

Προέλευση και ιδιότητες των οικοδομικών και διακοσμητικών λίθων

Συντήρηση Πέτρας I
Π. Θεουλάκης

Ενότητες

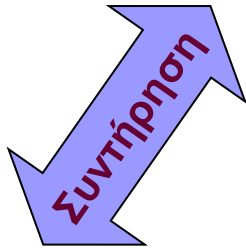
- Κατηγορίες λίθων - πετρωμάτων
- Σχηματισμός πετρωμάτων
- Σχέση μικροδομής και διεργασιών σχηματισμού των πετρωμάτων
- Λίθοι και μνημεία
- Μελέτη των λίθων
- Πετρογραφικό μικροσκόπιο
- Οπτικές ιδιότητες ορυκτών

Οι **λίθοι** στην αρχιτεκτονική και τη γλυπτική

- Η φυσική **πέτρα**, ως δομικό υλικό, ή ως μέσον καλλιτεχνικής δημιουργίας γενικότερα, είναι αποτέλεσμα της εξόρυξης και κατεργασίας των **πετρωμάτων** από τον άνθρωπο.
- Τα **πετρώματα** είναι το προϊόν γεωλογικών διεργασιών που συμβαίνουν στο στερεό φλοιό της γης.
- Η ορυκτολογική σύνθεση προσδιορίζει τις ιδιότητες ενός πετρώματος, δεδομένου ότι αυτές εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των **ορυκτών** φάσεων που το συνθέτουν.

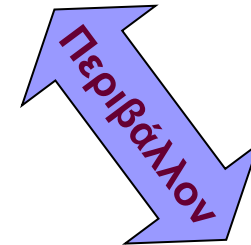
Λίθοι – Διάβρωση - Συντήρηση

Ιδιότητες Λίθων:



Υλικά και
Μεθοδολογία
Συντήρησης

- Είδος πετρώματος
- Ορυκτολογική σύνθεση
- Χημική σύσταση
- Ιστός
- Μικροδομή, Πορώδες
- Παρουσία ασυνεχειών
- Μηχανικές ιδιότητες
- Τρόπος λατόμευσης
- Κατάσταση επιφάνειας
- Προγενέστερες επεμβάσεις

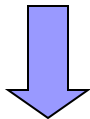


- Μηχανισμοί Διάβρωσης
- Τυπολογία Φθορών
- Ανθεκτικότητα

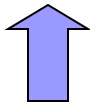
Κατηγορίες Πετρωμάτων

- Πυριγενή

- Πλουτώνια
- Ηφαιστειακά



- Μεταμορφωμένα

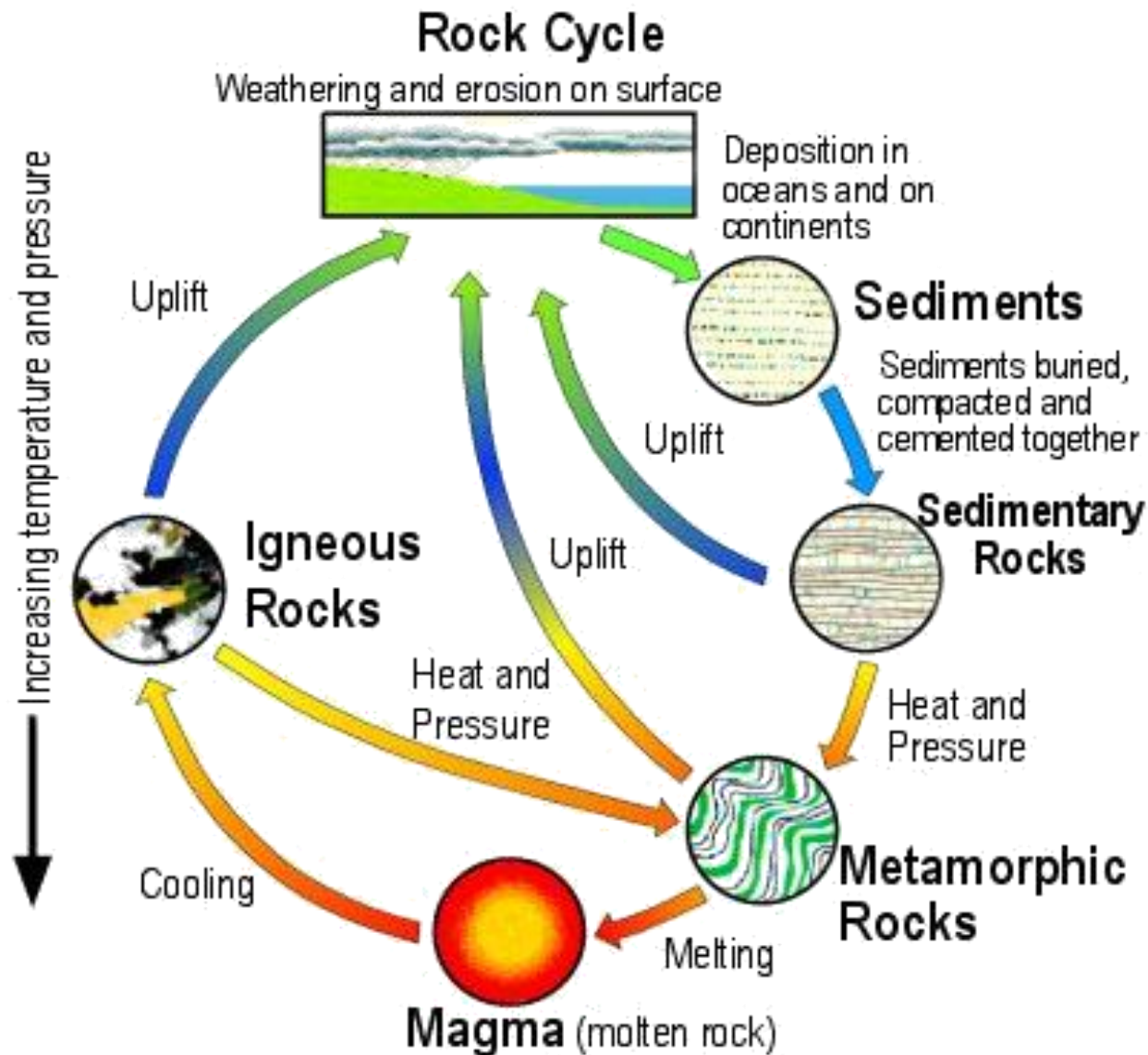


- Ιζηματογενή

- Κλαστικά ιζήματα
- Χημικά ιζήματα
- Βιογενή



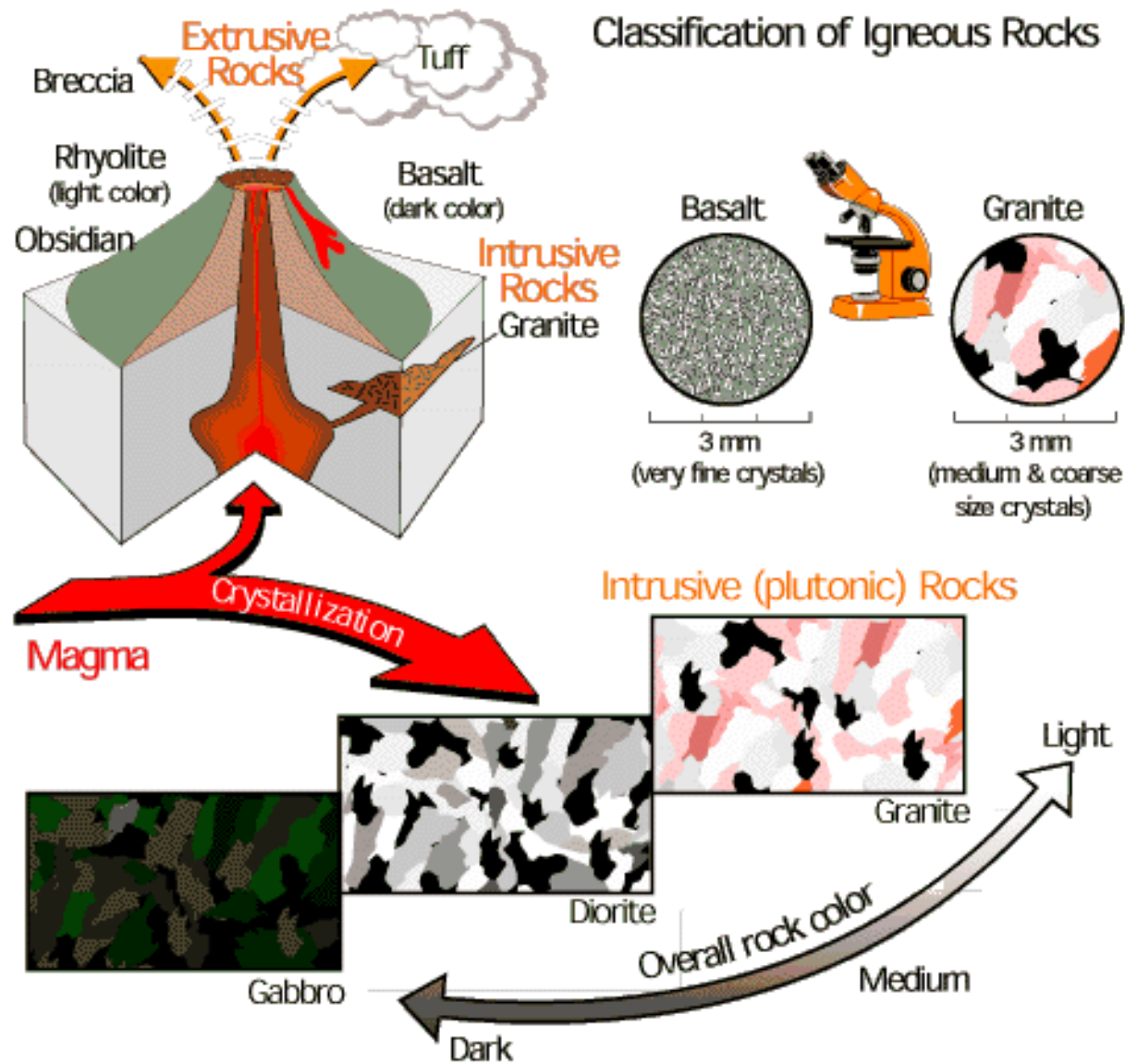
Σχηματισμός Πετρωμάτων



Πυριγενή ή μαγματικά Πετρώματα

Δημιουργούνται με τη ψύξη και στερεοποίηση, είτε βαθιά, είτε στην επιφάνεια του στερεού φλοιού της γης, του **μάγματος** πυριτικής σύστασης, που ονομάζεται μάγμα. Ο ρυθμός της ψύξης καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την υφή και τον ιστό αυτών των πετρωμάτων. Βραδεία ψύξη μέσα στο στερεό φλοιό της γης οδηγεί σε **μέσο - έως χονδροκρυσταλλικούς** γρανίτες, διορίτες, συηνίτες και γάββρους, ενώ ταχεία στερεοποίηση στην επιφάνεια ευνοεί το σχηματισμό **στιφρών - έως μικροκρυσταλλικών** βασαλτικών πετρωμάτων. Βασάλτης και γρανίτης διαφέρουν ως προς την προέλευσή τους. Το **βασικό** μάγμα τείνει, ως επί το πλείστον, προς την **ηφαιστειακή** δράση, ενώ το γρανιτικό, **όξινο**, προς την **πλουτώνιο**.

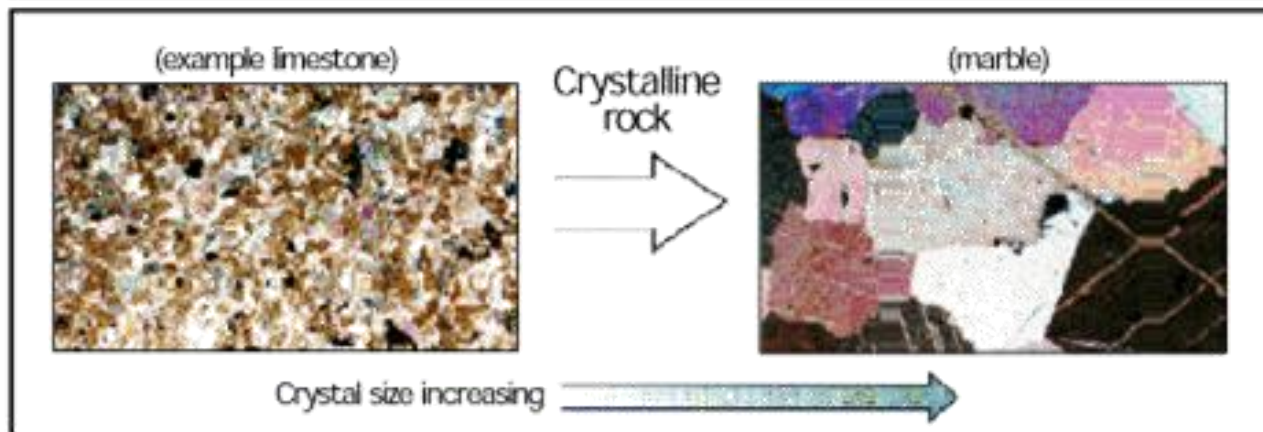
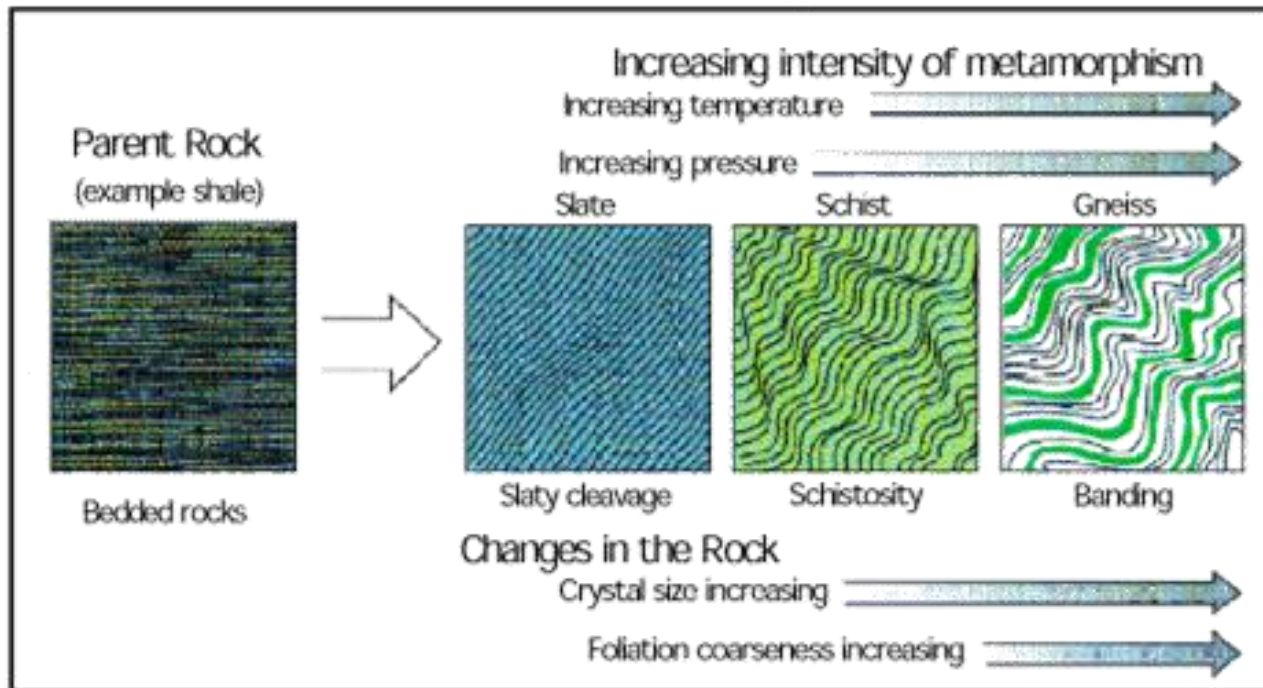
Πυριγενή Πετρώματα



Πυριγενή Πετρώματα

- Τα μαγματικά πετρώματα έχουν, γενικά, **συμπαγή δομή και μικρή υδροπερατότητα**.
- Η διάβρωσή τους που είναι περιορισμένη, οφείλεται, αφ' ενός, στην **εξαλλοίωση** των αργιλοπυριτικών ορυκτών και αφ' ετέρου στις **εσωτερικές τάσεις** που αναπτύσσονται ανάμεσα στους κρυστάλλους, κατά τις ισχυρές θερμοκρασιακές μεταβολές. Αυτού του είδους η προσβολή εκδηλώνεται στα εξωτερικά στρώματα της πέτρας.

Μεταμορφωσιγενή Πετρώματα



Μεταμορφωσιγενή Πετρώματα

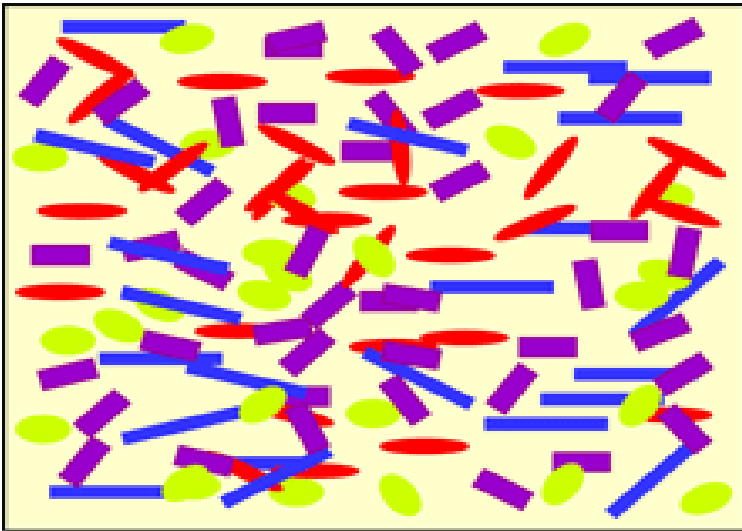


Image A

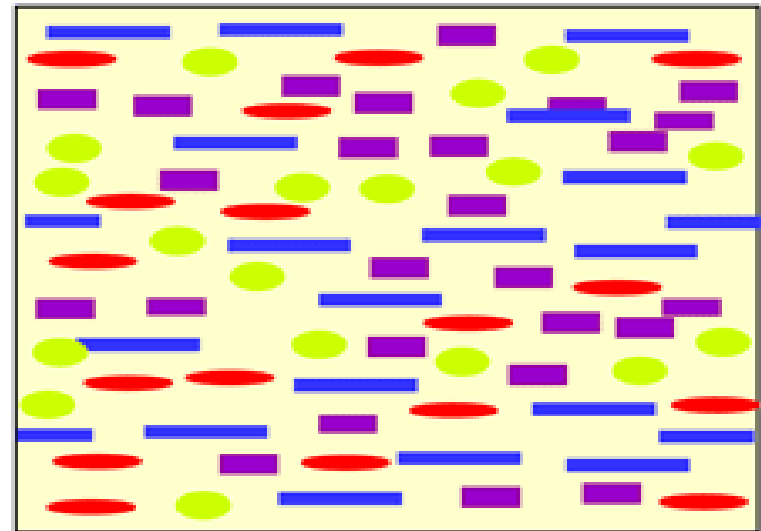


Image B

Μεταμορφωσιγενή Πετρώματα

- **Το μάρμαρο** έχει προέλθει από την μεταμόρφωση του ασβεστόλιθου. Αποτελείται κυρίως από ασβεστίτη (CaCO_3), ένα ορυκτό του εξαγωνικού συστήματος με τέλειο ρομβοεδρικό σχισμό, σκληρότητα 3 κατά MOHS και ειδικό βάρος $2,7\text{gr/cm}^3$.
- **Ο γνεύσιος** είναι μέσο- έως χονδροκοκκώδες πέτρωμα με χαρακτηριστική γνευσιώδη υφή.
- **Ο σχιστόλιθος** είναι μεσο-χονδροκοκκώδες πέτρωμα με τέλεια επίπεδη ή γραμμική παράλληλη υφή. Ανάλογα με το ορυκτό που συμμετέχει σε ποσοστό υψηλότερο του 50% έχουμε μαρμαρυγιακό, χλωριτικό, ταλκικό σχιστόλιθο κ.ά. Η διάκριση ανάμεσα στους γνεύσιους και τους σχιστόλιθους γίνεται με κριτήριο τόσο την υφή - οι σχιστόλιθοι σχίζονται σε λεπτότερα πλακίδια από τους γνεύσιους - , όσο και την περιεκτικότητα σε άστριους (ως ανώτατη περιεκτικότητα σε άστριους έχει καθοριστεί για τους σχιστόλιθους το 20%).

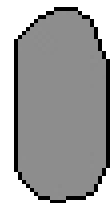
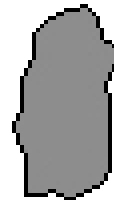
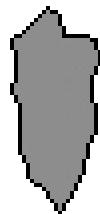
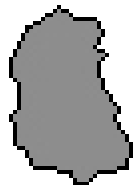
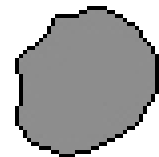
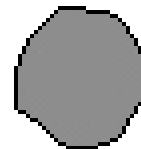
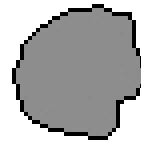
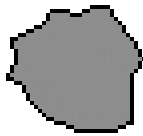
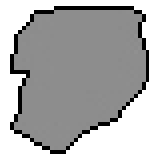
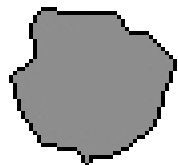
Ιζηματογενή Πετρώματα

- Μηχανικά ή κλαστικά ιζήματα (λατυποκροκαλοπαγή, γραουβάκης, αρκόζη, ασβεστολιθικός ψαμμίτης, ορθοχαλαζίτης, μάργα κ.ά).
- Χημικά-βιοχημικά ιζήματα (ασβεστόλιθος, δολομίτης, γύψος, ορυκτό άλας κ.ά).
- Οργανικά ή βιογενή ιζήματα (κοραλλιογενείς, κογχυλιογενείς ασβεστόλιθοι, βιοκλαστικός ασβεστόλιθος κ.α.).

Κλαστικά ιζήματα

Κατηγορία		Διάμετρος	Πέτρωμα
Gravel Κροκάλες	Κροκάλες	> 256 mm	Κροκαλοπαγή
	Βότσαλα	64 - 256 mm	
	Χαλίκια	2 - 64 mm	
	Κόκκοι	2 - 4 mm	
Sand Άμμος	Πολύ χοντρή	1 - 2 mm	Ψαμμίτες
	Χοντρή	0.5 - 1 mm	
	Μέση	0.25 - 0.5 mm	
	Λεπτή	0.125 - 0.25 mm	
	Πολύ λεπτή	0.0625 - 0.125 mm	
Silt - Λάσπη		0.004 - 0.0625 mm	Πουρί, Πουρόπετρα
Clay - Άργιλος		< 0.004 mm	Αργιλικός Σχιστόλιθος / Ψαμμίτης

Σχήμα κόκκων (κλασμάτων)



**very
angular**

angular

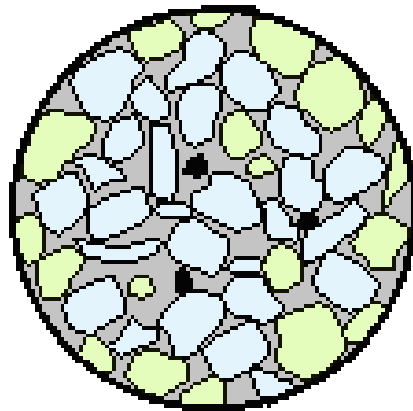
sub-angular

sub-rounded

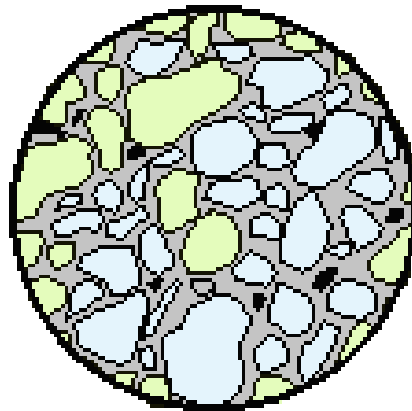
rounded

**well
rounded**

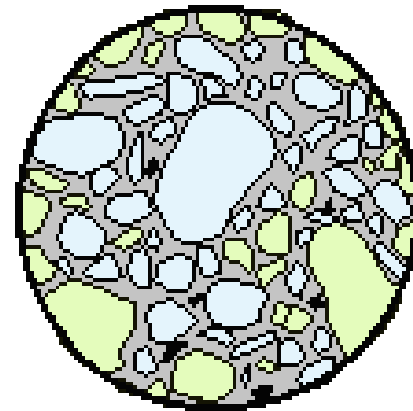
Κατανομή κόκκων



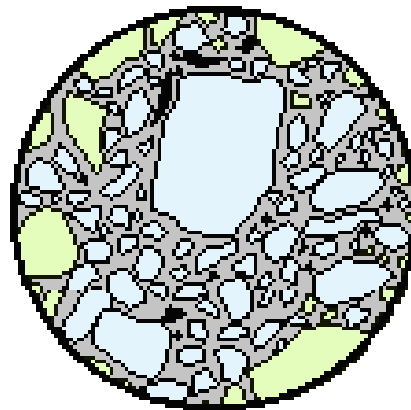
Very Well Sorted



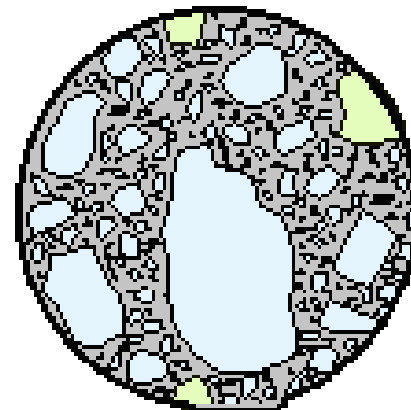
Well Sorted



Moderately Sorted

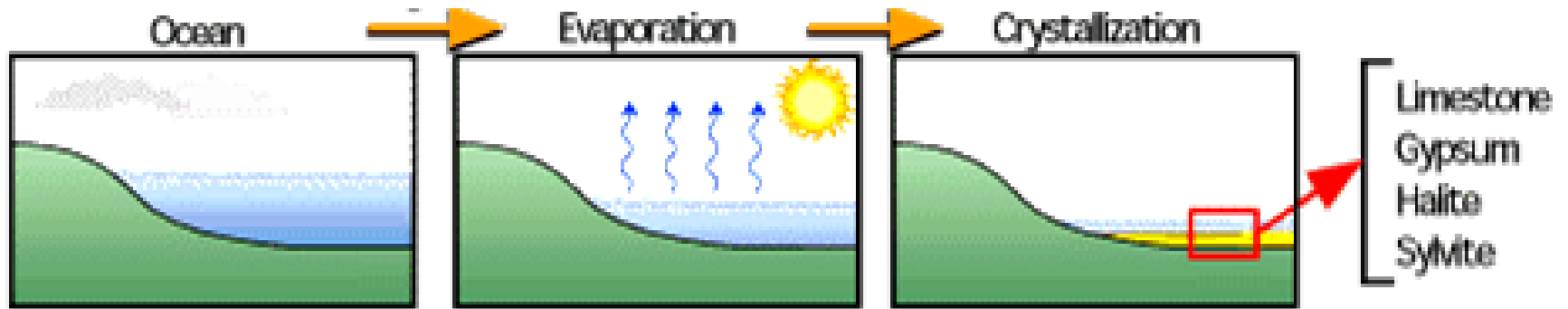


Poorly Sorted



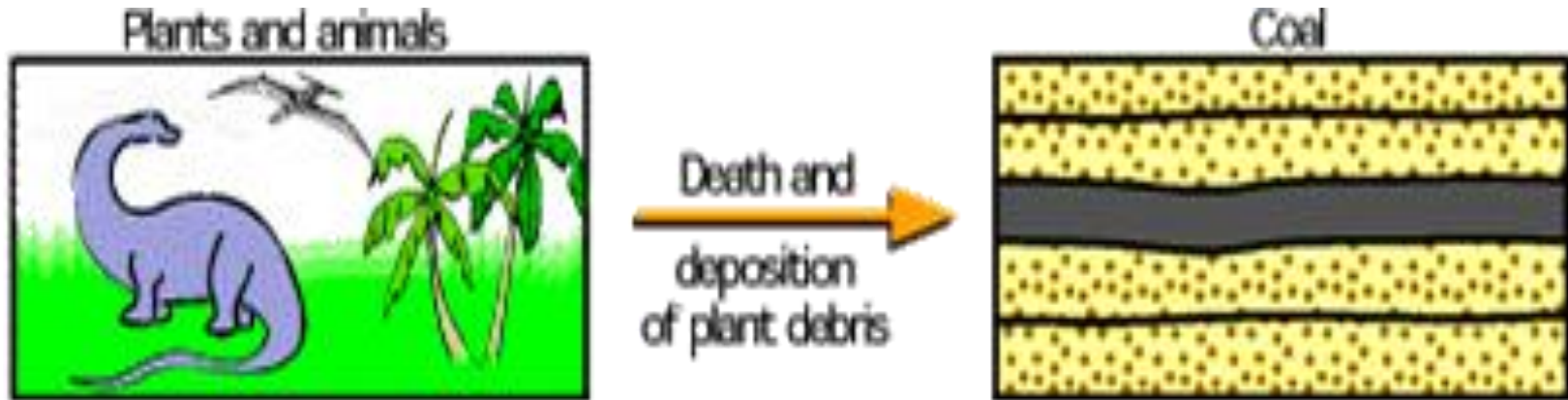
Very Poorly Sorted

Χημικά Ιζήματα

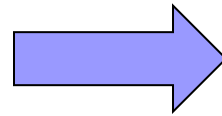


Πέτρωμα	Τύπος Ιζήματος
<u>Halite</u>	Sodium and Chlorine
<u>Gypsum</u>	Calcium, Sulfur, and Oxygen
<u>Silcretes</u>	Silica
<u>Ferricretes</u>	Iron
<u>Limestone</u>	Calcium Carbonate
<u>Dolomite</u>	Calcium Magnesium Carbonate

Βιοκλαστικά/ Βιογενή Ιζήματα



Κελύφη, κοράλλια,
σκελετικό υλικό ζώων-
μικροοργανισμών



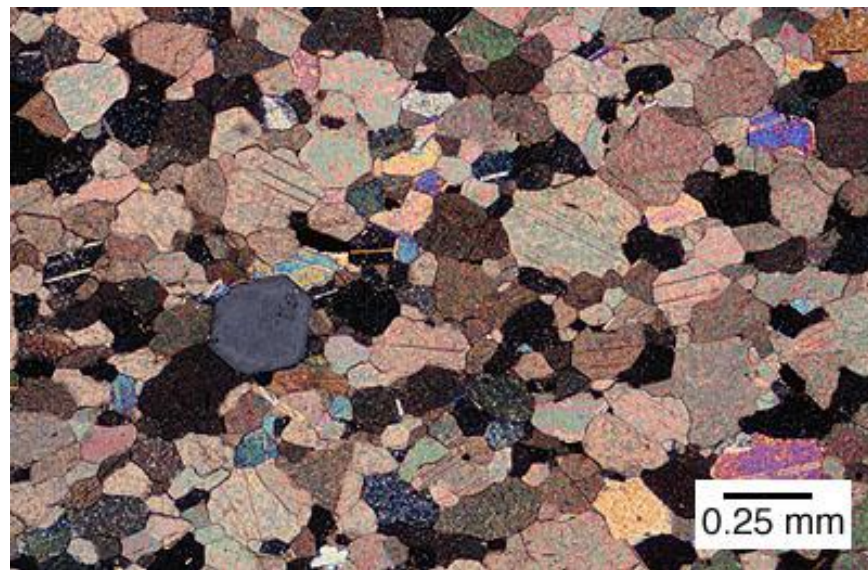
Βιογενείς Ασβεστόλιθοι

Ιζηματογενή Πετρώματα

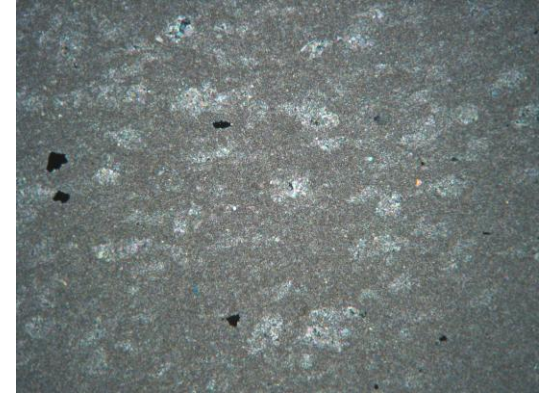
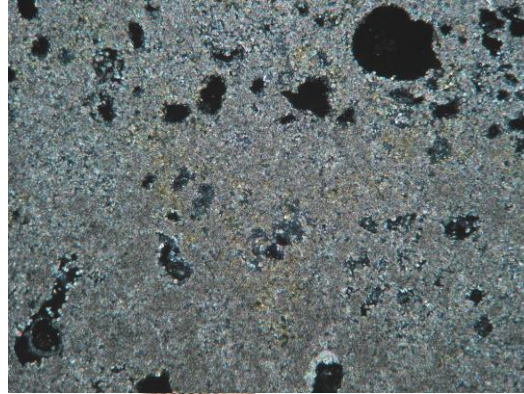
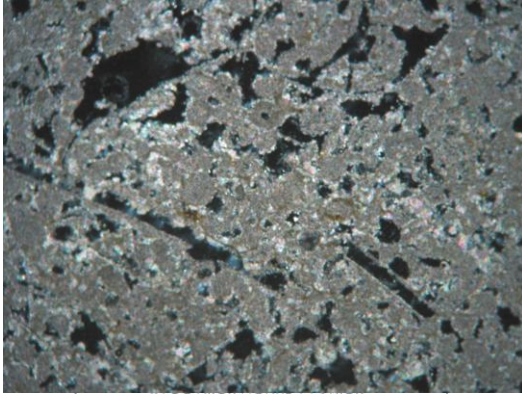
Ασβεστόλιθοι

- Σε ό,τι αφορά την αντοχή των **ασβεστολίθων** απέναντι στους παράγοντες διάβρωσης, μπορούμε να πούμε ότι, η χημική διάλυση (όξινη προσβολή) και η μηχανική δράση του νερού αποτελούν τα κυρίαρχα αίτια φθοράς.
- Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του πετρώματος, τόσο από πλευράς δομής, όσο και σύστασης, διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στην ένταση των φαινομένων φθοράς. Ασβεστόλιθοι με ευδιάκριτα και πυκνά επίπεδα **στρώσης**, με πυκνό δίκτυο **διακλάσεων** και **στυλολίθους** να διατρέχουν τη μάζα τους, αποδεικνύονται ιδιαίτερα ευάλωτοι σε φαινόμενα, που σχετίζονται με τη δράση του νερού και των διαλυμάτων του, όπως η χημική διάλυση, ο παγετός, η κρυστάλλωση αλάτων, η ανάπτυξη οσμωτικών πιέσεων, η διόγκωση των αργίλων.

Ζωφόρος Παρθενώνα



Μονή Δαφνίου



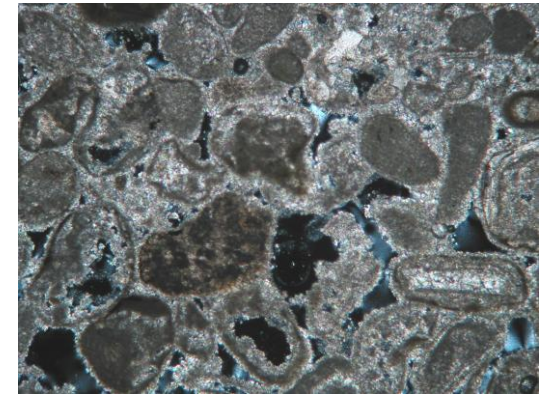
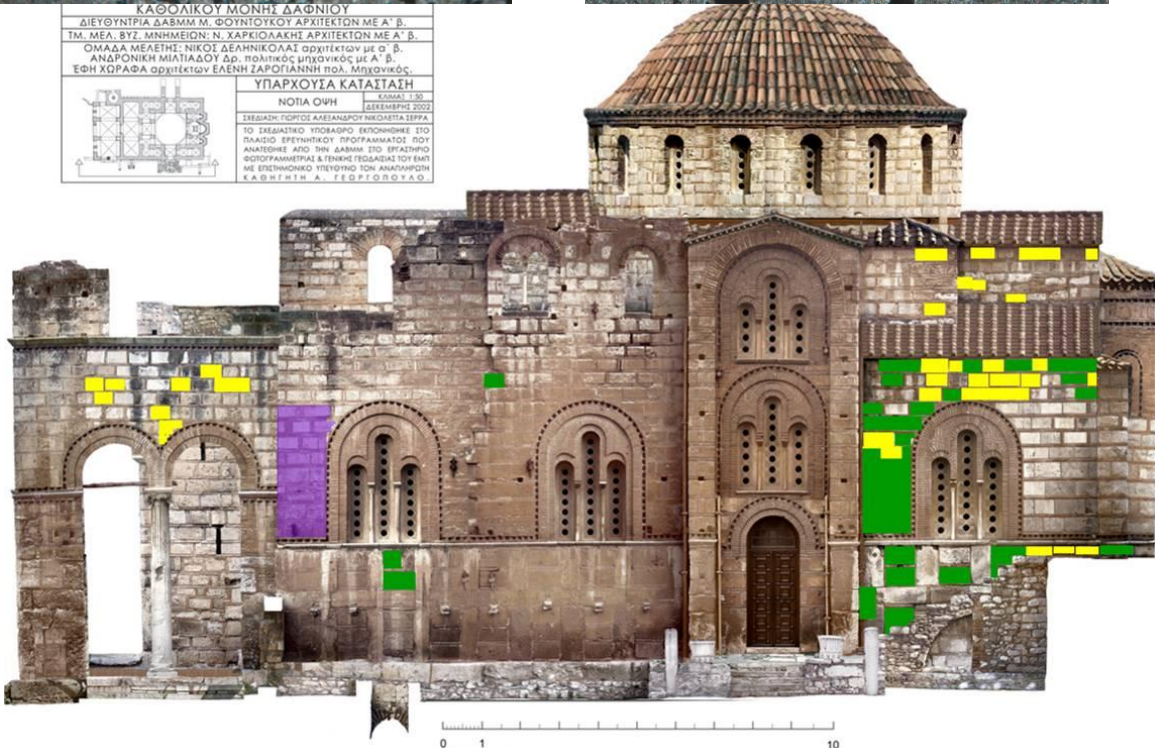
ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ ΜΟΝΗΣ ΔΑΦΝΙΟΥ
 ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ ΔΑΒΜΜ Μ. ΦΟΥΝΤΟΥΚΟΥ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝ ΜΕ Α' Β.
 ΤΜ. ΜΕΛ. ΒΥΖ. ΜΝΗΜΕΙΩΝ: Ν. ΧΑΡΙΣΙΟΛΑΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝ ΜΕ Α' Β.
 ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΝΙΚΟΣ ΔΕΛΗΚΩΛΑΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΤΗΣ ΜΕ Φ' Β.
 ΑΝΔΡΟΝΙΚΗ ΜΙΛΙΤΙΔΟΥ Δρ. πολιτικός μηχανικός με Α' Β.
 ΕΦΗ ΧΥΡΑΦΑ αρχιτέκτων ΕΛΕΝΗ ΞΑΡΟΓΙΑΝΝΗ πολ. Μηχανικός.

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

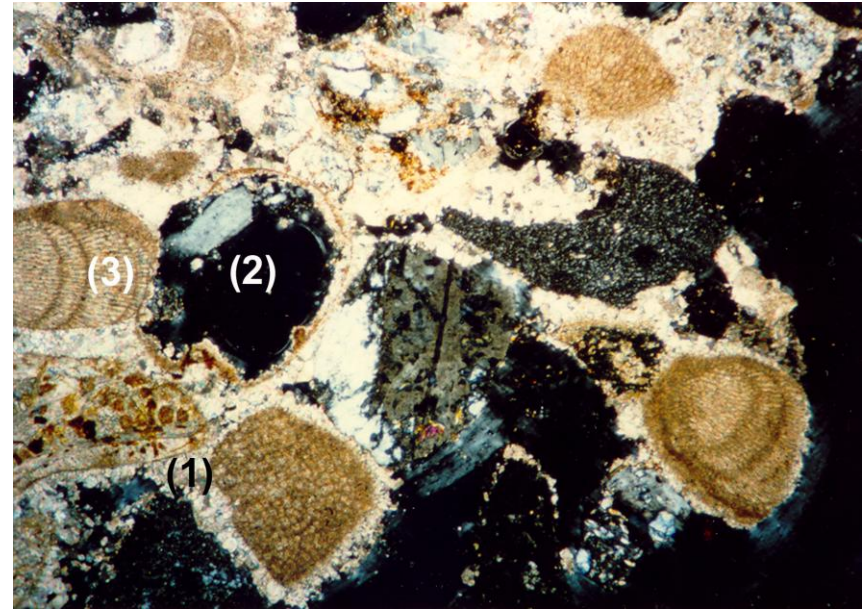
ΚΩΔΙΚΟΣ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΝΟΤΙΑ ΟΥΨΗ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2002

ΣΥΜΒΟΥΛΗ: ΓΙΩΡΓΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΣΕΡΡΑΣ

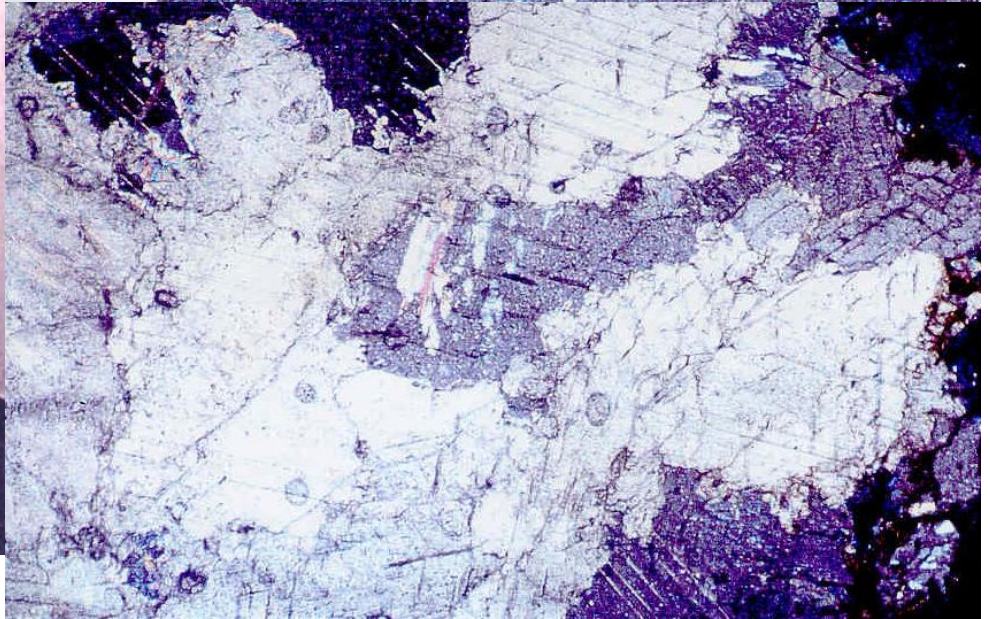
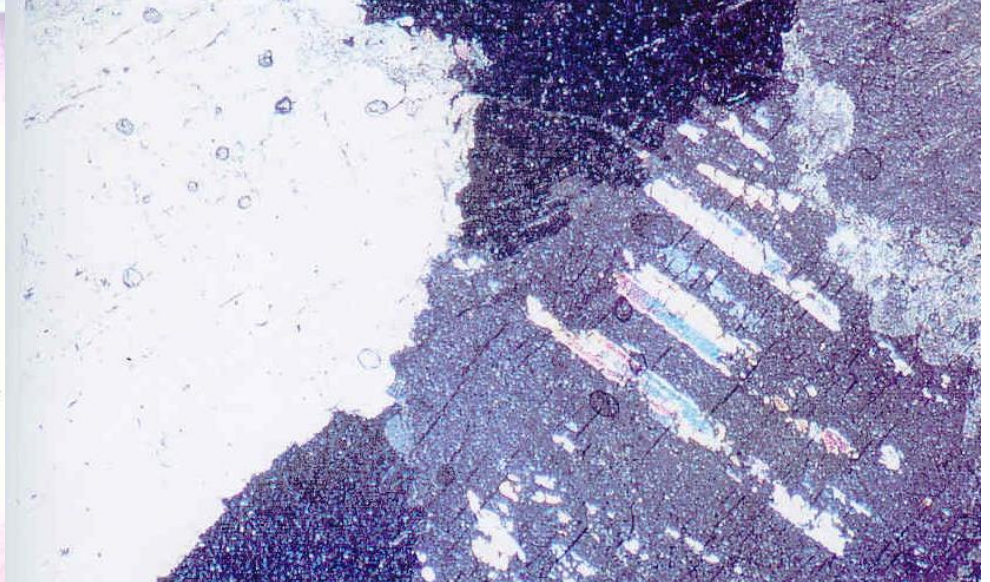
ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΕΚΔΡΟΜΙΣΗΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΑΝΑΓΕΡΘΗΚΕ ΑΠΟ ΤΗΝ ΔΑΜΜΚ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΕΜΠ ΜΕ ΕΠΕΤΗΡΩΣΗΚΟ ΥΠΕΥΘΥΝΟ ΤΟΝ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΤΗ ΚΑΘΗΓΗΤΗ Α. ΓΕΩΡΓΙΟΥΤΑΝ.



Μεσαιωνική Πόλη Ρόδου



Ερμής, αρχαία Μεσσήνη



Αρχαίο θέατρο Δωδώνης

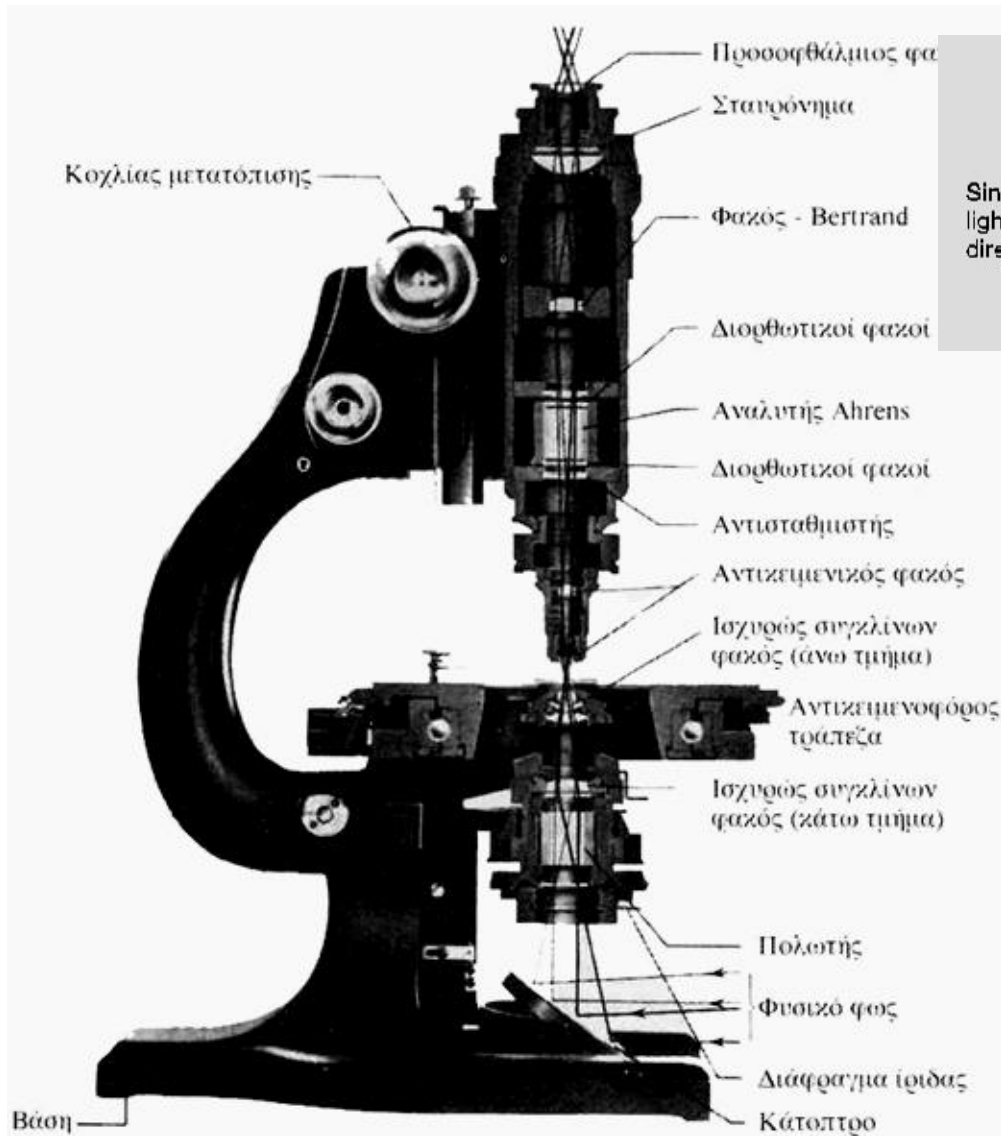


Η μελέτη των λίθων

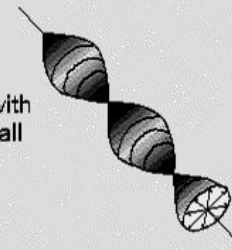
- Το πετρογραφικό (πολωτικό) μικροσκόπιο



Πετρογραφικό Μικροσκόπιο

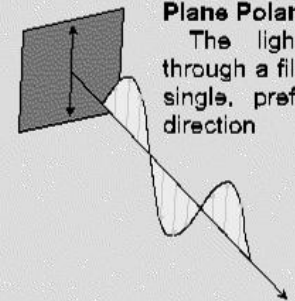


Single light ray with light vibrating in all directions.



Plane Polarized Light

The light ray passes through a filter which has a single, preferred vibration direction



Λεπτές τομές:

διερχόμενο, πολωμένο φως

- Τα διάφανα ορυκτά εμφανίζονται λευκά ή σε κάποια χρωματική απόχρωση.
- Τα αδιαφανή ορυκτά εμφανίζονται μαύρα.
- Τα όρια των κόκκων και οι μικρορωγμές και ασυνέχειες εμφανίζονται σαν λεπτές μαύρες γραμμές.
- Οι πόροι, τα κενά και οι περιοχές απ' όπου λείπει τμήμα του δείγματος εμφανίζονται ως λευκές περιοχές.
- Μεταξύ των κρυστάλλων μπορεί να παρατηρηθούν εγκλείσματα ρευστών διαλυμάτων.
- Τέλος, τυχόν εγκλωβισμένες φυσαλίδες αέρα στη ρητίνη εγκιβωτισμού εμφανίζονται ως μικροί μαύροι κύκλοι.

Ιδιότητες ορυκτών στις λεπτές τομές :

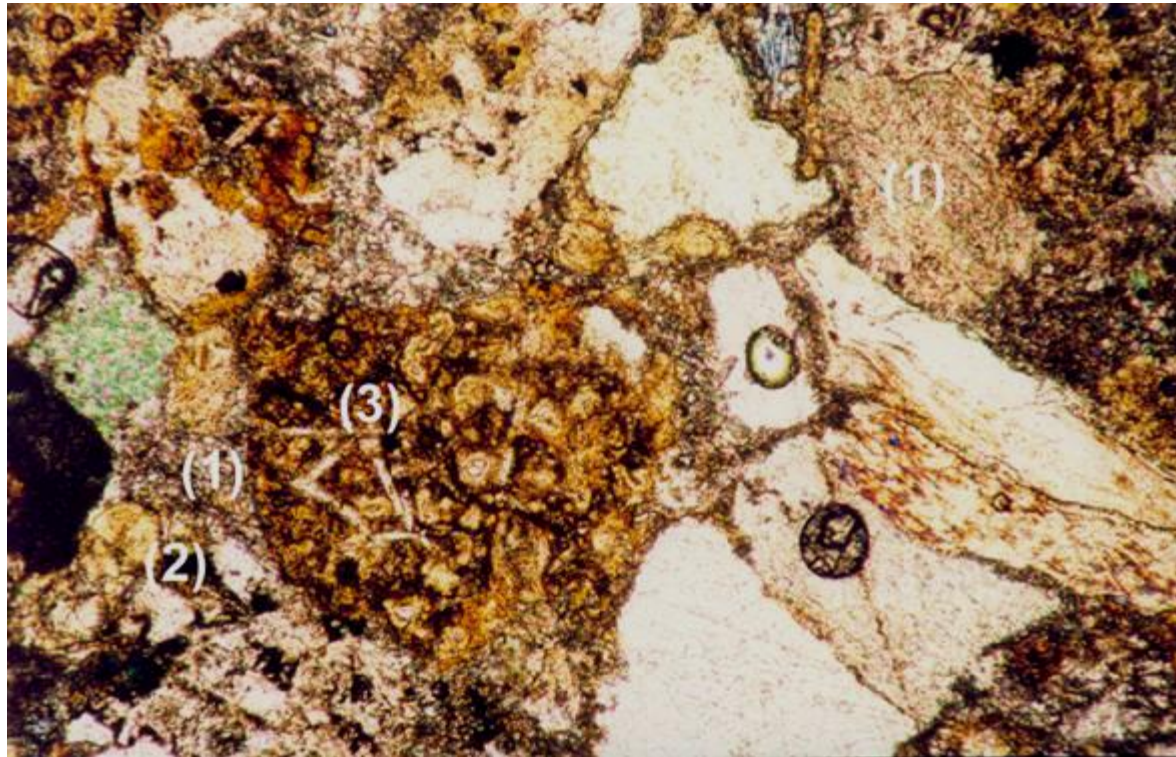
διερχόμενο, πολωμένο φως

- Χρώμα (Color) των ορυκτών.
- Πλεοχροϊσμός (Pleochroism): η μεταβολή του χρώματος των ορυκτών μεταξύ δύο ακραίων τιμών, όταν περιστρέφεται η τράπεζα του μικροσκοπίου.
- Ανάπτυξη των κρυστάλλων (Habit): το σχήμα της τομής των κρυστάλλων των ορυκτών στα διαφορετικά είδη πετρωμάτων.
- Σχισμός (Cleavage).
- Οπτική σκληρότητα (Relief).
- Αλλοιώσεις των ορυκτών, εξαιτίας, για παράδειγμα, της επίδρασης του νερού ή της αντίδρασής τους με το CO_2 .

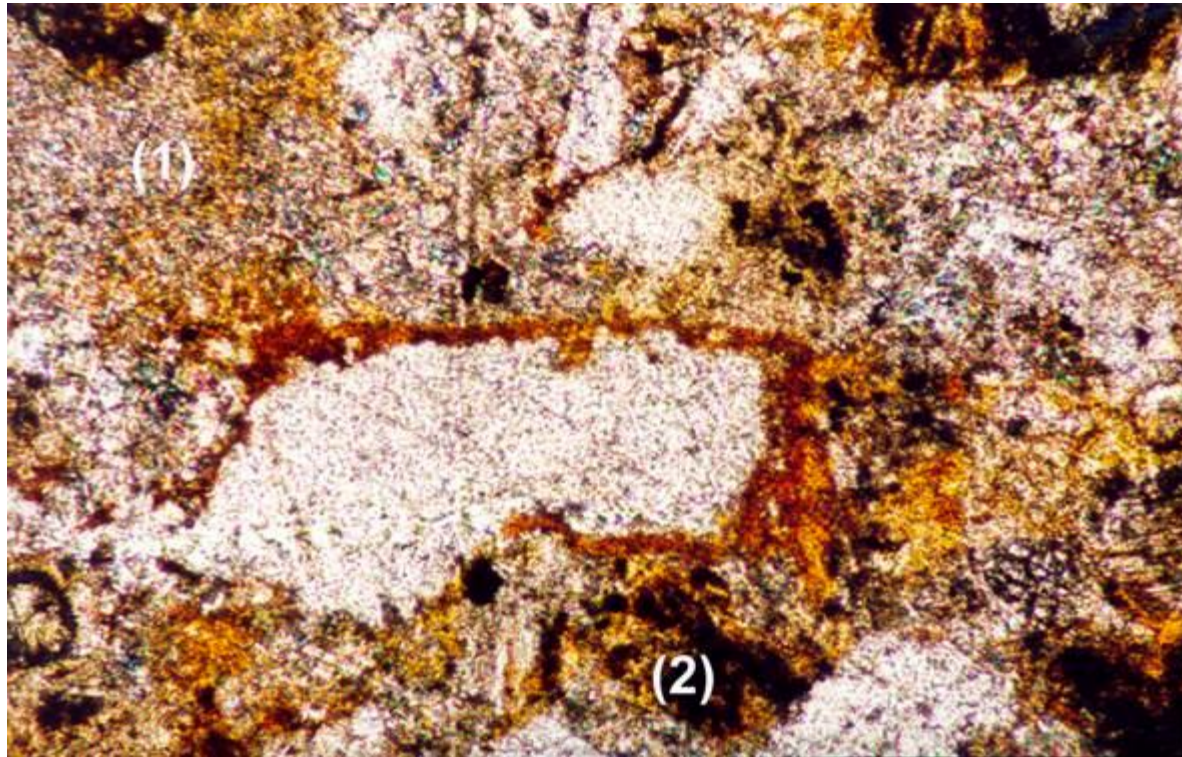
Ιδιότητες ορυκτών στις λεπτές τομές :

ο αναλυτής κάθετος στον πολωτή, (διασταυρωμένα πρίσματα)

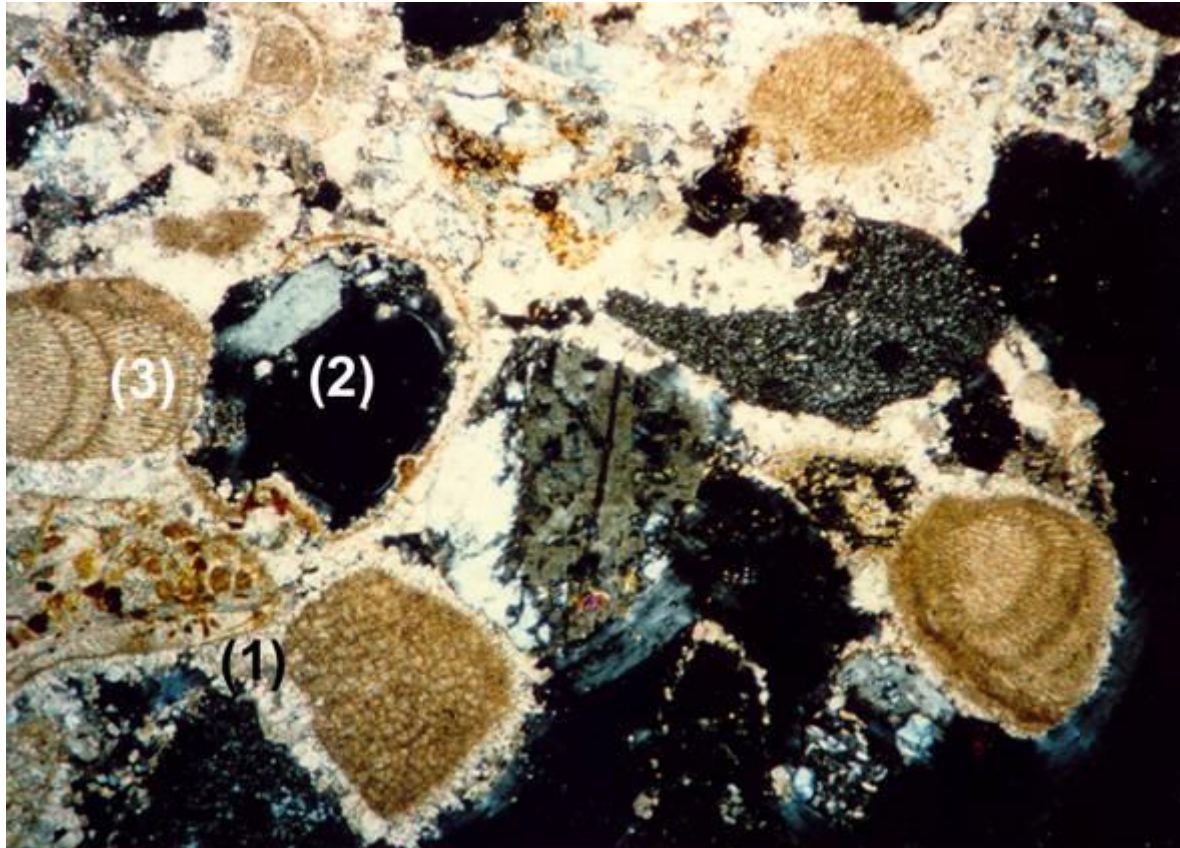
- Οπτική Ισοτροπία (Isotropism)
- Διπλοθλαστικότητα (birefringence) και χρώματα συμβολής (interference colour)
- Interference figures
- Γωνία απόσβεσης (Extinction angle)
- Διδυμία (Twining)
- Zoning
- Διασπορά (Dispersion)



Stone matrix consist of small to medium size calcitic, quartz, marine shells, micro-fossils and phyllosilicate fragments. Numbers mark cementing material (1), pores space (2), and micro-fossils (3). Large amount of binding material results a compact matrix.



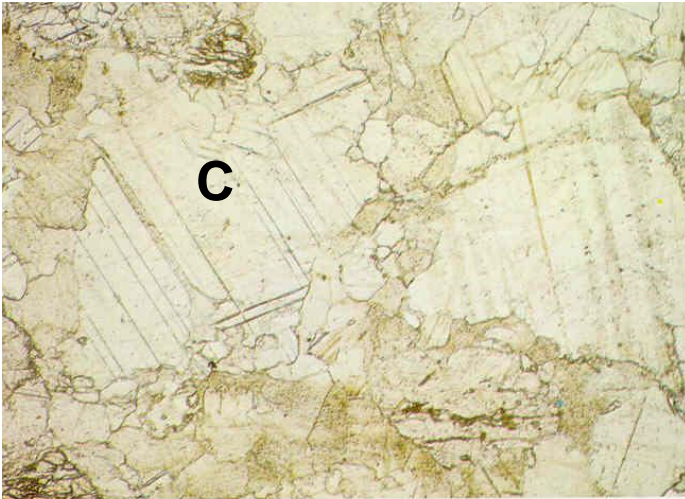
Iron oxides and hydroxides impregnations are clearly seen around the quartz crystal lattice. Numbers mark cementing material (1) and pores space (2).



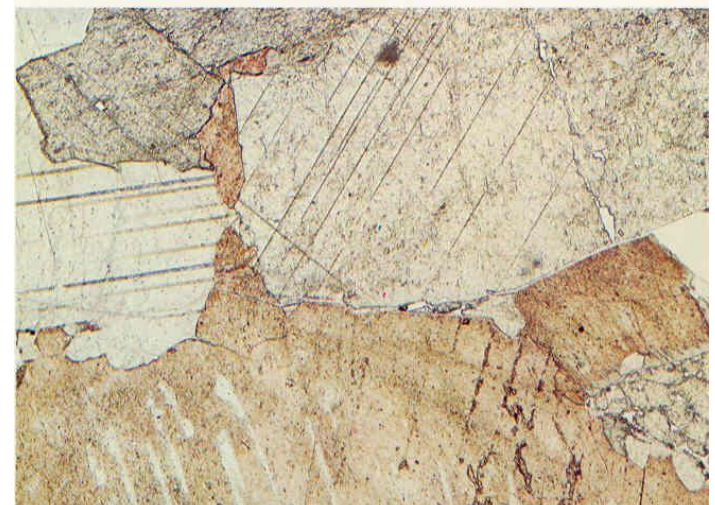
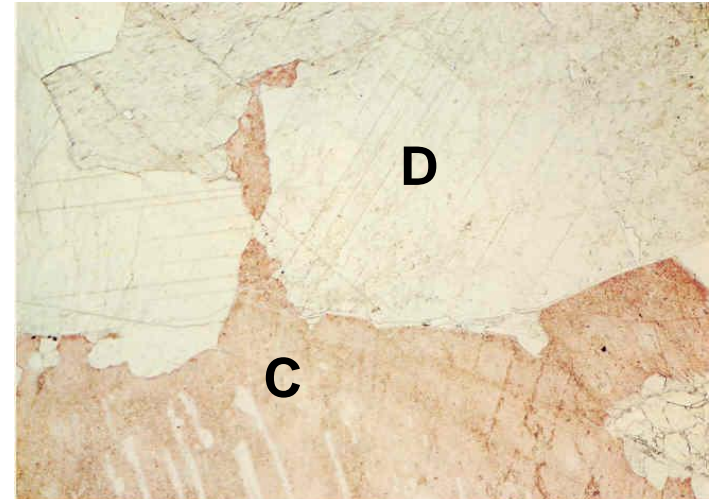
Small amount of binding material bound partly stone grains, almost exclusively derived of sea-shells and microfossil fragments (biocalcarenite). Numbers mark cementing material (1), pores space (2) and micro-fossils (3).

Carbonates

Ασβεστίτης CaCO_3

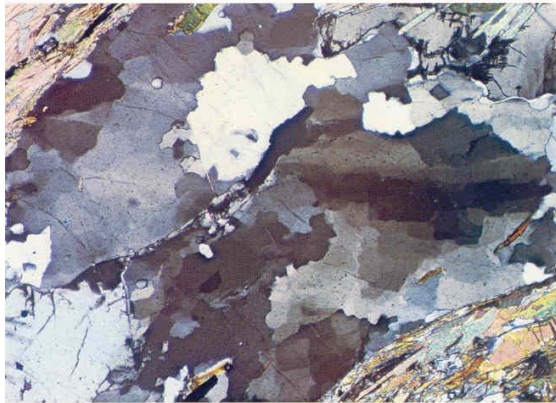


Δολομίτης $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

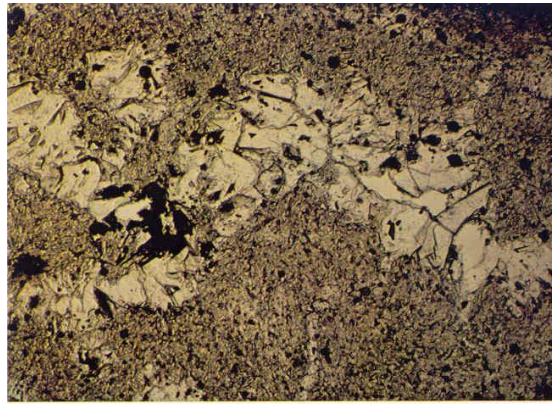




Χαλαζίας



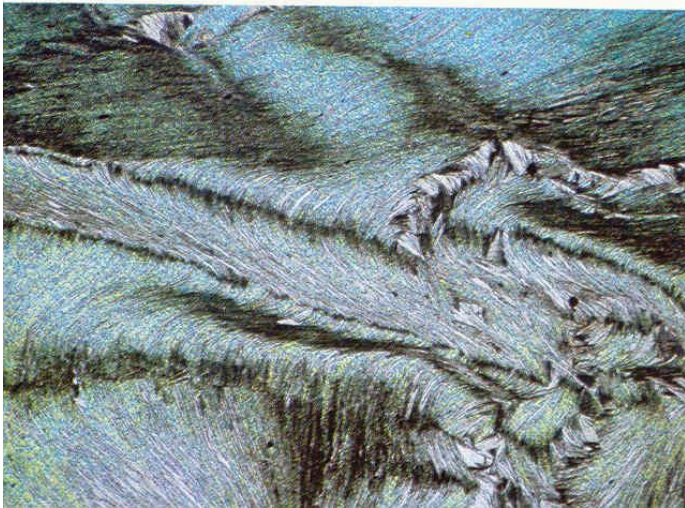
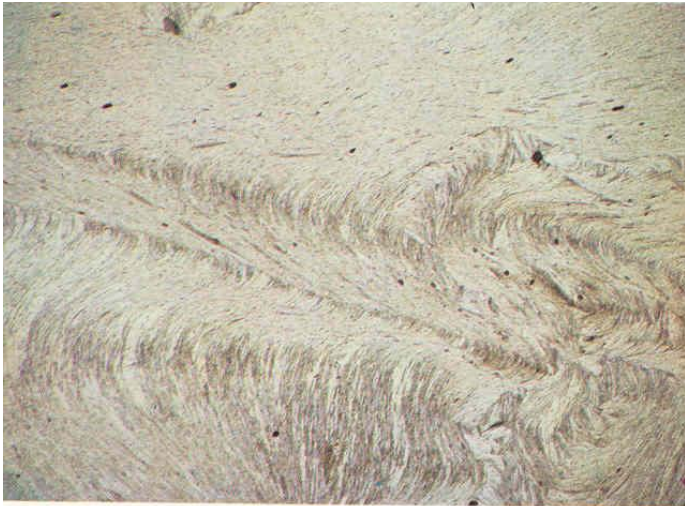
Τριδιμίτης



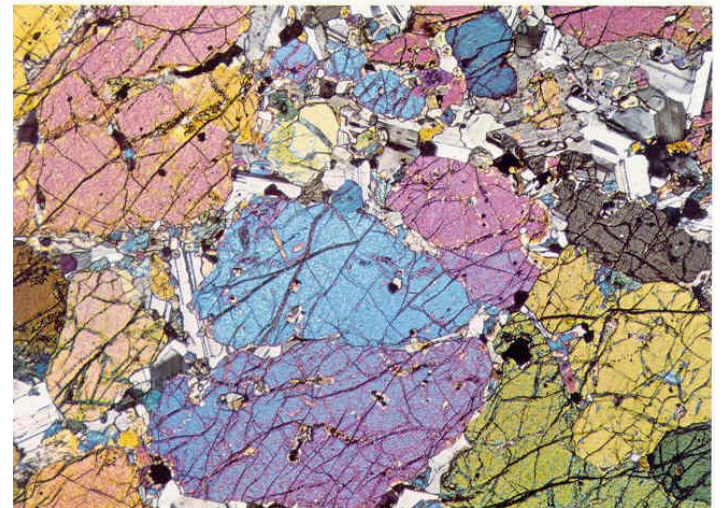
Κριστοβαλίτης



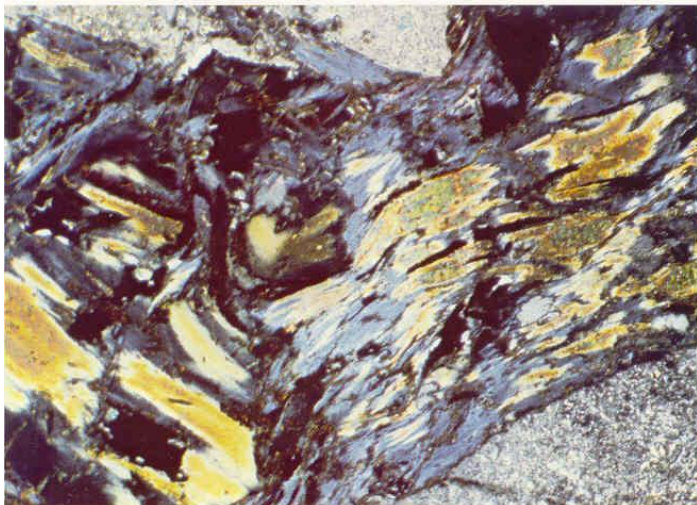
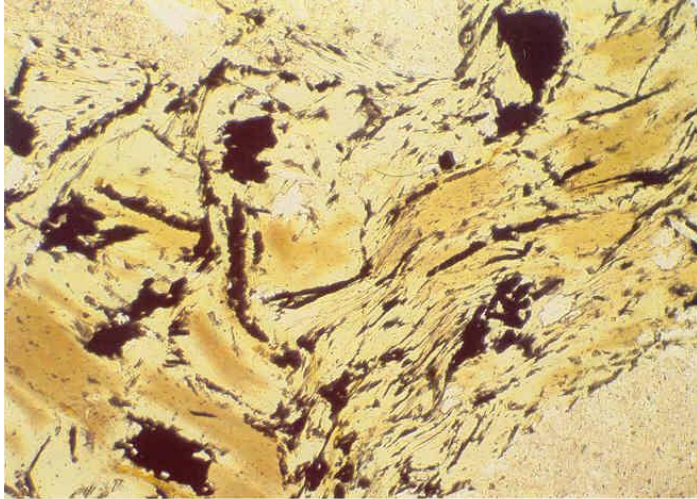
Τάλκης $\text{MgSi}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$



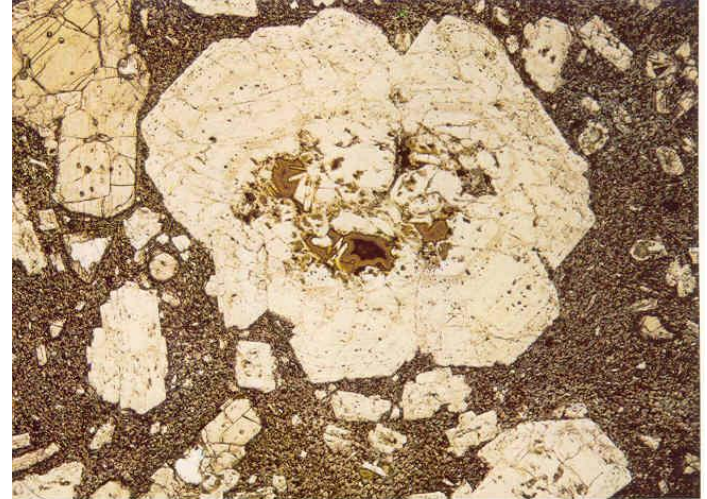
Ολιβίνης $\text{Mg}_2\text{SiO}_4\text{-Fe}_2\text{SiO}_4$



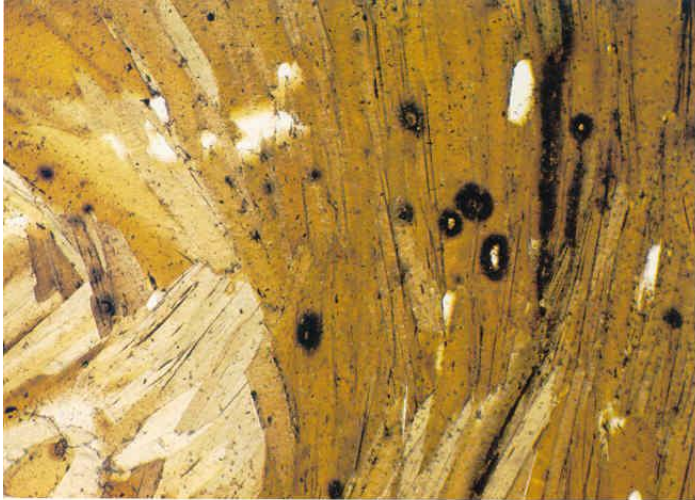
Χλωρίτης $(\text{Mg, Fe, Al})_{12}(\text{Si, Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_{16}$



Πλαγιόκλαστο $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$



Βιοτίτης $K(Mg, Fe)_3AlSi_3O_{10}(OH, F)_2$



Μοσχοβίτης $KAl_3Si_3O_{10}(OH, F)_2$

