

ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ



ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ & ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ

I ΓΕΝΙΚΑ

II ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

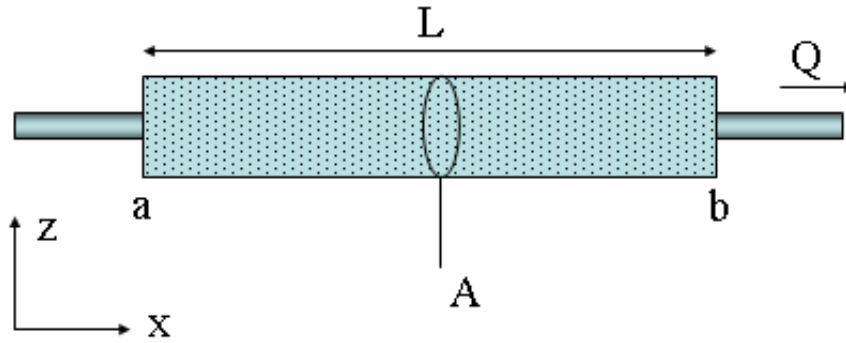
Γενικά

1. Πέτρωμα θεμελιώσεως αδιαπέρατο
 2. Πέτρωμα θεμελιώσεως περατό
-

III ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

1. Διαφυγές μέσω εδαφικών καλυμμάτων
2. Διαφυγές μέσω βραχώδους υποβάθρου

NOMΟΣ DARCY



Η παροχή (ή η διαφυγή του νερού) Q , μέσω ενός πορώδους μέσου, υπολογίζεται από τη σχέση

$$Q = k A (h_1 - h_2) / L$$

όπου:

- k είναι ο συντελεστής διαπερατότητας του γεωλογικού υλικού (υπολογίζεται με ειδικές επιτόπου δοκιμές),
- A είναι η διατομή ροής του νερού (εξαρτάται από την γεωμετρία του γεωλογικού υλικού - τις γεωλογικές και τεκτονικές συνθήκες),
- h_1 είναι η πιεζομετρική στάθμη του νερού στη θέση a ,
- h_2 είναι η πιεζομετρική στάθμη του νερού στη θέση b
- L είναι το μήκος διαδρομής που ακολουθεί το νερό από τη θέση a στη θέση b

Η υδραυλική κλίση μεταξύ a και b ορίζεται από τη σχέση $h_1 - h_2 / L$

I ΓΕΝΙΚΑ

- Διαφυγές $\Rightarrow$ εκτίμηση από τον νόμο του **Darcy** (ή περίπου)

$$Q = k \cdot A \cdot i$$

Θεμελιώδης ο ρόλος της γεωλογίας :

k $\Rightarrow$ από το γεωλογικό υλικό . Βρίσκεται από
τυποποιημένες δοκιμές

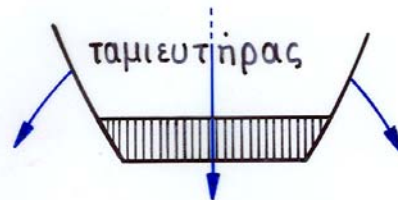
A $\Rightarrow$ από τη γεωμετρία του γεωλογικού υλικού.
Βρίσκεται από ανάλυση τοπογραφίας –
– γεωλογικών χαρτών – (ετρωματογραφία –
– τεκτονική Δομή)

i $= \frac{\Delta H}{L}$ $\Rightarrow$ Υπόγεια υδραυλική : Υδρογεωλογικές
συνθήκες τεχνικές

II. ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

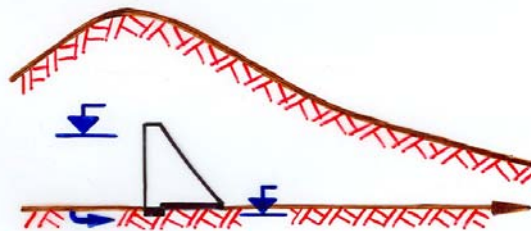
- Πάντοτε διαδρομές νερού με υψηλό i
και συχνά υψηλό k [$\Delta\eta$ ↗, L ↗]
(ρωχμές)

α)



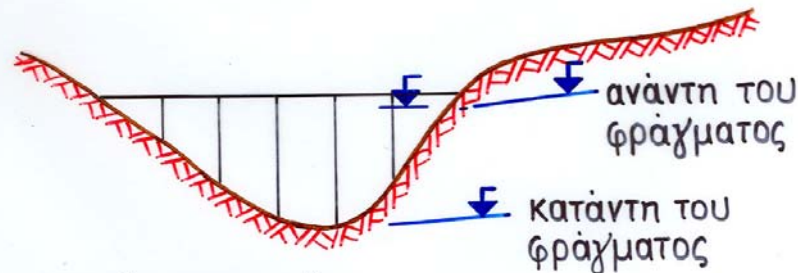
Οριζοντιογραφία

β)



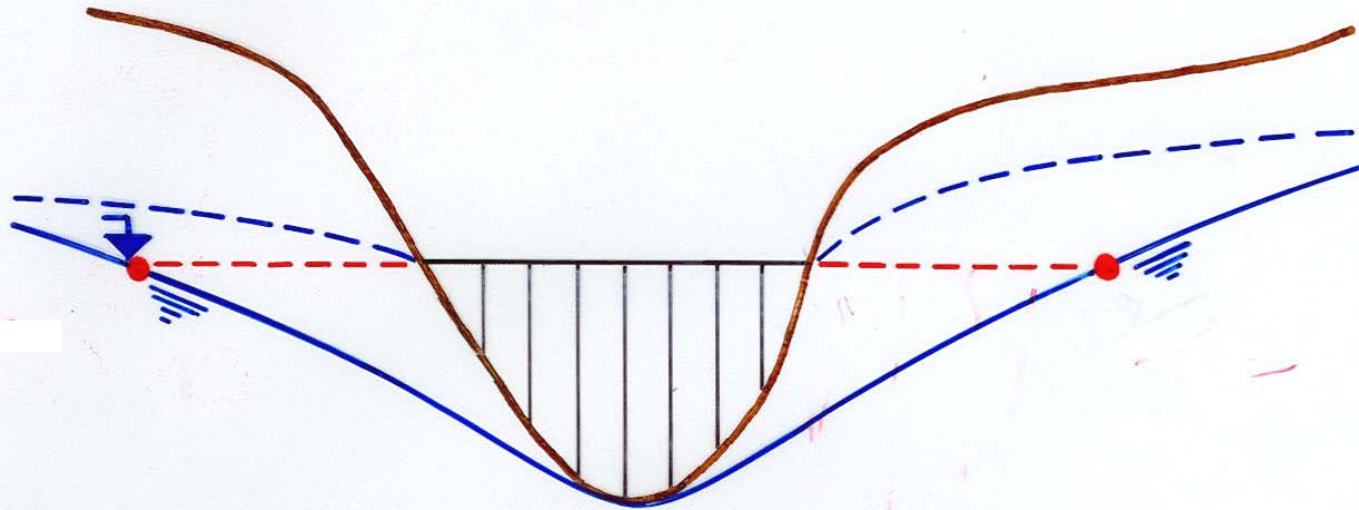
Κατά μήκος τομή

γ)



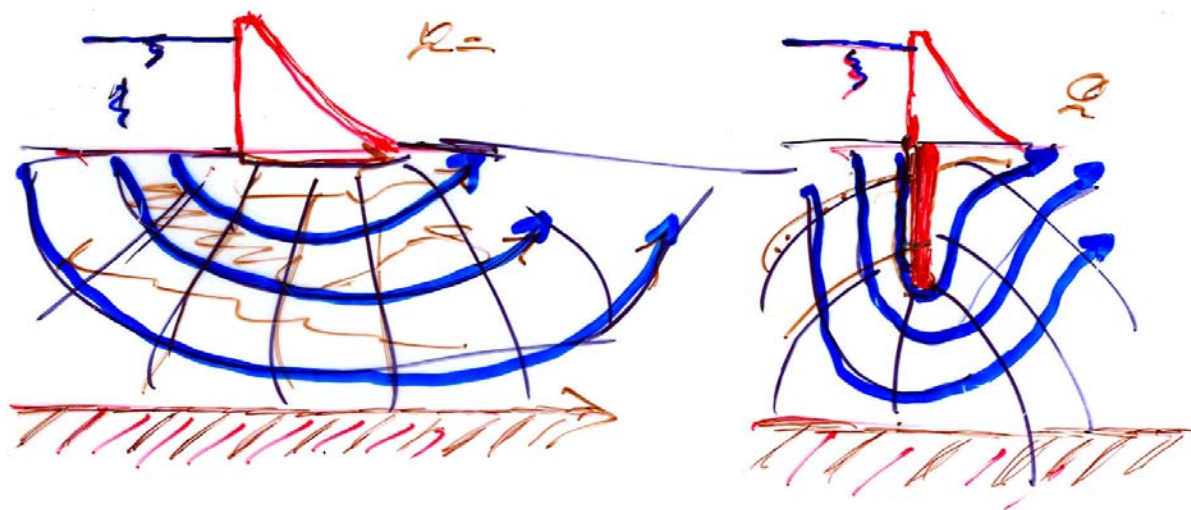
Εγκάρσια τομή

- στεχανοποίηση στην προέκταση του φράγματος εντός των πρανών → εξάρτηση από τη γεωμετρία της πιεζομετρίας του υπογείου υδροφόρου ορίζοντα



Κριτήρια για τη στεγανοποίηση :

- ομοιογένεια στην περατότητα →
→ χρήση δικτύων ροής (k)
- ανομοιογένεια — ασυνέχεια στην περατότητα
→ κριτήριο Lugeon ή άλλα



Όρια παραδεκτών απορροφήσεων σε δοκιμές εισπλάσεων

ΔΟΚΙΜΗ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ LUGEON

Με τη βοήθεια αντλίας, και μέσου μανομέτρου εισπνέζεται νερό στην οπή γεώτρησης, ενώ υπάρχει και υδρομετρητής για τον προσδιορισμό της παροχής του νερού κάτω από την συγκεκριμένη κάθε φορά πίεση.

Μήκος εισπιεζόμενου τμήματος $L = 3-5 \text{ m}$.

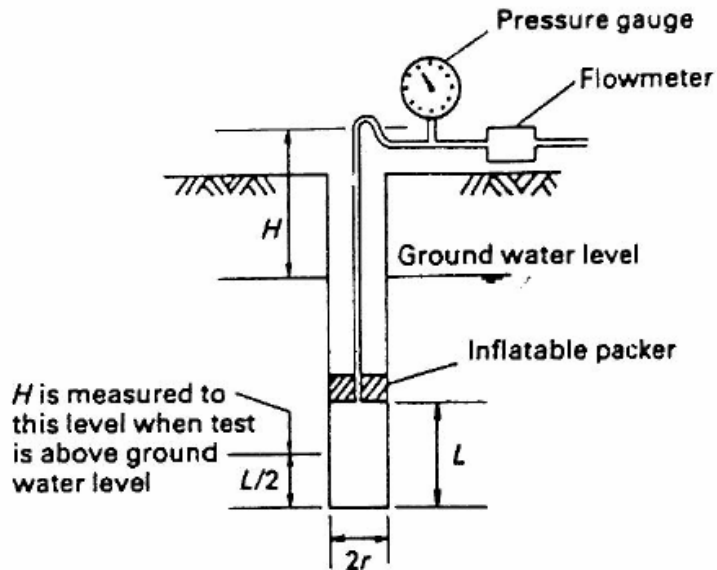
Ένα παρέμβυσμα διογκώνεται (υδραυλικά ή μηχανικά) και απομονώνει το εισπιεζόμενο τμήμα της γεώτρησης εφαπτόμενο ερμητικά στα τοιχώματα της γεώτρησης.

Η δοκιμή εκτελείται με την εφαρμογή πίεσης σε βαθμίδες. Για κάθε βαθμίδα πίεσης μετριέται η απορρόφηση νερού για 10 min.

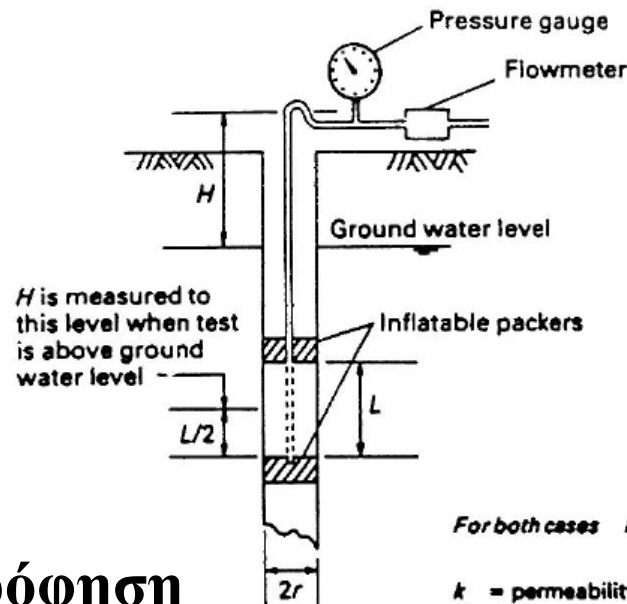
Συνήθως 3-4 βαθμίδες πίεσης σε αύξουσα σειρά και μετά 3-4 σε φθίνουσα.

Max πίεση $\Rightarrow 10 \text{ Kg/cm}^2$ (10 Atm ή 10 bars ή 100m στήλης νερού)

ΔΟΚΙΜΗ LUGEON



Single Packer Test



Double Packer Test

$$\text{For both cases } k = \frac{Q}{2\pi H_T L} \log_e \frac{L}{r}$$

- k = permeability
- Q = flow rate
- L = length of test section
- r = radius of test section
- H_T = pressure head in test section causing flow into rock
- $H_T = P + H - H_f$
- P = pressure gauge reading
- H = head difference as shown
- H_f = friction head loss in pipes

1 Lugeon (U.L.) = απορρόφηση
1 l/m·min για την δοκιμή
εισπίεσεως υπό πίεση 10bars που
διαρκεί 10min

ΕΠΙΤΡΕΠΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΠΕΛΑΦΟΥΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Το υπέδαφος θεωρείται πρακτικώς στεγανό, όταν από τις επιτόπου δοκιμές προκύψουν τιμές διαπερατότητας:

ΥΨΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (m)	ΜΟΝΑΔΕΣ LOUGEON (UL)
<30	<3
>30	<1-2

1. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1η

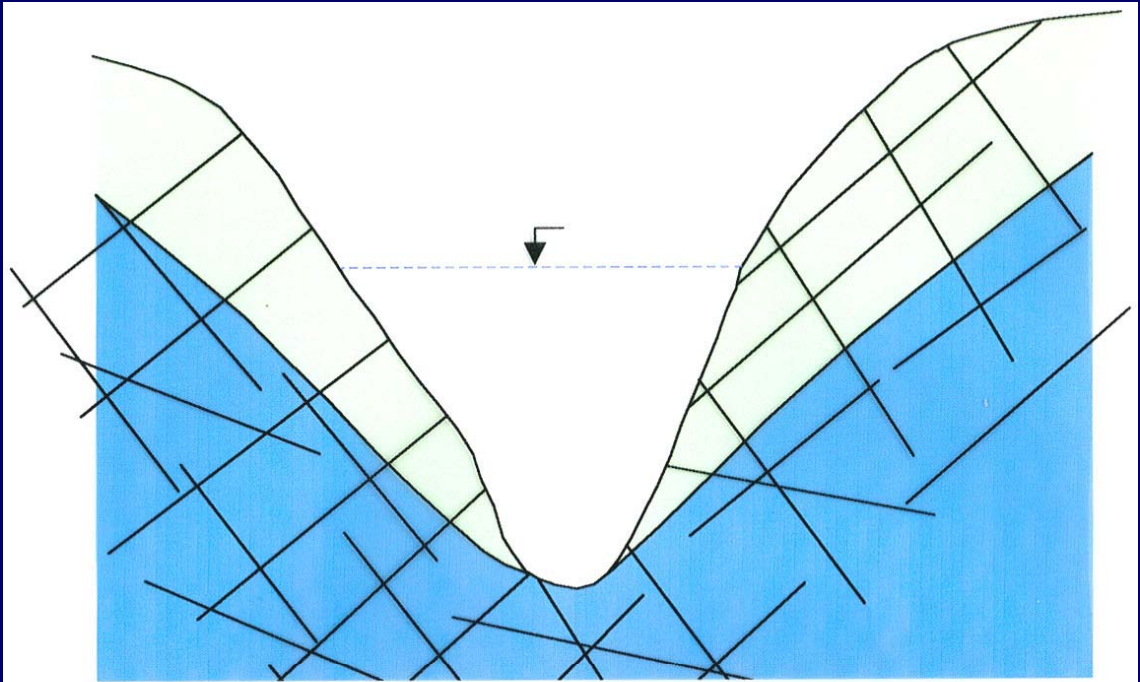
ΠΕΤΡΩΜΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΑΔΙΑΠΕΡΑΤΟ (ΓΕΝΙΚΟΣ)

- Συνήθης ρωχμάτωση επιφανειακού τμήματος (κρυσταλικά, συμπαγή πετρώματα)
- Συνήθης επιφανειακή ζώνη χαλάρωσης-αποσάθρωσης (αποσάθρουμένα πετρώματα, πρόσφατες ιζηματογενείς βιρές)

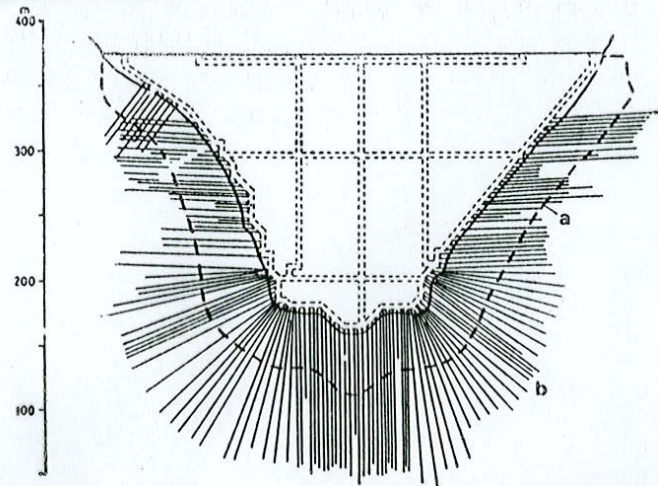
Ποιό είναι το βάθος της ρωχμάτωσης (χαλάρωσης);
Μείωση του k με το βάθος

Γεωμετρία της στεγανής κουρτίνας: ακολουθεί
περίπου την τοπογραφία

Μικρή γενικώς
περατότητα. Αναζήτηση
του ορίου της γραμμής
παραδεκτών τιμών
Lugeon για την εκτίμηση
του βάθους της
ενδεχόμενης κουρτίνας
τσιμεντενέσεων



Low k ; find the acceptable Lugeon line for grouting

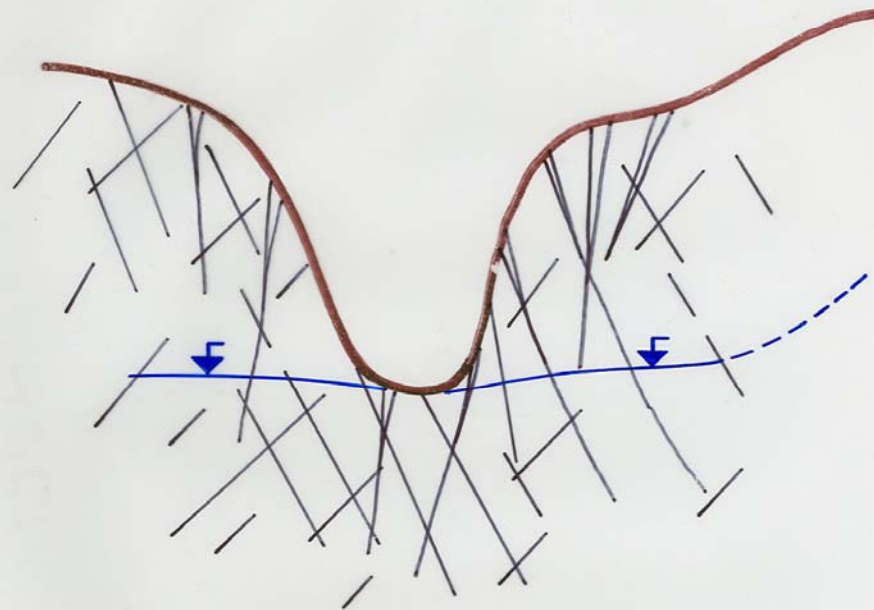


Reconstruction of the grout curtain below the Boulder Dam on the Colorado River. a — Original grout curtain, b — new grout curtain. (Gignoux, 1955.)

2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2η

ΠΕΤΡΩΜΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΠΕΡΑΤΟ

2.1. Έντονη γενική ρωγμάτωση – χαλάρωση – αποσάθρωση



Υπόχρεια κουρτίνα:

Έρευνα της σε βάθος εξέλιξης και αναζήτηση της γεωμετρίας της γραμμής παραδεκτών τιμών Lugeon

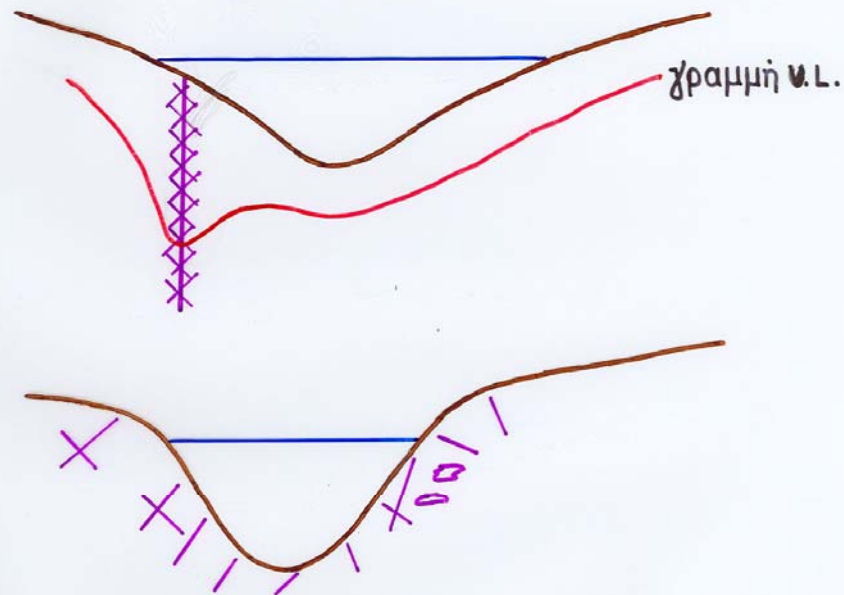
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

- Μεσοχώρα Αχελώου
- Μόρνος (Δ.Α.)
- Σφηκιά Αλιάκμονα
- Αδώματα Αλιάκμονα
- Παλιάλωνα Αλιάκμονα
- Συκιά Αχελώου
- Αλμωπαιού

2.3. Εκλεκτική έντονη ρωγμάτωση - προνομιακοί αχαιοί

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΣ 2.3.

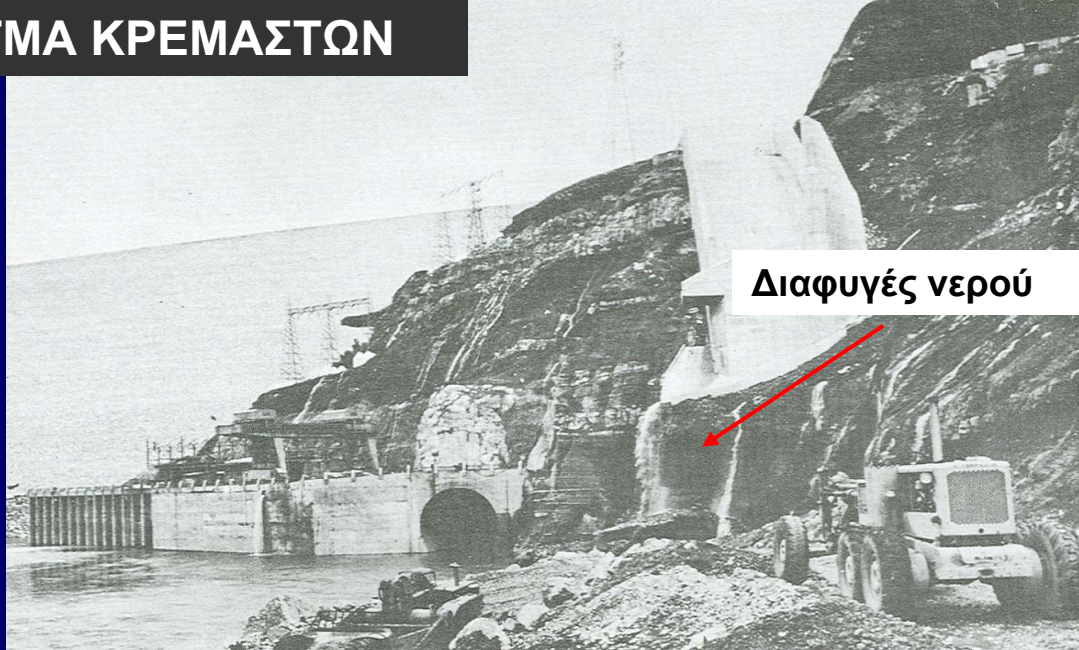
- Κρεμαστά Αχελώου (κάρβετ κροκαλοπαχών)
- Αβώματα Αλιάκμονα (Melange)
- Συκιά Αχελώου (ρήγμα)
- Μύκονος (ρήγμα)



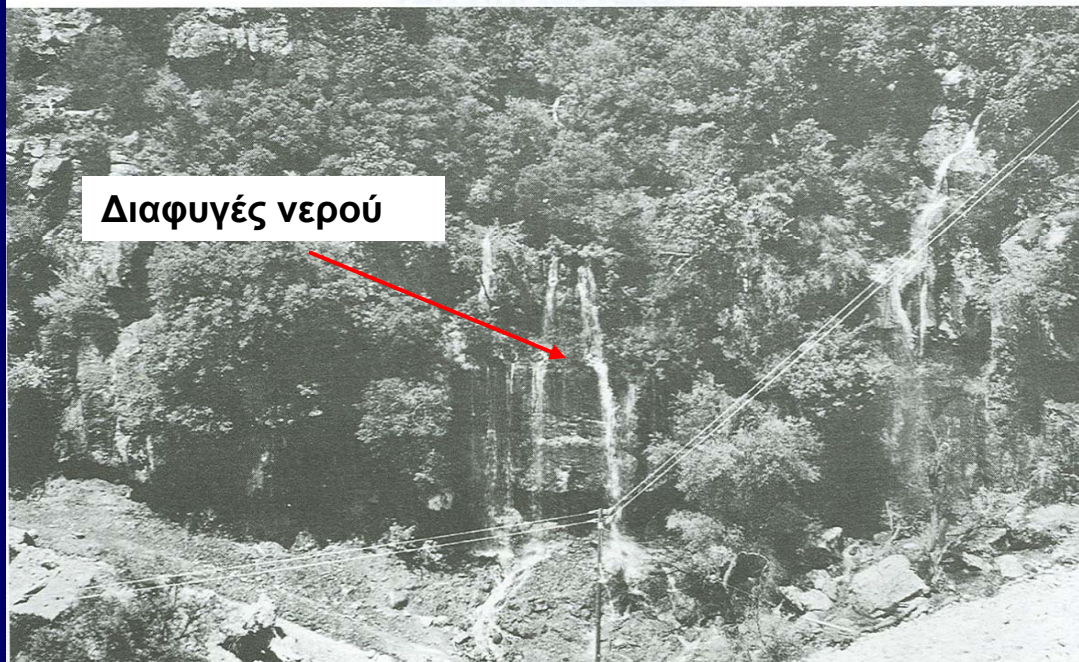
Περιπτώσεις :

- Ρηγμάτων
- Επιφανειών επωθήσεων
- Εκλεκτικής "καρβετικοποίησης" κροκαλοπαχών γαμμιτών
- Λάβας

ΧΩΜΑΤΙΝΟ ΦΡΑΓΜΑ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ



ΥΗΕ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ. Διαρροές από το μέσο κροκαλοπαγές στο αριστερό αντέρεισμα.



ΥΗΕ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ. Διαρροές από το μέσο κροκαλοπαγές στο δεξιό αντέρεισμα.

2.4. Πετρώματα υψηλής, συνολικής, περατότητας (Καρβικά)

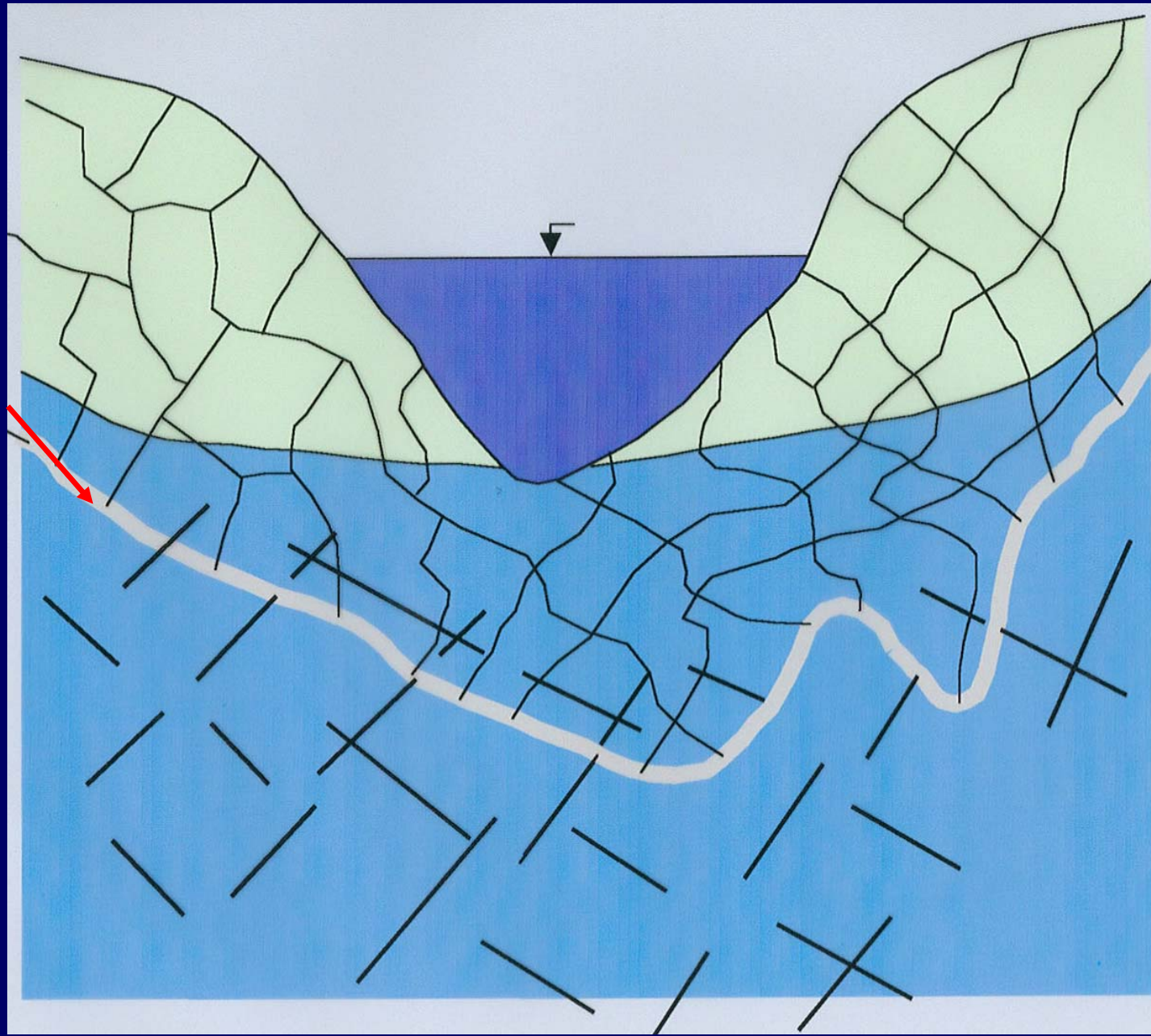
Αναζήτηση αδιαπέρατου υποβάθρου :

2.4.1. Επίπεδο βάσεως Κάρβι σε μικρό βάθος

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

- (Πλαστήρα)
- Λούρου
- Πύλη Πορταϊκού (Δ.Α)
- Συκιά Αχελώου

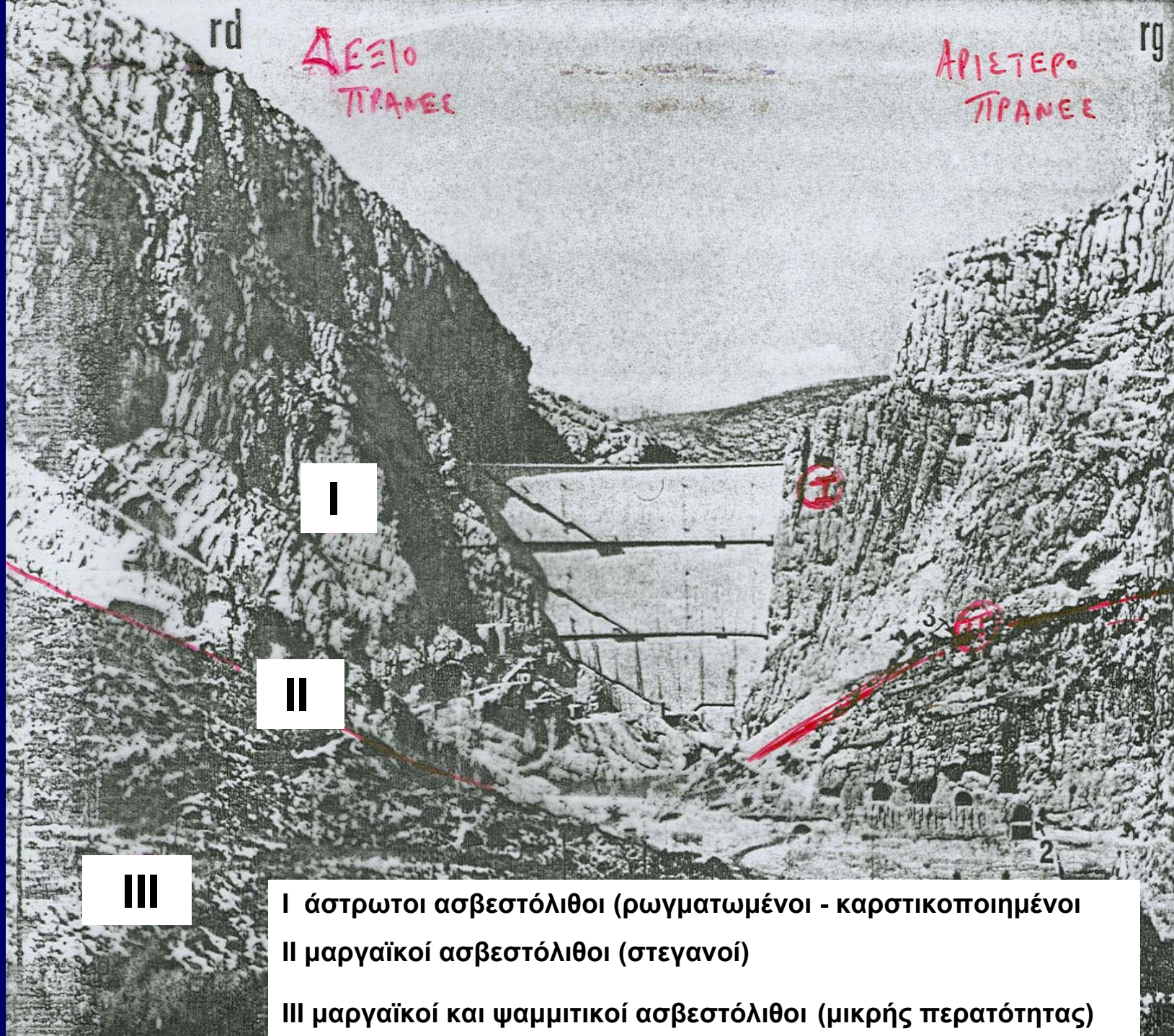
**ΕΠΙΠΕΔΟ ΒΑΣΗΣ
ΚΑΡΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ**



2.4.2. Στρωματογραφική παρέμβαση αδιαπέρατου στρώματος

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

- Canelles dam, Spain



rd
ΔΕΞΙΟ
ΠΑΡΑΝΕΣ

rg
ΑΡΙΣΤΕΡΟ
ΠΑΡΑΝΕΣ

I

II

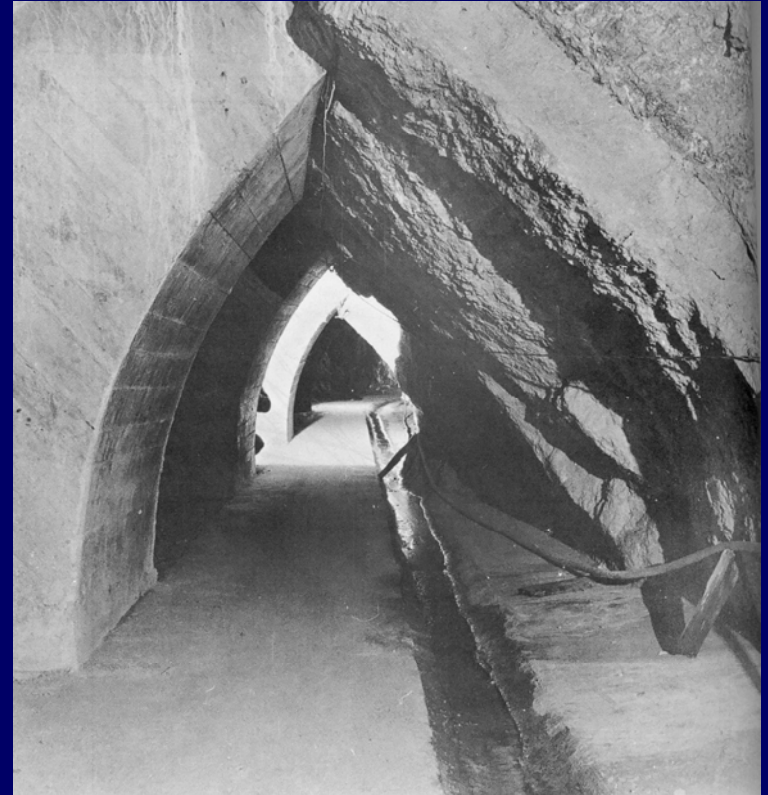
III

I άστρωτοι ασβεστόλιθοι (ρωγματωμένοι - καρστικοποιημένοι

II μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι (στεγανοί)

III μαργαϊκοί και ψαμμιτικοί ασβεστόλιθοι (μικρής περατότητας)

Canelles dam, Spain

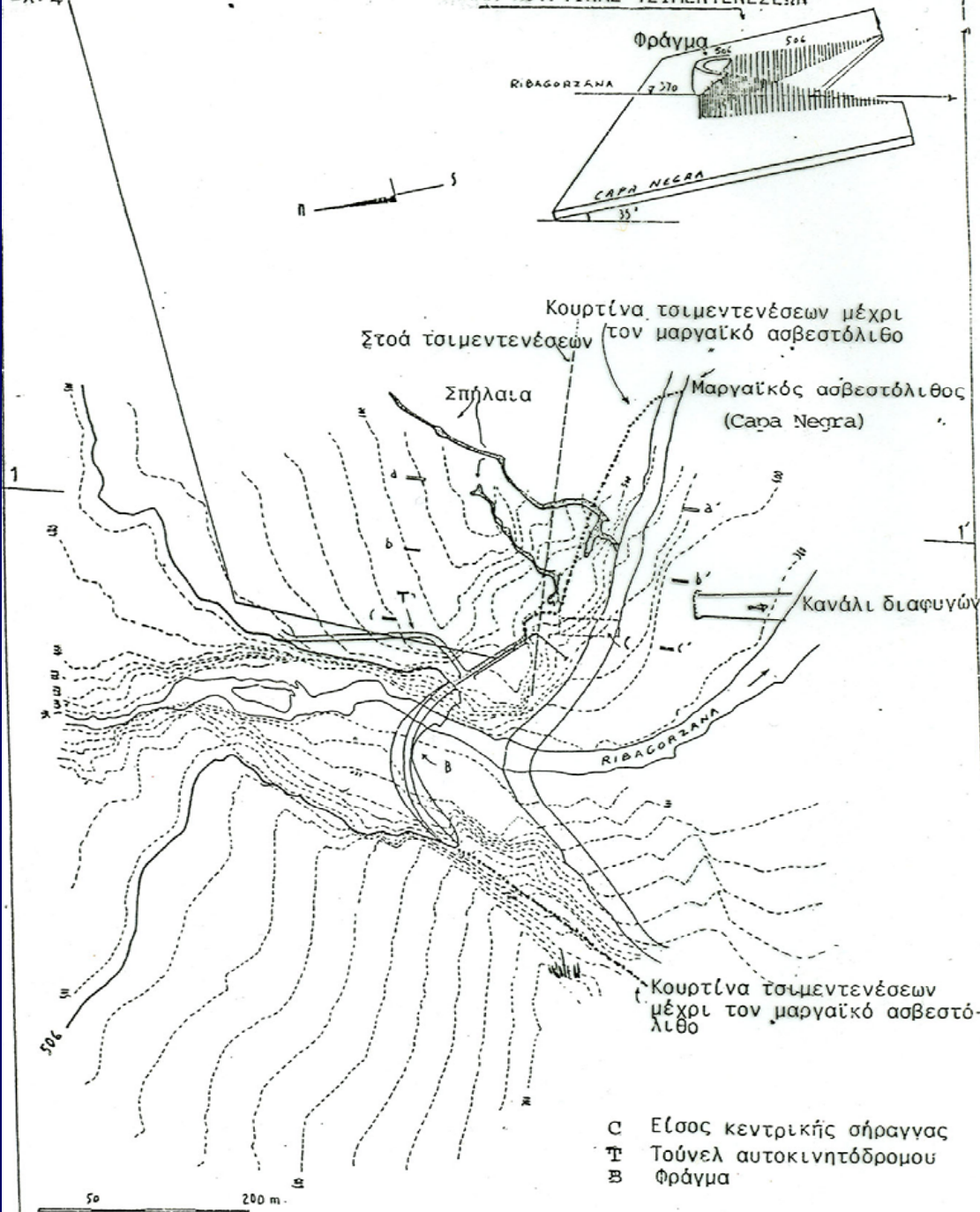


Initial leakages $8\text{m}^3/\text{sec}$

R. Rivoirard, in R. Th—rond, 1973

ΣΧ. 4

ΣΧΗΜΑ ΚΟΥΡΤΙΝΑΣ ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΕΩΝ



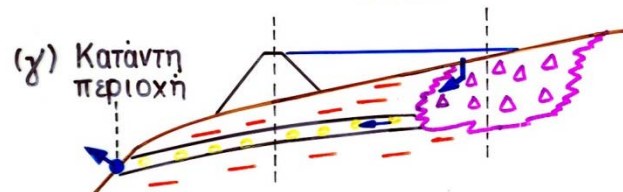
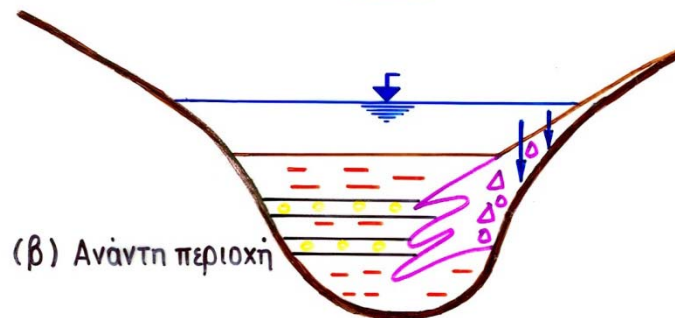
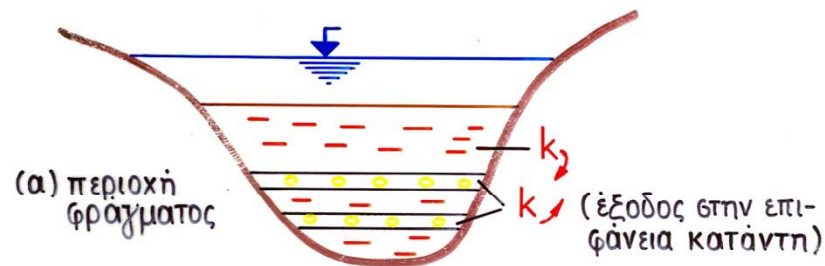
III. ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ

1η ΟΜΑΔΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

ΔΙΑΦΥΓΕΣ ΜΕΣΩ ΑΛΛΟΥΒΙΩΝ, ΚΟΡΗΜΑΤΩΝ ή ΜΟΡΑΙΝΩΝ

1.1. Σχέσεις με βαθείς υδροφορείς

π.χ. Έξοδος υποπίεση υδροφορέων κατάντη του φράγματος



Φράγμα Cerveyrette (Γαλλία - θύση εγκαταληφθείσα)

1.2. Παλαιές - θαμμένες κοίτες - Επιχενετικές κοιλάδες

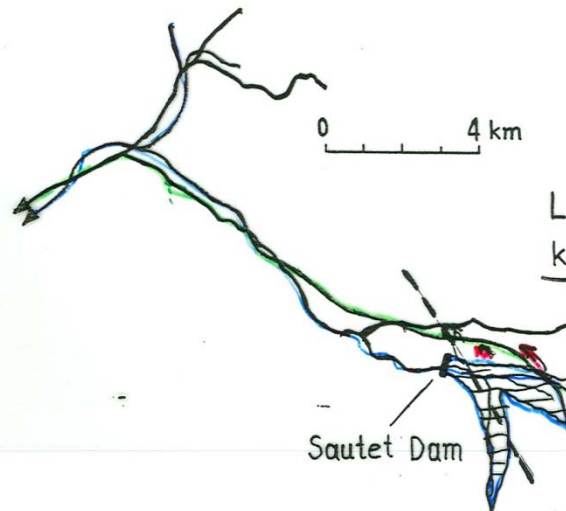
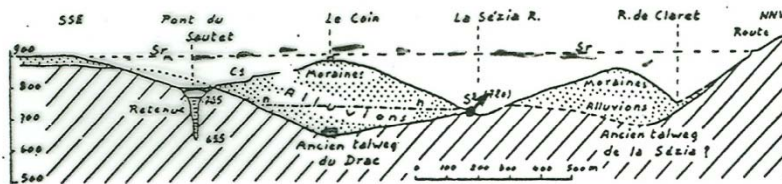
ηληρωμένες με αδρομερείς προχωθείς χειμάρρων
ή παχέτωδους προέλευσης

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΣ Ο ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ :

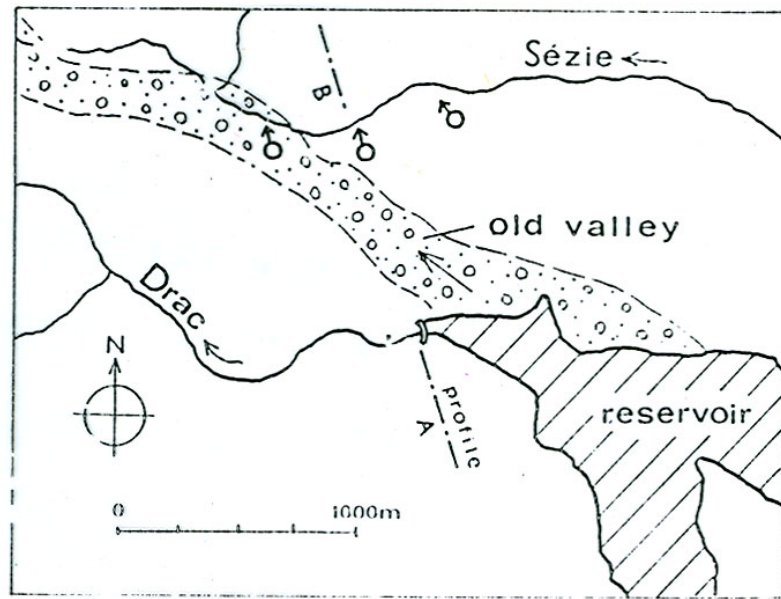
της παλαιάς διαδρομής και των πιθανών θημείων
εισόδου και εξόδου των διαφυγών. Απόσταση ;

του $k \rightarrow$ χειμάρριες - ποταμοχειμάρριες αποδέξεις: $k \uparrow$
 $\rightarrow$ παχέτωδεις αποδέξεις (till) $k \downarrow$

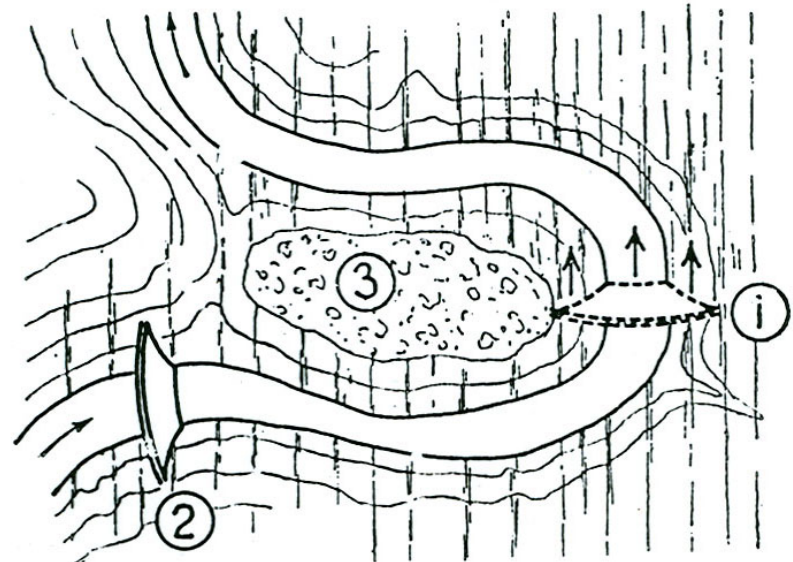
Le DRAC (FRANCE)



$L = 900 \text{ to } 1200 \text{ m}$
 $k \geq 1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$



Leakage of water from the Sautet reservoir through a preglacial valley filled with gravel. (Gignoux, 1955.)



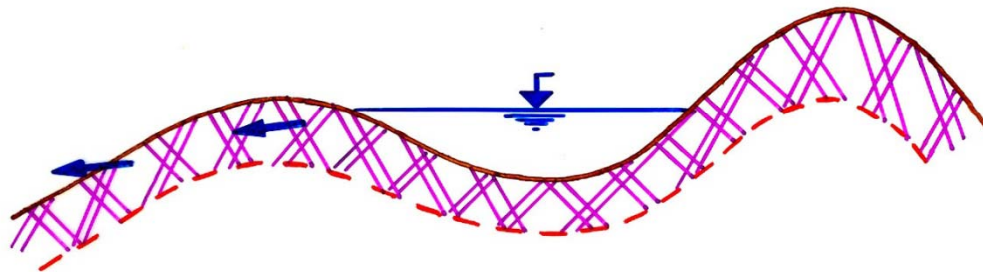
Unfavourable damsite (1) in a river meander. Water may escape from the reservoir through the joints in bedrock across the meander core, and through the terrace gravel if it were impounded to the terrace level (3). Damsite (2) is more suitable geologically.

2η ΟΜΑΔΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

ΔΙΑΦΥΓΕΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ

2.1. Στενοί αυχένες χαμηλού υψομέτρου σε έντονα ρωγματωμένο ή έντονα πορώδες πέτρωμα

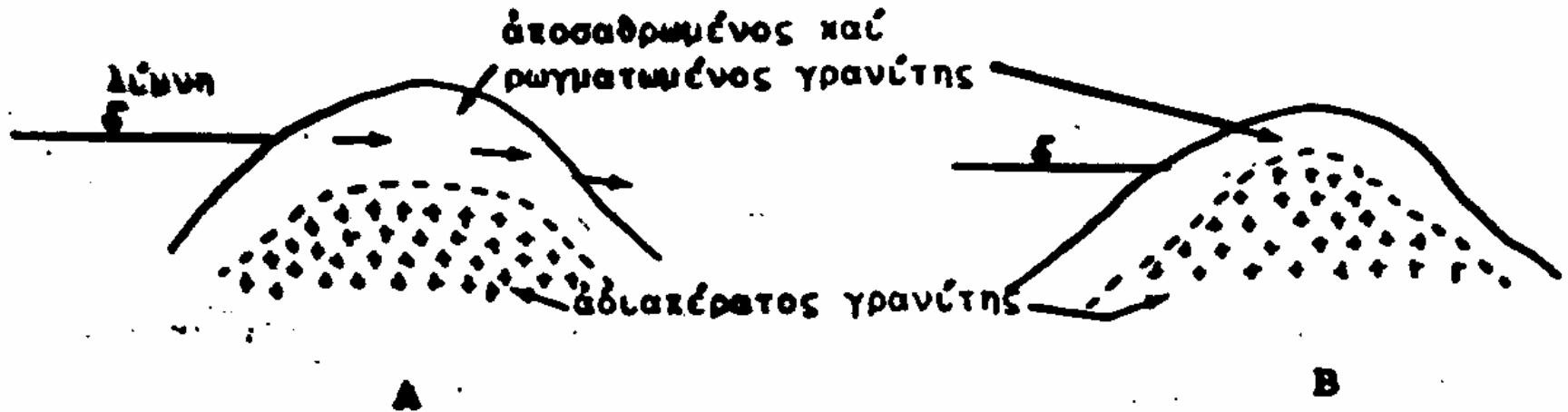
(+ εξέταση θέσης υδροφόρου ορίζοντα)



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

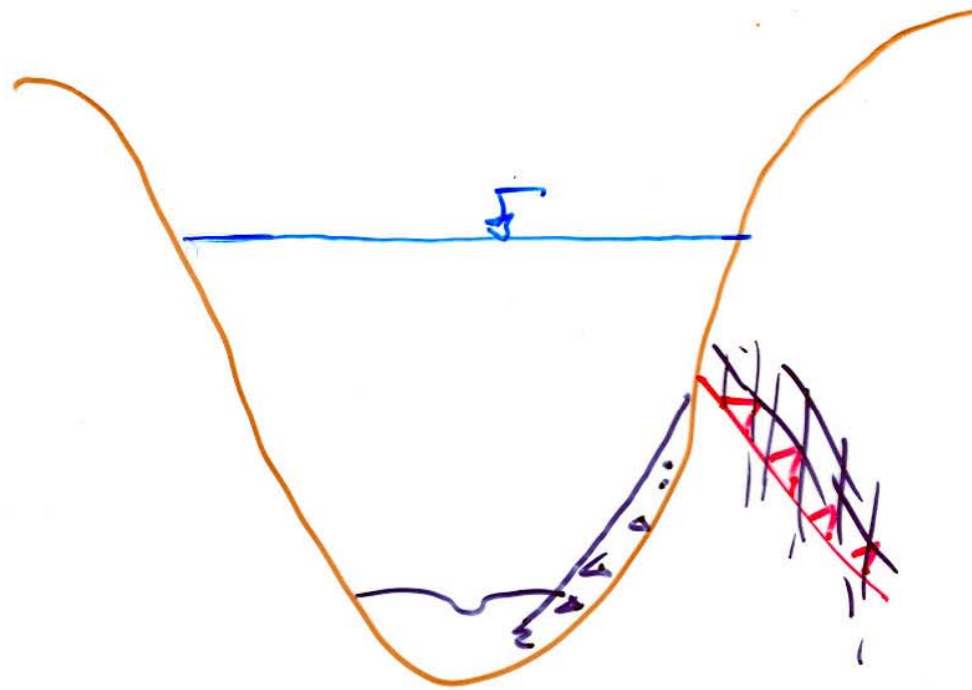
- Μύκονος
- Ζάζαρι Πτολεμαΐδος
- Χαβρίας Χαλκιδικής

ΔΙΑΦΥΓΕΣ ΜΕΣΩ ΑΥΧΕΝΩΝ



Σχ. 9. Αύχνη φράγματος Μυκόνου (μελέτη)
Περιοχή στενοῦ αὐχένα. Α: δυνατότης διαφυγῶν
Β: ἀδυναμία διαφυγῶν

2.2. Διαφυγές από Ζώνες ρηγμάτων – εφριπεύσεων



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

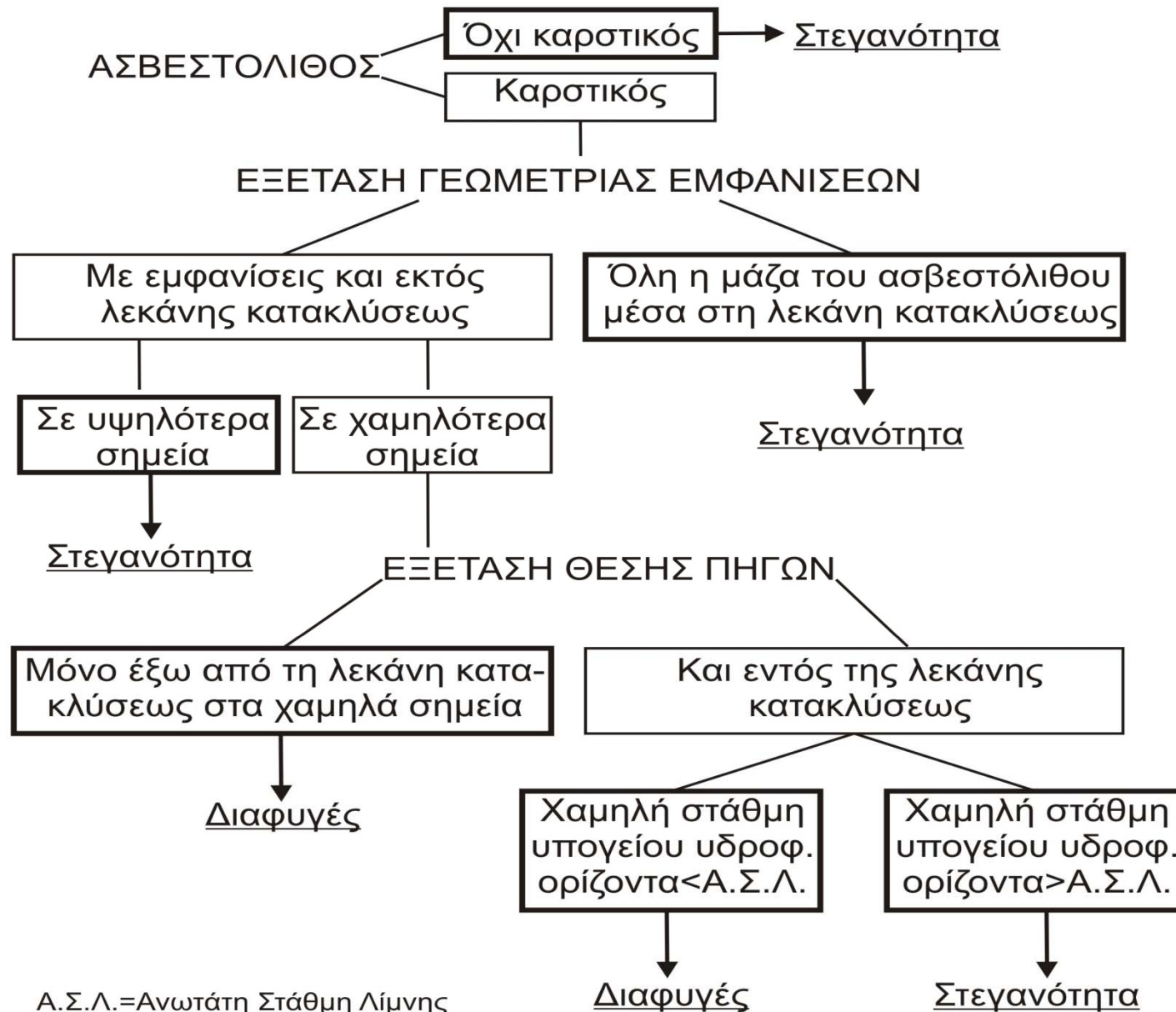
Πιθανές θέσεις στη περιοχή Πίνδου

2.3. Συνολικά περατά πετρώματα

Περιπτώσεις :

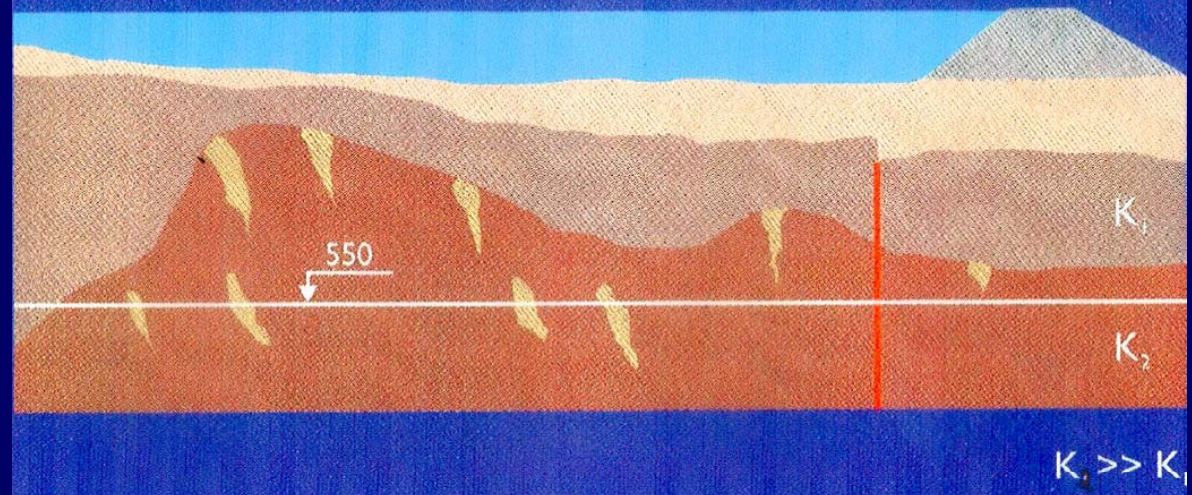
- Ανδρακικών πετρωμάτων : Καρβτικοποιημένοι αββε-
στόλιθοι, δολομίτες,
μάρμαρα
- Εβαποριτών (χύυοι κλπ)
- (Κρητιδων)
- Λαβών (ορισμένων εκλεκτικώς)

ΘΕΩΡΗΣΗ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ



Perdikas dam and reservoir

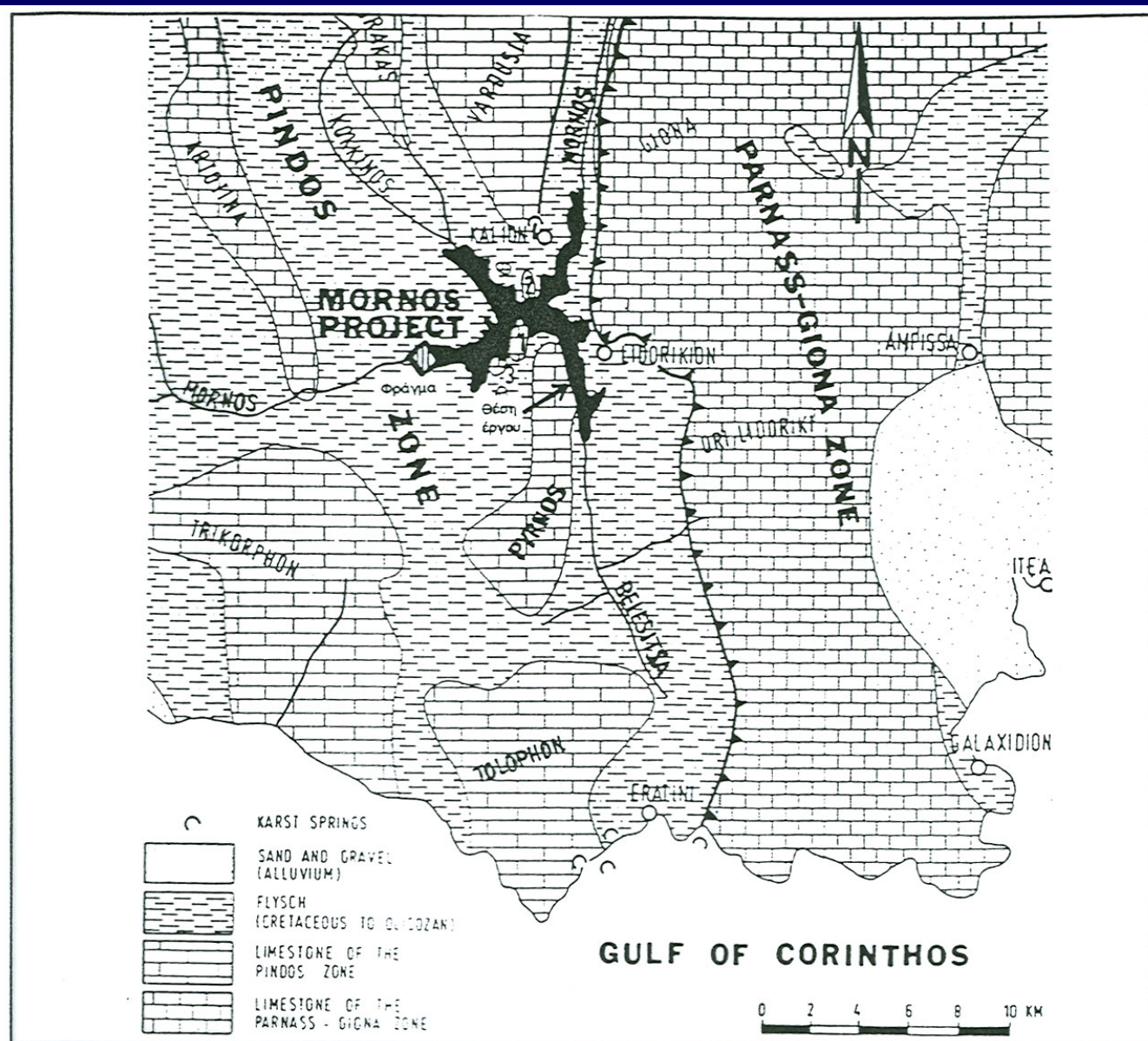
(simplified section, Soulios, 1976)



ΦΡΑΓΜΑ ΠΕΡΔΙΚΑ
ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑ
H=27,50M

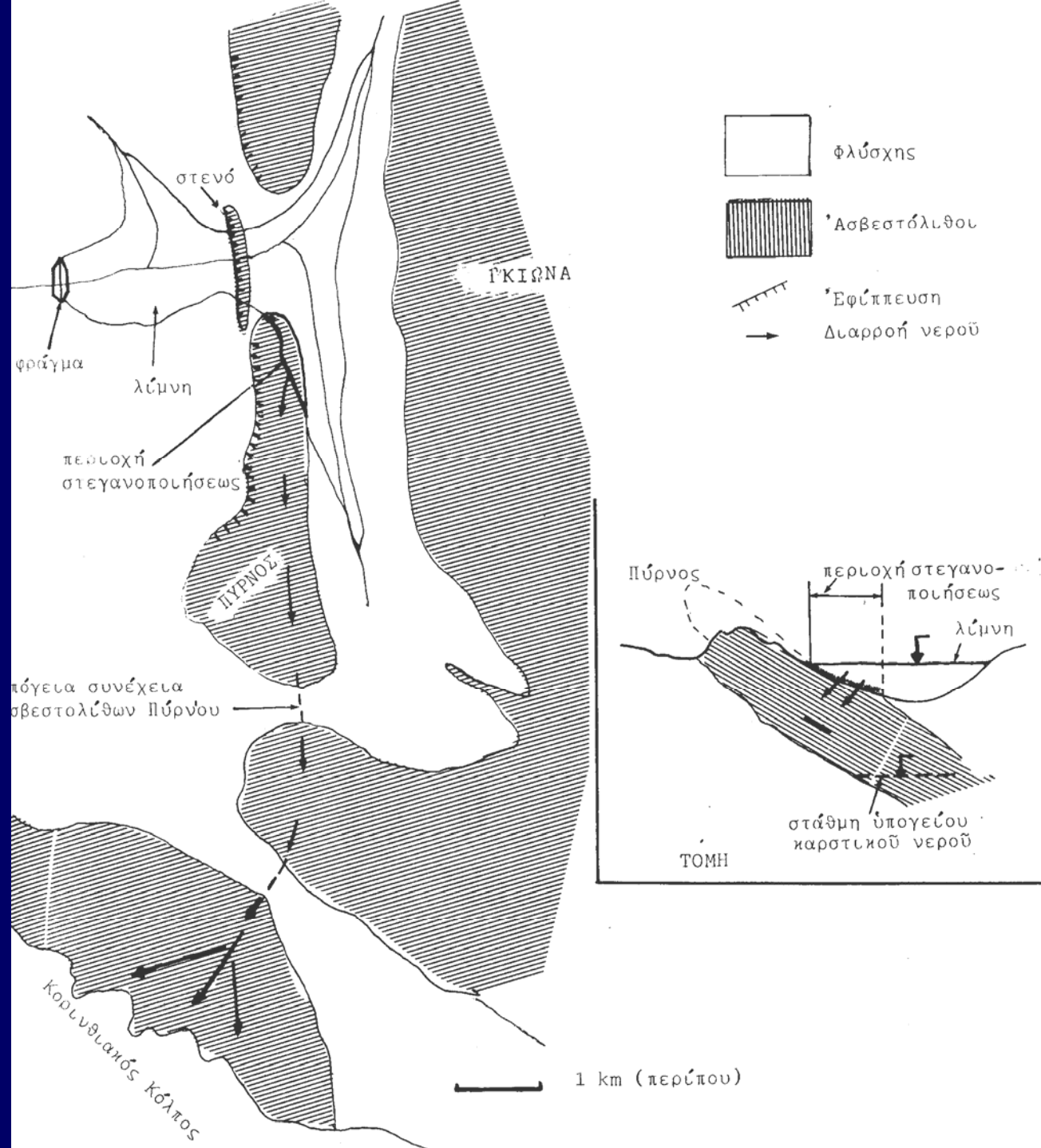


ΦΡΑΓΜΑ ΜΟΡΝΟΥ



θέση του έργου και περιβάλλοντες γεωλογικοί σχηματισμοί.
Project location and surrounding geological formations.

TAMIEYTHPAS MOPNOY



Τάπητας στεγάνωσης εκεί που εμφανίζονται περατοί ασβεστόλιθοι (Γεωλογικό μοντέλο) στη λίμνη του Μόρνου

