζάνει παραμένει μόνιμα στο βυθό.

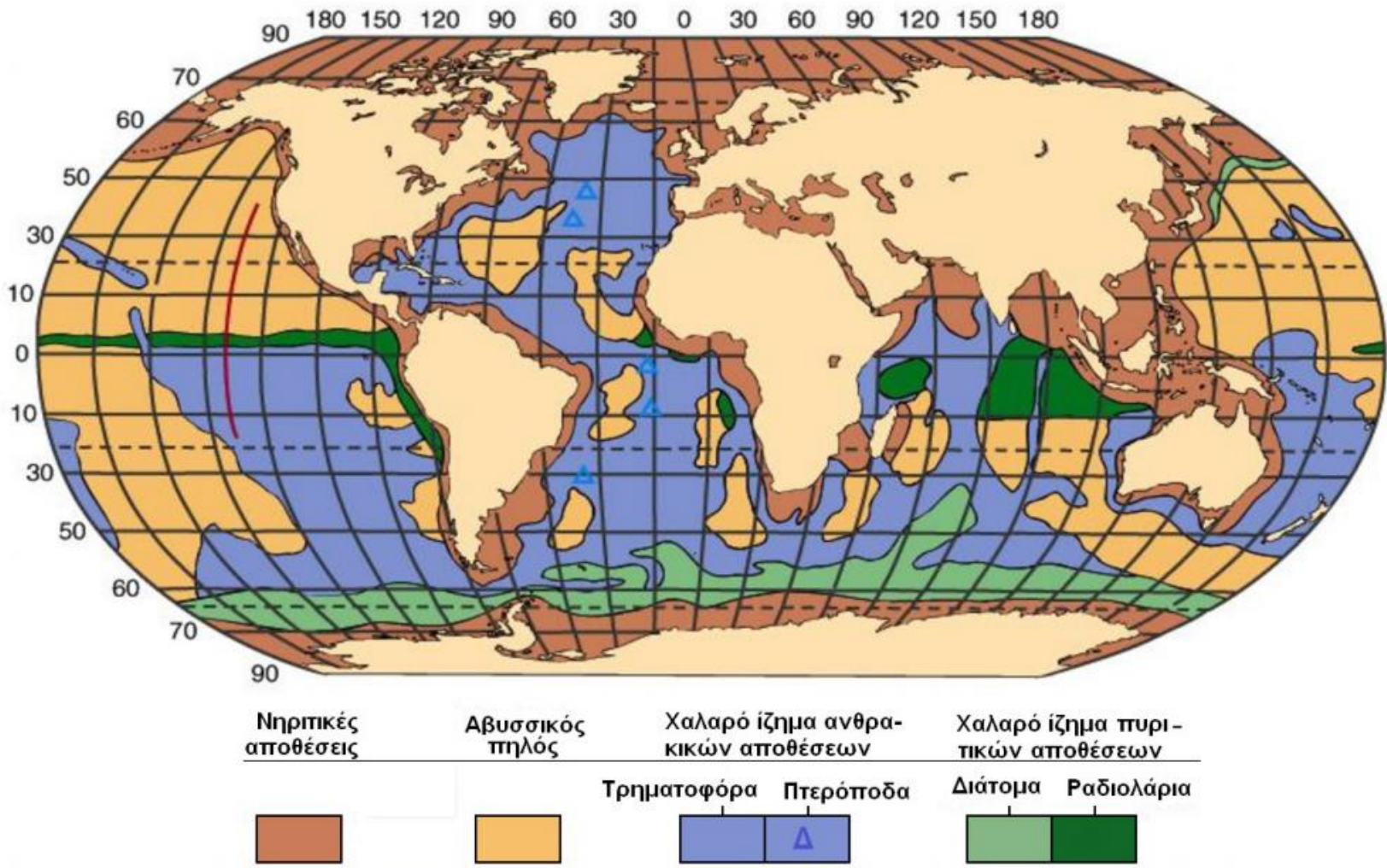
Το ορυκτό  $\text{CaCO}_3$  απαντάται ως αραγωνίτης (εξαγωνική κρυσταλλική δομή) με  $K_{sp}$   $6,65 \times 10^{-7}$  είτε ως ασβεστίτης (ή καλσίτης - ρομβοειδής κρυσταλλική δομή) με  $K_{sp}$   $4,5 \times 10^{-7}$ . Ο αραγωνίτης καθιζάνει στη ρηχή θάλασσα, ενώ ο ασβεστίτης στον πυθμένα της βαθιάς θάλασσας ως μικροσκοπικά σωματίδια υπολειμμάτων φυτοπλαγκτονικών υλικών.

### Αραγωνίτης



### Ασβεστίτης

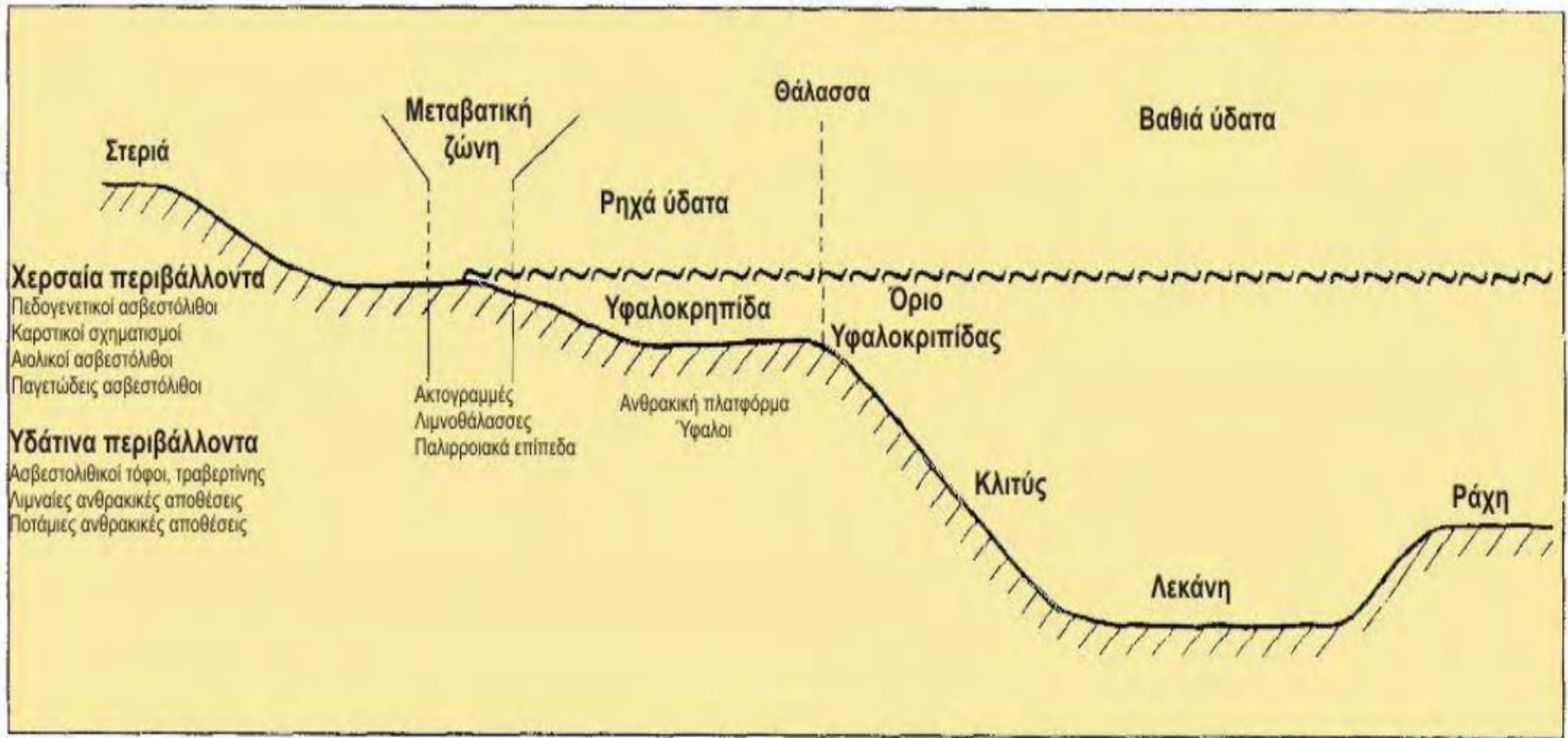




Κατανομή των βιογενών ανθρακικών και πυριτικών αποθέσεων στον πυθμένα του παγκοσμίου ωκεανού (Δασενάκης, 2015)

## Περιβάλλοντα Ανθρακικής Ιζηματογένεσης

Τα ανθρακικά ιζήματα σχηματίζονται στην χέρσο, στη μετάβαση μεταξύ στεριάς και θάλασσας καθώς και σε ρηχά και βαθιά νερά εκτός από τις πολύ μεγάλου βάθους περιοχές των ωκεανών.



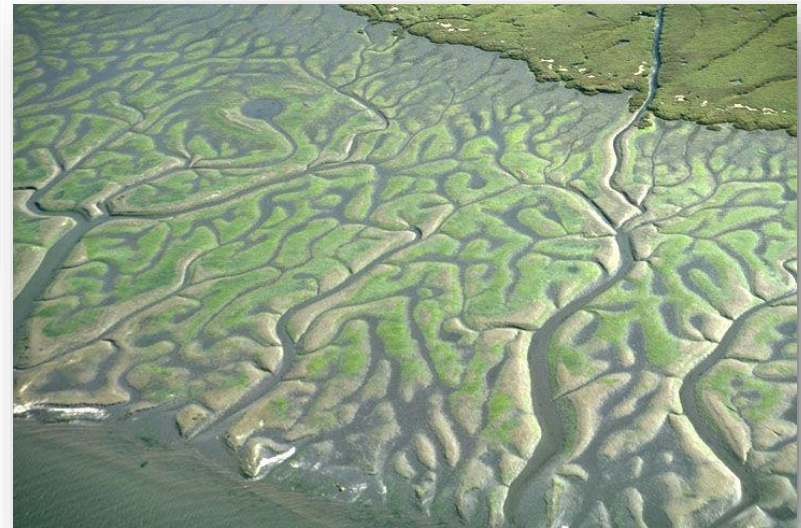
## Ηπειρωτικά ανθρακικά ιζήματα

Σχηματίζονται σε υποαεριώδεις συνθήκες έκθεσης και σε βυθισμένα υδρόβια περιβάλλοντα.

Υποαεριώδεις συνθήκες	υδρόβια περιβάλλοντα
Πεδογενετικοί ασβεστόλιθοι, (pedogenic carbonates)	Λιμναία ανθρακικά ιζήματα
Ανθρακικές αποθέσεις σπηλαίων (cave carbonates)	Ποτάμια ανθρακικά ιζήματα
αιολικούς ασβεστόλιθους (eolian carbonates)	
παγετώδεις ασβεστόλιθους (glacial carbonates)	

## Μεταβατικά περιβάλλοντα απόθεσης

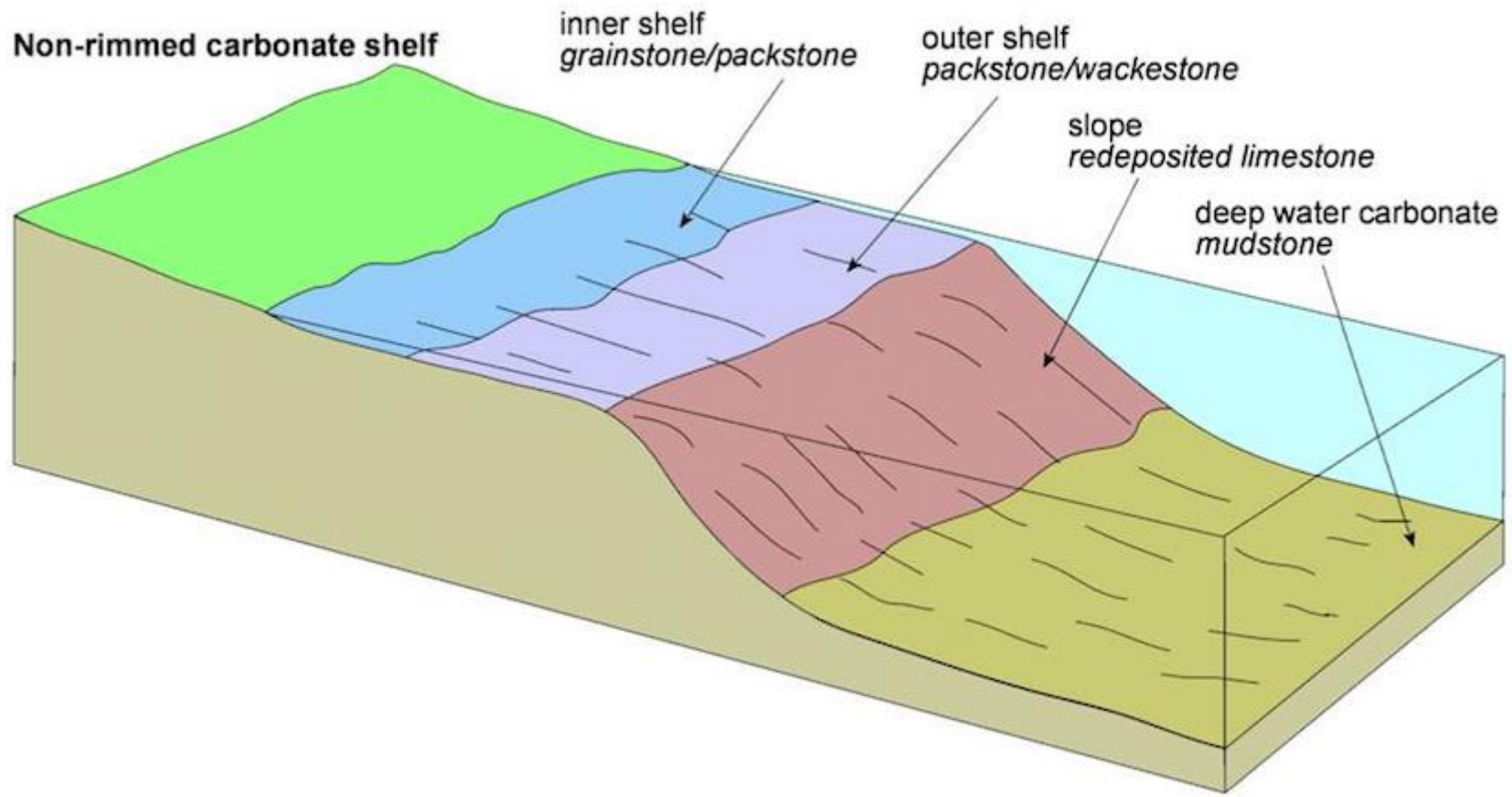
- Δέλτα
- Ακτές
- Εκβολές ποταμών
- Λιμνοθάλασσες
- Παλιρροϊκά πεδία



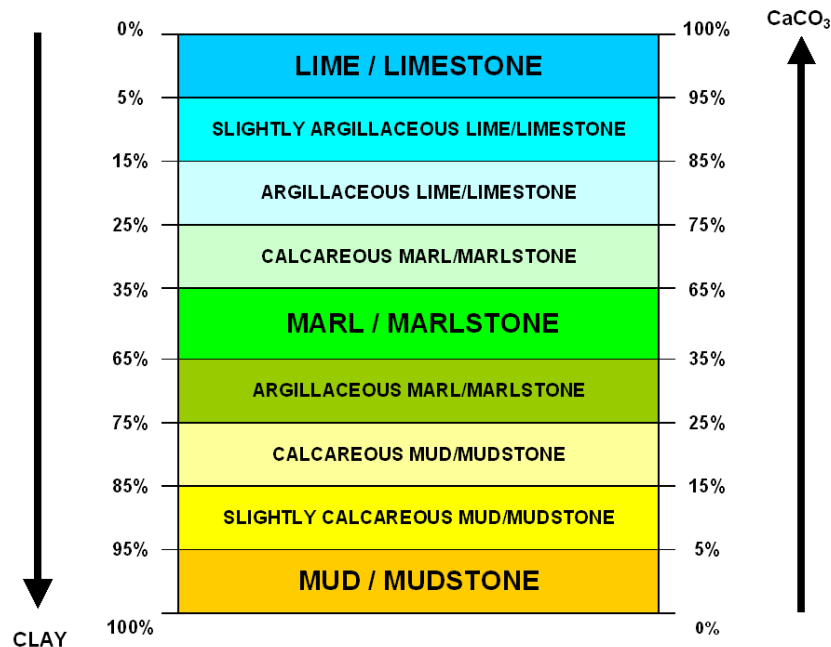
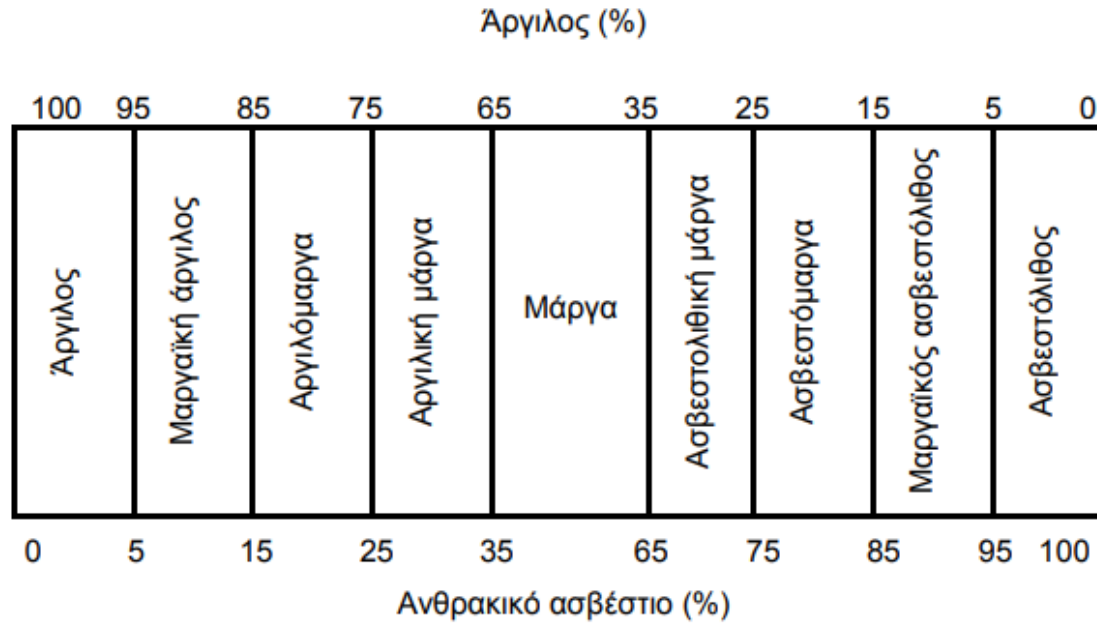


## Ρηγά θαλάσσια περιβάλλοντα απόθεσης

- Ράμπες/Πλατφόρμες
- Ύφαλοι

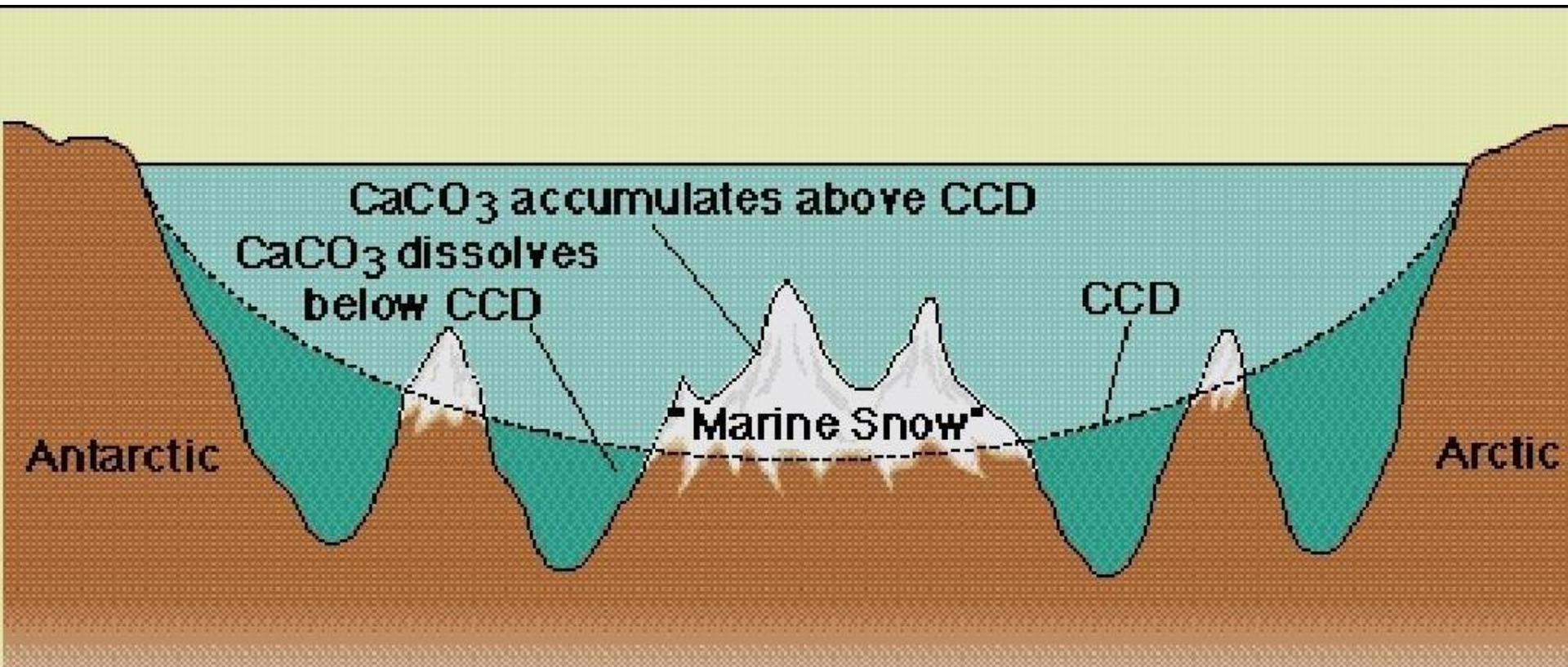


# Ασβεστόλιθος - Μάργα



## Περιβάλλοντα βαθιάς θάλασσας

- Ηπειρωτική κατωφέρεια
- Αβυssiικές πεδιάδες
- Μεσωκεάνιες ράχες
- Ωκεάνια και ηφαιστειακά «όρη»
- Ωκεάνιες τάφροι



## Διαλυτότητα $\text{CaCO}_3$ ανάλογα με το Βάθος

Η διαλυτότητα του  $\text{CaCO}_3$  αυξάνεται με το βάθος, ώστε μετά από ένα συγκεκριμένο βάθος δεν υπάρχει ίζημα  $\text{CaCO}_3$ . Το βάθος αυτό λέγεται βάθος αντιστάθμισης ασβεστίτη

Για να συμβεί καθίζηση ενός ιζήματος θα πρέπει η συγκέντρωση των εν διαστάσει ιόντων να είναι μεγαλύτερη από το γινόμενο διαλυτότητας  $K_{sp}$



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{+2}][\text{CO}_3^{-2}]$$

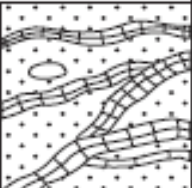

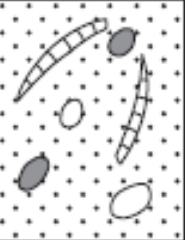





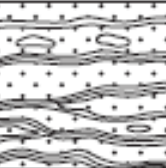

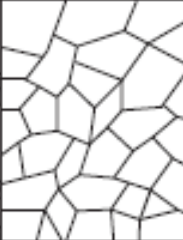
- Αν  $[\text{Ca}^{+2}][\text{CO}_3^{-2}] > K_{sp}$  τότε το θαλασσινό νερό είναι υπέρκορο σε αυτά τα ιόντα και έχουμε καταβύθιση  $\text{CaCO}_3$ .
- Αν  $[\text{Ca}^{+2}][\text{CO}_3^{-2}] < K_{sp}$  τότε το θαλασσινό νερό είναι ακόρεστο και έχουμε διάλυση του  $\text{CaCO}_3$ .

**Στρωματόλιθοι:** Σε θαλάσσια περιβάλλοντα με αβαθή ήρεμα και θερμά νερά παρατηρούνται οργανοϊζηματογενείς δομές με στρωματοειδή μορφή. Οι δομές αυτές, που αποτελούνται από επάλληλες στρώσεις πάχους από 0.2 mm έως 2 mm η κάθε μια και είναι εύκολα ορατές με γυμνό οφθαλμό, αποδίδονται σε παγίδευση η/και συγκόλληση καθιζάνοντος λεπτόκοκκου υλικού λόγω της ανάπτυξης και μεταβολικής δραστηριότητας φωτοσυνθετικών μικροοργανισμών, κυρίως κυανοβακτηρίων (ή κυανοφυκών) (Stal, 2000).



## Κατηγοριοποίηση ασβεστόλιθων κατά Dunham

Σαν κριτήριο χρησιμοποιούνται τα ιστολογικά χαρακτηριστικά του δείγματος που μελετάμε.

Depositional texture recognisable						Depositional texture not recognisable			
Original components not bound together during deposition				Original components organically bound during deposition					
Contains mud (clay and fine silt-size carbonate)		Grain-supported	Lacks mud and is grain-supported	>10% grains >2mm		<b>Boundstone</b> <i>(may be divided into three types below)</i> 			
Mud-supported	Less than 10% grains			More than 10% grains	Matrix-supported				Supported by > 2mm component
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Floatstone	Rudstone	By organisms which act as baffles	By organisms which encrust and bind	By organisms which build a rigid framework	Crystalline
						<b>Bafflestone</b>	<b>Bindstone</b>	<b>Framestone</b>	
									

- Τους σκελετικούς και μη-σκελετικούς κόκκους (βιοκλάστες, ωοειδή, πελοειδή και ενδοκλάστες)
- Την κύρια μάζα (μικρίτης) και
- Το υλικό συγκόλλησης των κόκκων (σπαρίτης)

Σύμφωνα με αυτόν το διαχωρισμό διακρίνει τις ακόλουθες τέσσερις κύριες κατηγορίες ασβεστόλιθων:

- Σπαριτικοί αλλοχημικοί ασβεστόλιθοι (τα αλλοχημικά συστατικά συνδέονται με σπαρίτη)
- Μικριτικοί αλλοχημικοί ασβεστόλιθοι (τα αλλοχημικά συστατικά συνδέονται με μικριτική ύλη)
- Μικριτικοί ασβεστόλιθοι χωρίς αλλοχημικά συστατικά και κατά περίπτωση με νησίδες σπαριτικού υλικού (δισμικρίτες). Η τελευταία κατηγορία αντιπροσωπεύει, είτε μικρίτες που έχουν υποστεί μερική ανακρυστάλλωση, ή μικρίτες με παραθυροειδή δομή λόγω ξήρανσης (λοφερίτες).
- Συνεκτικοί ασβεστόλιθοι που αντιπροσωπεύουν in-situ οργανικές δομές (βιολιθίτες).

## Ορυκτολογία ανθρακικών πετρωμάτων

**Ασβεστίτης ( $\text{CaCO}_3$ ):** Μπορεί να έχει ανόργανη ή οργανική προέλευση. Ανάλογα με τα ποσοστά Mg τα οποία μπορεί να φέρει, αναγνωρίζονται 2 διαφορετικές μορφές (low-Mg calcite (<4 % Mg) και high-Mg calcite (11-19 % Mg)).

**Αραγωνίτης:** Έχει τον ίδιο ακριβώς χημισμό με τον ασβεστίτη, αλλά διαφέρει στα ορυκτολογικά χαρακτηριστικά.

**Δολομίτης ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ):** Έχει ίδια ιστολογικά χαρακτηριστικά με τον ασβεστίτη και τον αραγωνίτη, και ο μόνος τρόπος για να το ξεχωρίσουμε από τα προηγούμενα, είναι με τη χρήση αραιωμένου διαλύματος HCl. Συνήθως ο δολομίτης με το HCl δεν αντιδρούν πολύ έως καθόλου.

**Σιδερίτης ( $\text{FeCO}_3$ ):** Σχηματίζεται στα ιζήματα σε πρόωρη διαγενετική διαδικασία. Δεν ξεχωρίζεται εύκολα από τα υπόλοιπα ορυκτά του ασβεστίου καθώς φέρει ίδια ιστολογικά χαρακτηριστικά με τον ασβεστίτη.



Ασβεστίτης



Αραγωνίτης



Δολομίτης



Σιδερίτης



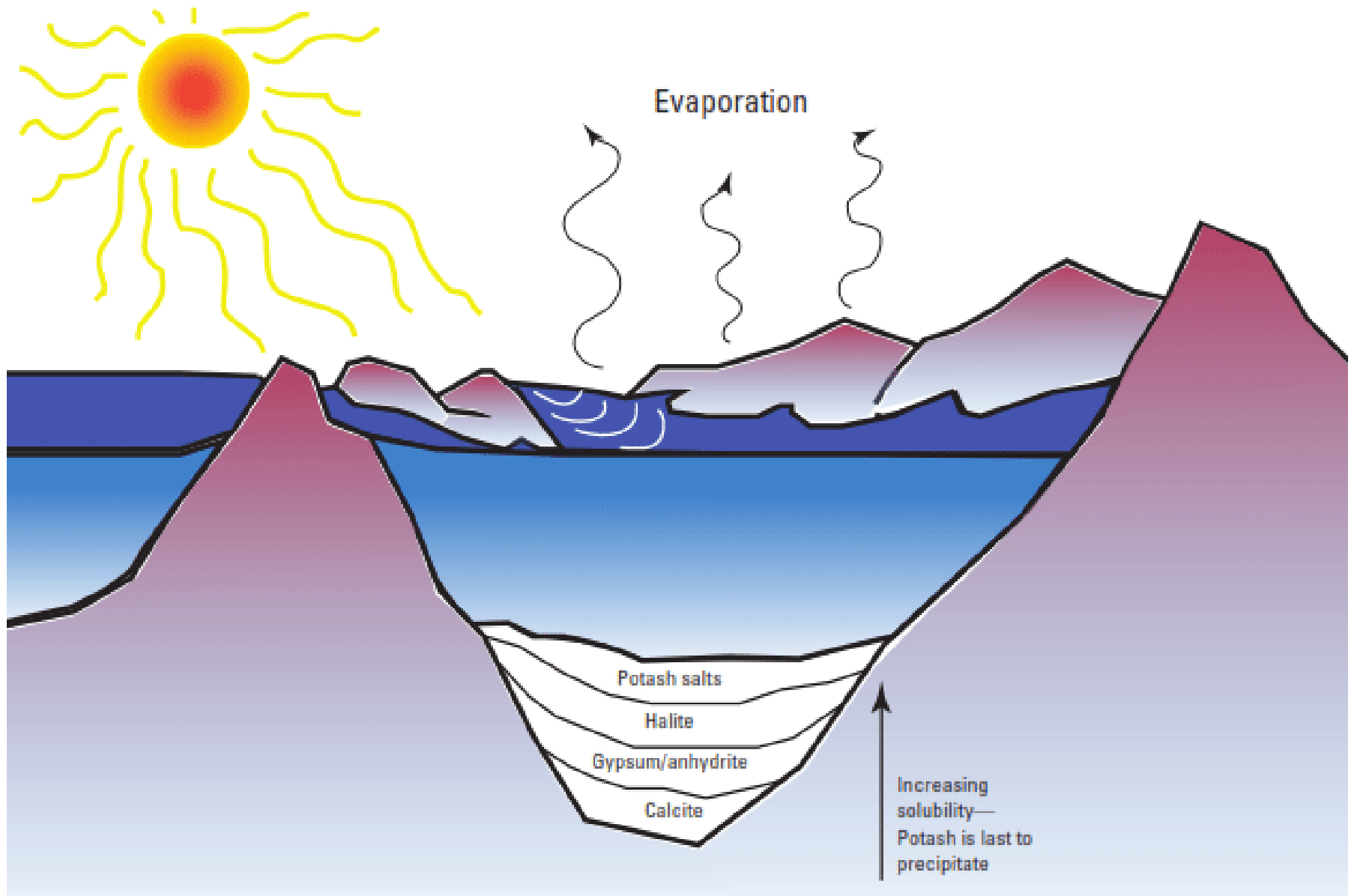
## Μέση σύσταση ασβεστόλιθων (Wedepohl, 1967)

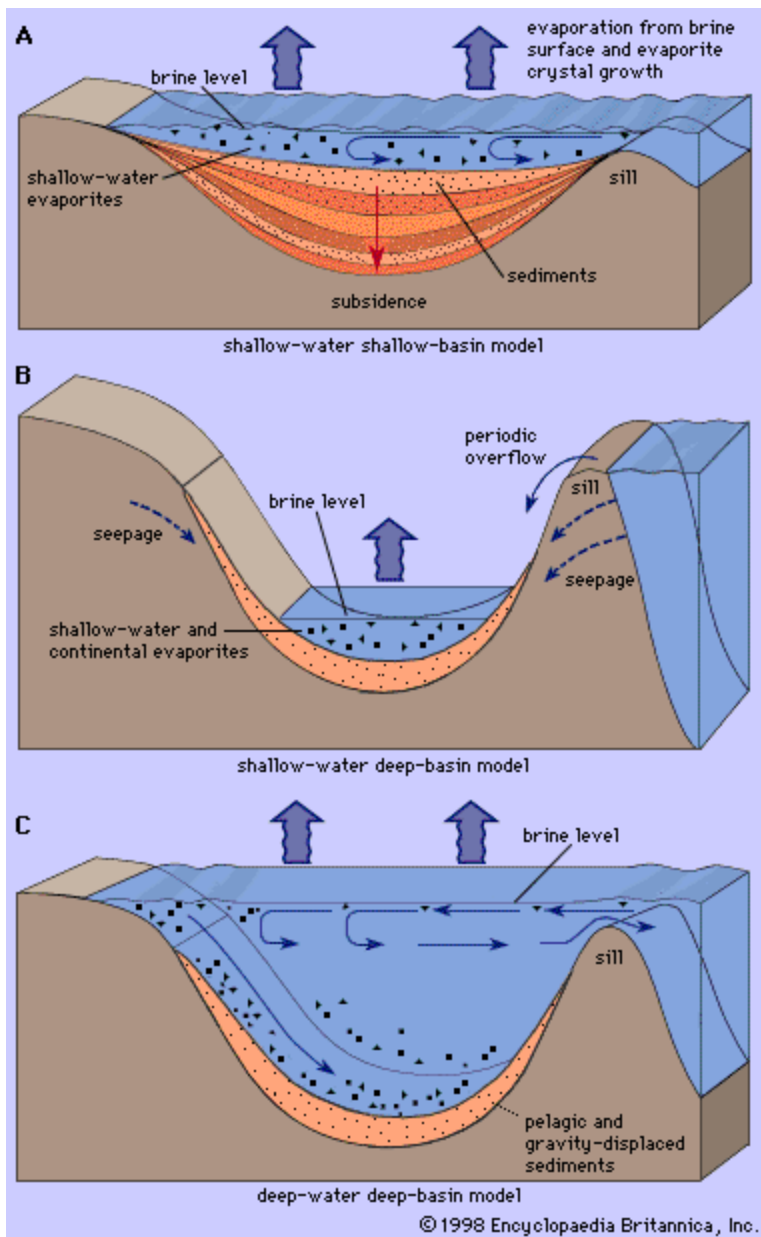
οξείδιο	Ποσοστό %	Οξείδιο	Ποσοστό %	Οξείδιο	Ποσοστό %
SiO <sub>2</sub>	5,2	MnO	0,05	K <sub>2</sub> O	0,3
TiO <sub>2</sub>	0,07	MgO	7,9	H <sub>2</sub> O	0,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8	CaO	42,6	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> } FeO }	0,5	Na <sub>2</sub> O	0,05	CO <sub>2</sub>	41,6

Το 1/6 περίπου της σύστασης των ασβεστόλιθων κατέχεται από άλλες ενώσεις εκτός του ανθρακικού ασβεστίου. Απ' αυτές το σημαντικότερο είναι Μαγνήσιο (σε ενώσεις κυρίως ανθρακικές) και το SiO<sub>2</sub>.

Μεταξύ των συστατικών των ασβεστόλιθων που βρίσκονται σε ακόμη μικρότερες ποσότητες μέσα στα ανθρακικά ορυκτά το πιο άφθονο είναι το Sr ακολουθούμενο από τα Ni, Zn, Pb και Ba. Τα F και P σχηματίζουν ειδικά ορυκτά.

# Εβαπορίτες





Περίπου 70% του νερού πρέπει να εξατμισθεί πριν αποχωριστεί η γύψος, και 90% πριν εμφανιστεί το ορυκτό αλάτι.

Μέσες τιμές της περιεκτικότητας σε S από 3.700 ψαμμίτες και 8.800 ασβεστόλιθους διαφόρων ηλικιών, που εναποτέθηκαν στη Ρωσική ασπίδα (Russian platform) κυμαίνονται σε 0,28 και 1,65% αντίστοιχα. Το θείο κυρίως παρουσιάζεται με τη μορφή θεικού άλατος. Οι τιμές αυτές μπορούν να χρησιμεύσουν και σαν δείκτης της συχνότητας σχηματισμού της γύψου σε μια εκτεταμένη περιοχή.

# Ασβεστόλιθος & Δολομίτης



Εικόνα 6: Ασβεστόλιθος



Εικόνα 7: Δολομίτης



# Εβαπορίτες



Εικόνα 8: Κώννοι γύψου, Sorbas basin



Εικόνα 9: Αλίτης που δημιουργήθηκε από την εξάτμιση της αρχαίας λίμνης Manly.



# Οργανογενή ιζημάτα



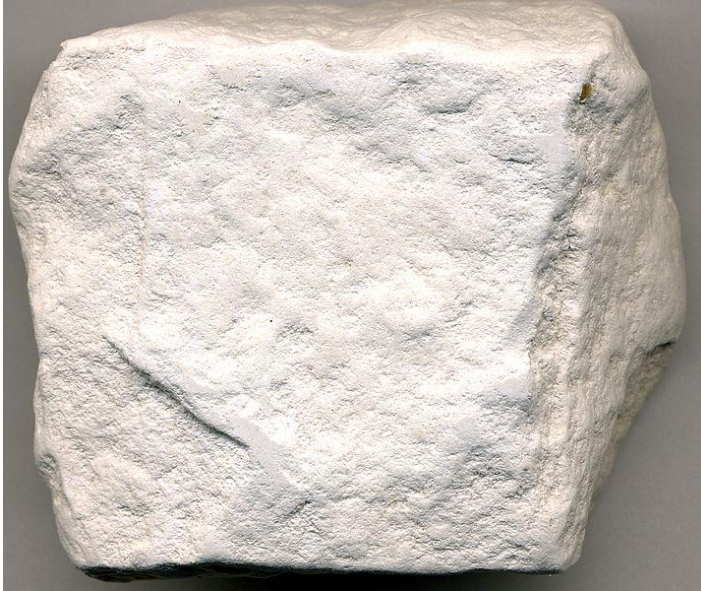
Εικόνα 10: Σχίστης κάτω από ασβεστόλιθο



Εικόνα 11: Στρώματα κάρβουνου



# Βιογενή ιζήματα



Εικόνα 12: Διατομίτης



Εικόνα 13: Ραδιολαρίτης



Τέλος Ενότητας