

Α Ν Α Κ Ο Ι Ν Ω Σ Ε Ι Σ

Ο ΤΟΥΡΜΠΙΝΤΙΤΗΣ ΑΜΥΓΔΑΛΙΑΣ *

Υ Π Ο

ΑΘΑΝ. Γ. ΠΑΝΑΓΟΥ & ΤΕΡ. ΦΩΚΙΑΝΟΥ - ΜΑΛΑΒΕΤΑ

Περίληψις. Είς τήν περιοχὴν Λαμπείας (παρὰ τὸ χωρίον Ἀμυγδαλιὰ) ἐνετοπίσθη ἐμφάνισις τουρμπιντίτου μήκους 27 περίπου μέτρων, ἀνεπτυγμένη εἰς 10 συνεχεῖς βαθμίδας. Εἰς τὸν σχηματισμὸν τοῦτον ἀναγνωρίζονται εὐκόλως τὰ τυπικὰ διὰ τοιούτους σχηματισμοὺς γνωρίσματα, ἧτοι α) ἡ κατὰ φθίνουσαν τάξιν μεγέθους κόκκου ἰζηματογένεσις τοῦ ὕλικου των. β) οἱ ψαμμιτικοὶ μπάγκοι τῆς βάσεως ἐκάστης βαθμίδος, εἰς τὸ πέλμα τῶν ὁποίων παρατηροῦνται αἱ χαρακτηριστικαὶ διὰ τουρμπιντίτας προεξοχαί, γ) ἡ χαρακτηριστικὴ σπειροειδῆς - τοξοειδῆς ὑφή περὶ τὸ μέσον τοῦ ἀναπτύγματος ἐκάστης βαθμίδος καὶ δ) ἡ διαδοχὴ περισσοτέρων κύκλων ἰζηματογένεσεως.

Ὁ Τουρμπιντίτης Ἀμυγδαλιάς εἶναι μικρᾶς σχετικῶς ἐκτάσεως καὶ ἀπετέθη εἰς περιβάλλον καθοριζόμενον ἀπὸ τὰ ἐν γειτονεῖα συναποτεθέντα καὶ συμπτυχωθέντα ἀνθρακικὰ ἰζήματα, τουτέστιν, παρὰ τὴν ἀκμὴν ὑφαλοκρηπίδος ὅπου χωροῦσε ἀνθρακικὴ ἰζηματογένεσις.

Abstract. In the Lampia area (next to the village of Amygdalia) there is a formation of an alternate sequence of coarse and fine sediments, extending to 27 meters approximately.

The combination of many features recognized in the field, lead us to interpret them as turbidites.

These features are listed below :

- 1) Repetition of simple cycles (10), each consisting of a sandstone bed and an overlain shale.
- 2) Graded bedding.
- 3) The interface of sand and mud at the base of the sandstone is scalptured into many markings, the so-called sole markings.
- 4) Sole markings produced by current show a fairly constant direction of movement.
- 5) If a pronounced convolute lamination occurs, it is restricted to about the middle of the cycle.

The turbidite of Amygdalia is not of a relatively wide extend. Its deposition took place in a carbonate shelf margin environment as is suggested from the adjacent carbonate sediments.

* A. PANAGOS and T. FOKIANOU - MALAVETA.— The Turbidite of Amygdalia. Ἀνεκoinώθη κατὰ τὴν συνεδρίαν τῆς 12ης Φεβρουαρίου 1974.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἀπὸ πολλῶν ἐτῶν εἶναι ἤδη γνωστὸν ὅτι πυκνὰ ρεύματα ἰζήματος ὑπὸ μορφὴν ἐναιωρήματος ἐντὸς ὕδατος, ἀποτελοῦν τρόπον ἰδιορροῦθμου ἰζηματογενέσεως (FOREL 1885, DALY 1936).

Ὁ KUENEN (1938), στηριζόμενος εἰς τὰς ἀπόψεις τοῦ DALY, ἀποδεικνύει πρῶτος, πειραματικῶς, ὅτι ἐναιώρημα ἄμμου - ἄργιλου - πηλοῦ ἐντὸς ὕδατος δημιουργεῖ τελικῶς διὰ καθιζήσεως του χαρακτηριστικὸν στρωσιγενὲς ἴζημα.

Ἀκολουθεῖ κατόπιν σειρά ὄλη ἐρευνητῶν (1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23) οἱ ὅποιοι ἠσχολήθησαν ἐκτενῶς μὲ τὸ ἐν θέματι ἀντικείμενον καὶ σήμερον γνωρίζομεν καλῶς ὅτι τὰ ἰζήματα ταῦτα, χαρακτηριστικῆς ἀναπτύξεως, εἶναι γνωστὰ ὡς τουρμπινίται (Turbidite, Turbidites).

Συμφώνως πρὸς τὰς ἀπόψεις τῶν KUENEN καὶ MIGLIORINI (1950) τὰ ἰδιορροῦθμα ταῦτα ἰζήματα ἐναποτίθενται ὑπὸ ἐναιωρημάτων ὑπὸ μορφὴν ρεύματος (Suspensionsströmen) ἐντὸς βαθέων ὑδάτων καὶ ἔνεκα τούτου παρουσιάζουν χαρακτηριστικὴν ταξιδέτησιν τοῦ ὑλικοῦ των. Γενικῶς, πιστεῖται ὅτι ἰζήματα παρυφῶν καὶ ἠπειρωτικῶν ἄκμῶν, συσσωρευθέντα ἐκεῖ ὑπὸ τῶν ρεόντων ὑδάτων, ὑπερβαίνουν κατὰ τὴν συσσώρευσίν των κρίσιμον τινὰ τιμὴν καὶ τότε λόγῳ τοῦ βάρους των ἢ ἐξ ἄλλων αἰτίων (θύελλα, σεισμός, αὔξεις πιέσεως πόρων κλπ.) ὀλισθαίνουν ἢ κατακρημνίζονται εἰς τὸ βάθος. Κατὰ τὴν πτώσιν των δημιουργεῖται «ἐναιώρημα τῆς μάζης των ἐντὸς τοῦ ὕδατος» καὶ λόγῳ ἠῤῥξημένης πλέον πυκνότητος τοῦ ἐναιωρήματος σχηματίζεται ρεῦμα (turbidity current), τὸ ὁποῖον κινεῖται μέχρι καθιζήσεως τοῦ ὑλικοῦ.

Τὸ ἄδρομερέστερον ὑλικὸν (ἄμμος)* καθιζάνει πρῶτον, ἀκολουθοῦν δὲ ἐν συνεχείᾳ ὁ κηλὸς** καὶ ἡ ἄργιλος***, οὕτως, ὥστε νὰ δημιουργεῖται ταξιδέτησις τοῦ ὑλικοῦ, πρακτικῶς κατὰ φθίνουσαν τάξιν μεγέθους κόκκων (gradierte Schichtung).

Ἡ τοιαύτη ταξιδέτησις τοῦ ὑλικοῦ συνεπάγεται τὰ κάτωθι χαρακτηριστικὰ διακριτικὰ γνωρίσματα διὰ τουρμπινιτίας :

α) Εἰς τὴν βάσιν δημιουργεῖται «πάγκος (Bank)» ἐκ τοῦ ἄδρομερεστέρου ὑλικοῦ (κυρίως ἄμμος). Τὸ πάχος τοῦ ψαμμιτικοῦ τούτου σχηματισμοῦ κυμαίνεται ἀπὸ μερικὰ ἑκατοστὰ μέχρι καὶ τινα μέτρα. Εἰς τὸ πέλαμα τοῦ ψαμμιτικοῦ πάγκου παρατηροῦνται χαρακτηριστικαὶ μαστοειδεῖς προεξοχαί (Sohlmarken). Αὗται δημιουργοῦνται κατὰ τὴν κατακρημνίσιν τοῦ βαρέος ἐναιωρήματος τῆς ἄμμου

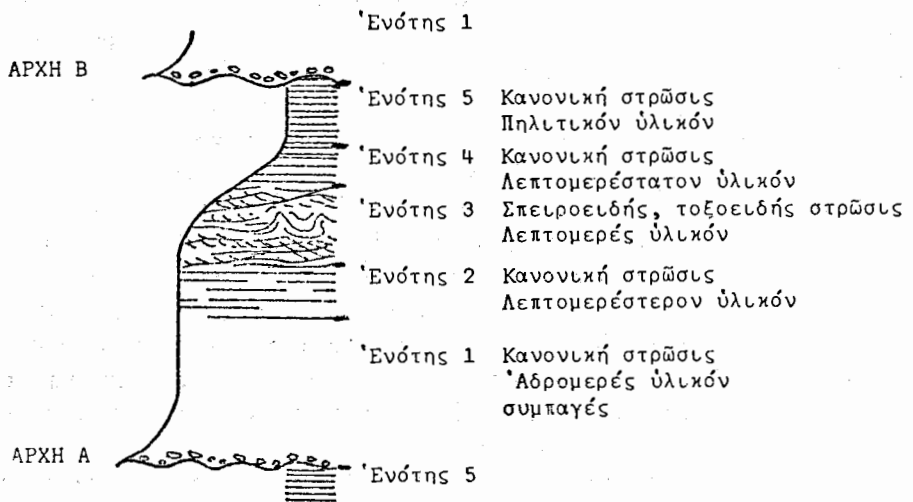
Αἱ ἔννοιαι ἄμμος*, πηλὸς** καὶ ἄργιλος*** ἀντιστοιχοῦν ἐν προκειμένῳ εἰς τὰς ξένας ἐννοίας sand, silt καὶ clay ἀντιστοίχως καὶ ὀρίζονται ἀποκλειστικῶς καὶ μόνον ἀπὸ τὰς διαστάσεις τῶν συστατικῶν των, ἦτοι :

sand = ὑλικὸν διαστάσεων μεγαλυτέρων τῶν 0,063 mm
silt = ὑλικὸν διαστάσεων μεταξὺ 0,063 καὶ 0,002 mm
clay = ὑλικὸν διαστάσεων μικροτέρων τῶν 0,002 mm

(sand - suspension) ἐπὶ τοῦ ἀργιλικοῦ ὑποβάθρου. Ἐπὶ τοῦ τελευταίου τούτου καὶ εἰς τὴν ἐπιφάνειάν του δημιουργοῦνται, λόγῳ ρευμάτων, κοιλότητες αἱ ὁποῖα πληροῦνται ἀπὸ τὴν ἄμμον τοῦ ἐναιωρήματος.

Ἡ στρώσις τοῦ ὕλικου τοῦ ψαμμιτικοῦ πάγκου εἶναι τυπικὴ καὶ τὸ ὕλικόν τάσσεται κατὰ φθίνουσαν τάξιν μεγέθους κόκκων (ἄδρομερῆς ἄμμος, λεπτὴ ἄμμος, λεπτοτάτῃ ἄμμος) ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἡ ἀποστρωγγύλωσις τῶν κόκκων εἶναι περιορισμένη.

β) Περὶ τὸ μέσον τοῦ ἀνάπτυγματος τοῦ τουρμπιντίτου τὸ ὕλικόν (ἄμμος -



Εἰκ. 1. Γενικὴ σχηματικὴ παράστασις τουρμπιντίτου, κατὰ Bouma 1962.

πηλὸς - ἄργιλος) παρουσιάζει χαρακτηριστικὴν τοξοειδῆ (*hogrige struktur*) ἢ σπειροειδῆ (*wickelstruktur, convolute lamination*) ὕφην.

γ) Εἰς τὸ τέλος, ἡ ἀνάπτυξις συμπληροῦται πρὸς τὰ ἄνω διὰ λεπτομεροῦς πηλιτικοῦ ὕλικου εἰς τυπικὴν ὀριζοντίαν στρώσιν.

Τελικῶς, ἀκολουθεῖ ἀπλῶς ἢ πολλαπλῶς νέος κύκλος ὡς ὁ ἀνωτέρω ἢ συνεχίζεται ἡ ἡρεμος προγενεστέρα ἰζηματογένεσις.

Οἱ τουρμπιντίται εἶναι σχηματισμοὶ σπάνιοι καὶ ἰδιόρρυθμοι καὶ ὁ ἐντοπισμὸς καὶ ἡ ἀναγνώρισις τῶν εἶναι μᾶλλον δύσκολος.

Ἐκ τούτου ὁ καθορισμὸς καὶ ἡ διάκρισις ἑνὸς τουρμπιντίτου γίνεται ἐπὶ τῇ βάσει ἑνὸς συνόλου κριτηρίων τὰ ὁποῖα δὲν ἀπαντῶνται πάντοτε εἰς ἓνα καὶ τὸν αὐτὸν σχηματισμόν. Κατὰ τὸν BOUMA (1962) καὶ ἄλλους, εἰς ὅλους τυπικὰς περιπτώσεις ἡ ἀνάπτυξις τῶν γίνεται κατὰ τὴν εἰς τὴν εἰκ. 1 ἀπεικονιζομένην νομοτέλειαν.

Ἐπειδὴ, ὡς ἐτονίσθη, πάντα τὰ ἀνωτέρω γνωρίσματα δὲν ἐντοπίζονται πάντοτε εἰς ὅλους τοὺς τουρμπιντίτας ἀλλὰ καὶ ἐπειδὴ ἡ περιγραφεῖσα «δομὴ» τῶν δὲν εἶναι πάντοτε πλήρης, ὅτι παραμένει τυπικὸν καὶ οὐσιῶδες εἶναι :

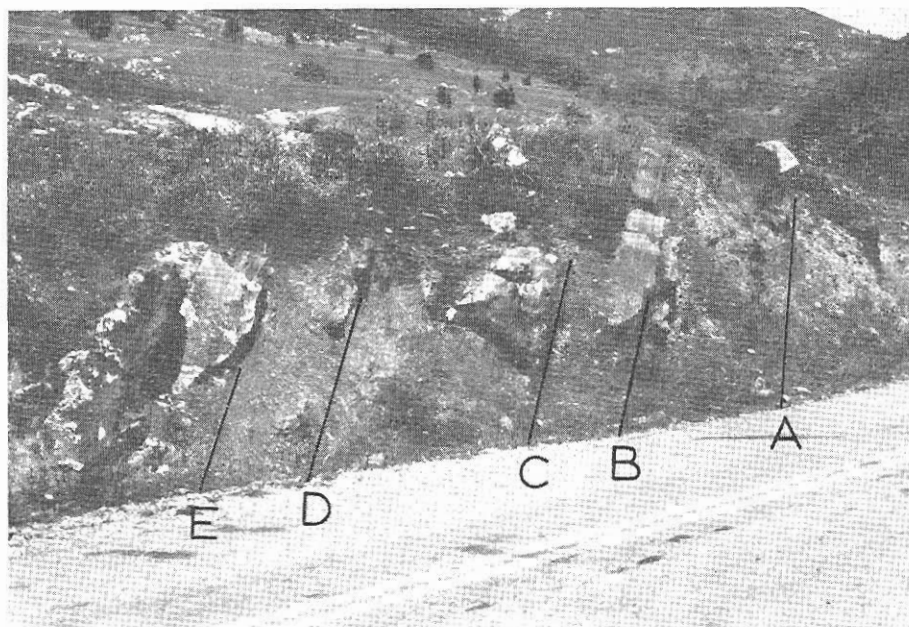
α) Αί μαστοειδεῖς προεξοχαὶ τοῦ πέλματος τῆς ψαμμιτικῆς βάσεως (Sohlmarken).

β) Ἡ κατὰ φθίνουσαν τάξιν μεγέθους κόκκων ταξιθέτησις τοῦ ὕλικου.

γ) Ἡ σπειροειδῆς (περιελιγμένη) στρωσίς (wickelstruktur, convolute lamination) τοῦ ἐνδιαμέσου στρώματος.

δ) Ἡ διαδοχὴ, κατὰ τὴν στρωσίαν, περισσοτέρων κύκλων ἰζηματογενέσεως.

Τὰ ὡς ἄνω τυπικὰ γνωρίσματα ἀνεγνωρίσθησαν σαφῶς καὶ ἄνευ ἀμφιβολίας εἰς τὸν σχηματισμὸν τῆς Ἀμυγδαλιᾶς δι' ὃ καὶ χαρακτηρίζεται οὗτος ὡς τουρμπιντίτης.



Εἰκ. 2. Γενικὴ ἄποψις τοῦ τουρμπιντίτου περιοχῆς Ἀμυγδαλιᾶς. Αἱ βάσεις (πέλματα) ψαμμιτικῶν τινῶν πάγκων σημειοῦνται διὰ τῶν γραμμῶν Α, Β, C, D καὶ E.

Ἄ Τουρμπιντίτης Ἀμυγδαλιᾶς.

Εἰς τὴν περιοχὴν Ἀμυγδαλιᾶς (Λαμπείας), 1 km περίπου N. ΝΔ τοῦ χωρίου τούτου, ἐνετοπίσθη ἀνάπτυγμα τουρμπιντίτου (εἰκ. 2) εἰς πολλὰς βαθμίδας, μήκους 27 περίπου μέτρων. Ὁ ὡς ἄνω σχηματισμὸς ἀπεκαλύφθη κατὰ τὴν διάνοξιν τῆς παρακειμένης τοῦ χωρίου ἐπαρχιακῆς ὁδοῦ καὶ ἀνεγνωρίσθη εὐκόλως κυρίως ἐκ τοῦ ἀναπτύγματος τῶν διαδοχικῶν ψαμμιτικῶν μάγκων, ἐκ τῶν μαστοειδῶν προεξοχῶν τῶν πελμάτων τῶν πάγκων (Sohlmarken) καὶ τῆς χαρακτηριστικῆς διὰ τὰς ἐμφανίσεις ταύτας σπειροειδοῦς ὑφῆς (wickelstruktur, convolute lamination).

Εἰς τὴν ἐμφάνισιν ταύτην τοῦ τουρμπιντίτου διακρίνονται εὐχερῶς οἱ συμπαγεῖς καὶ μὴ ἀποσαθρωμένοι ψαμμιτικοὶ πάγκοι τῆς βάσεως ἐκάστης βαθμίδος.

Τὸ πάχος τῶν βαθμίδων ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἔχει ὡς ἑξῆς: 2.70, 1.0, 2.0, 0.60, 7.30, 5.10, 4.74, 2.50, 2.60, 1.80 μ.

Εἰς τὸ πέλμα τῆς ψαμμιτικῆς βάσεως ἐκάστης βαθμίδος διακρίνονται σαφῶς αἱ μαστοειδεῖς προεξοχαί του, σχηματισμοὶ τυπικοὶ τῶν τουρμπιντιῶν. Εἰς τὰς εἰκόνας 3, 4, 5 καὶ 6 ἀπεικονίζονται τὰ ἀποτυπώματα ταῦτα βάσεων τινῶν.

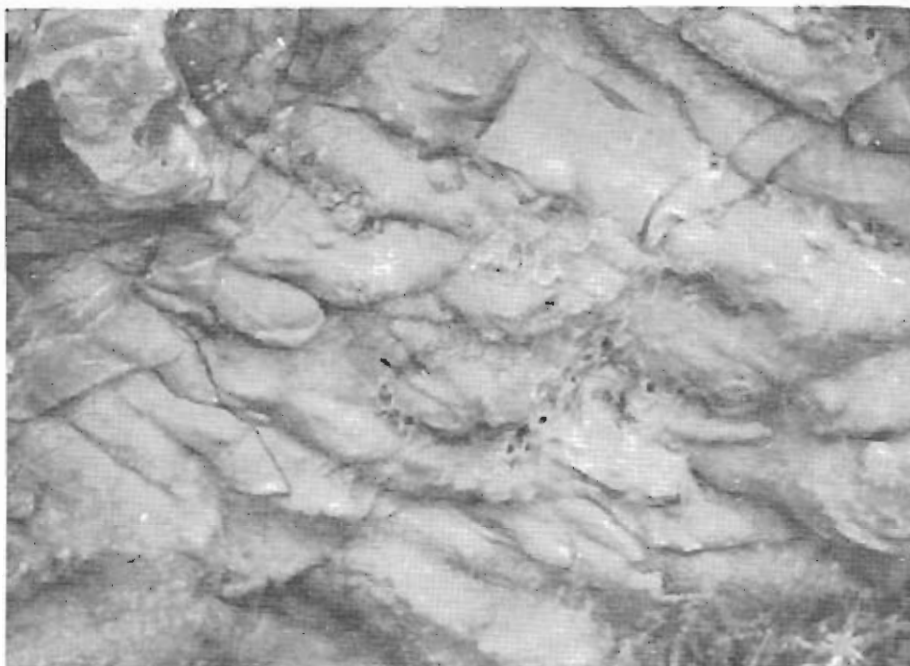
Ἡ στρώσις τοῦ ψαμμιτικοῦ ὕλικου τῶν πάγκων τῆς βάσεως εἶναι τυπικὴ καὶ διακρίνεται σαφῶς εἰς τὰς εἰκ. 7 καὶ 8.

Εἰς τὰ στρώματα τοῦ ὑπὲρ τὴν βᾶσιν λεπτομερεστέρου ὕλικου (μεταξὺ τῶν ψαμμιτικῶν πάγκων) καὶ ὅπου ἡ ἀποσάθρωσις εἶναι περιορισμένη, διακρίνεται ἱκανοποιητικῶς ἡ τυπικὴ διὰ τοὺς τουρμπιντίτας σπειροειδῆς στρώσις ἢ ὕφή (Wickelstruktur, Convolute lamination). Αὕτη ἐμφαίνεται εἰς τὰς εἰκόνας 9, 10, 11 καὶ 12. Εἰς τὰ στρώματα ταῦτα, ἡ ἀποσάθρωσις τοῦ ὕλικου ὑπαγορεύεται καὶ ἀκολουθεῖ τὰς γραμμὰς στρώσεως δημιουργοῦσα χαρακτηριστικὴν εἰκόνα ἀποσαθρώσεως προδίδουσαν τὴν σπειροειδῆ ὕφήν των.

Εἰς τὸν τουρμπιντίτην Ἀμυγδαλιᾶς εἶναι προφανῆς ἀκόμη καὶ μακροσκοπικῶς ἡ κατὰ φθίνουσαν τάξιν μεγέθους κόκκων στρώσις.

Αἱ σχετικαὶ γραφικαὶ παραστάσεις θὰ ἀποδοθοῦν εἰς ἐπομένην ἐργασίαν εἰς τὴν ὁποίαν θὰ μελετηθοῦν καὶ αἱ περαιτέρω λεπτομέρειαι αἱ ἀφορῶσαι εἰς τὸν προσανατολισμὸν τοῦ ὕλικου, τὸν βαθμὸν ἀποσαθρώσεως καὶ ἀποστρωγγυλώσεως, εἰς τὴν ὄρυκτολογικὴν σύστασιν, εἰς τὸν τελικὸν χαρακτηρισμὸν τοῦ τουρμπιντίτου καὶ εἰς τὴν ἡλικίαν του.

Τέλος, εἰς ὅτι ἀφορᾷ εἰς τὸ περιβάλλον ἰζηματογενέσεως τοῦ ἐν θέματι σχηματισμοῦ, ἐν προκειμένῳ, ὁ τουρμπιντίτης Ἀμυγδαλιᾶς ἀπετέθη εἰς περιβάλλον τὸ ὁποῖον καθορίζουν ἐνταῦθα τὰ εἰς μεγάλην ἔκτασιν ἐναποτεθέντα καὶ συμπυκνωθέντα ἀσβεστολιθικά στρώματα. Ἡ ἀπόθεσις ἔλαβε χώραν παρὰ τὴν ἀκμὴν ὑφαλοκρηπίδος ὅπου χωροῦσε ἀνθρακικὴ ἰζηματογένεσις (carbonate shelf, margin).



Εικ. 3.

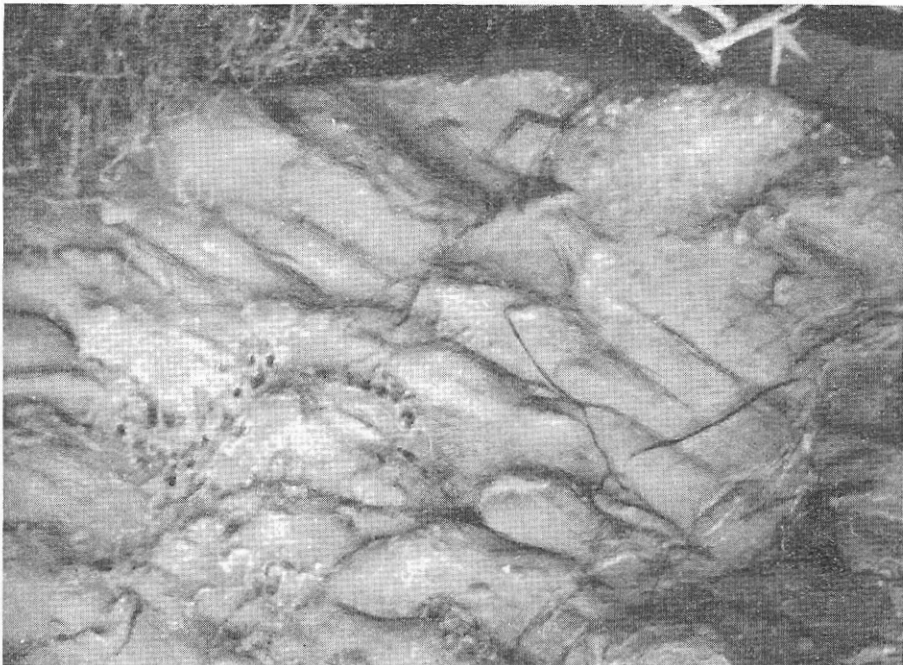


Εικ. 4.

Εικ. 3 και 4. Μαστοειδείς προεξοχαι του πέλματος (Sohlmarken) των ψαμμιτικων βάσεων του τουρμπινιτιου 'Αμυδαλιās.



Εικ. 5.



Εικ. 6.

Εικ. 5 και 6. Μαστοειδείς προεξοχαί του πέλματος (Sohlmarken)
των ψαμμιτικών βάσεων του τουρμινιτίου 'Αμυδαλιᾶς



Είχ. 7.

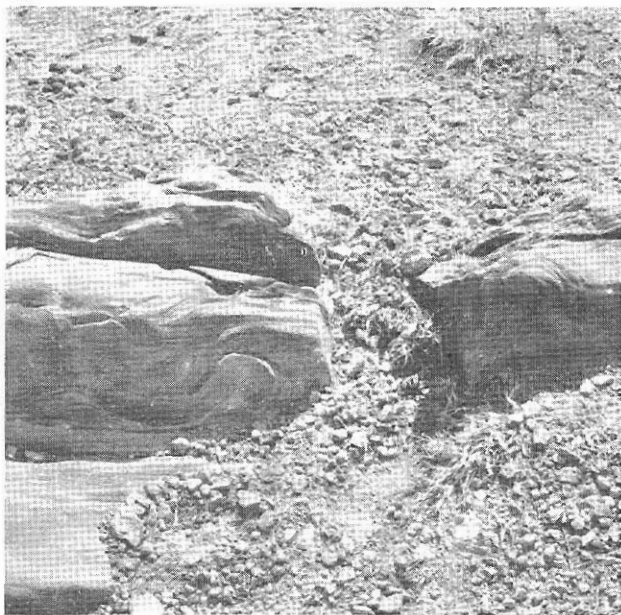


Είχ. 8.

Είχ. 7 και 8. Εικόνες εμφαίνουσαι τήν τυπικήν στρώσιν του ψαμμιτικού ύλικου των μπάγκων της βάσεως του τουρμιντίτου 'Αμυγδαλιάς.

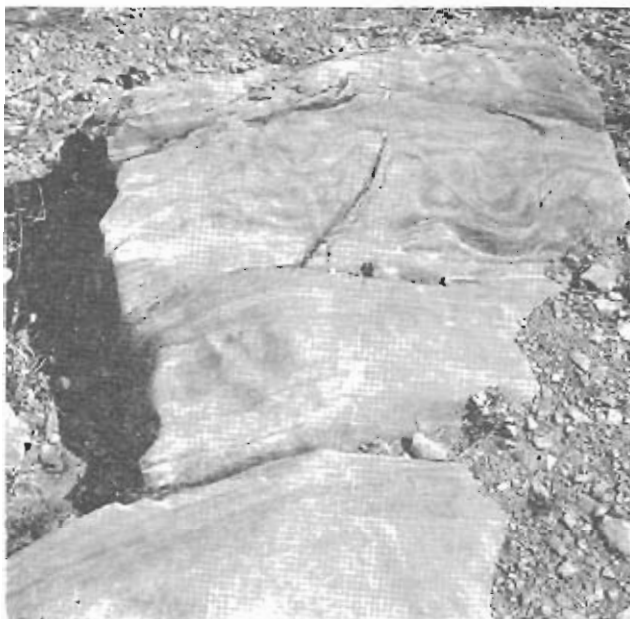


Είχ. 9.



Είχ. 10.

Είχ. 9 και 10. Εικόνες έμφαίνουσαι τήν σπειροειδή (περιελιγμένην) στρώσιν
είς τούς τουρμιντίτας 'Αμυδαλιᾶς.



Είκ. 11.



Είκ. 12.

Είκ. 11 και 12. Εικόνες έμφαίνουσαι τήν σπειροειδή (περιελιγμένην) στρώσιν εις τούς τουρμιντίτας 'Αμυγδαλιᾶς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. BOUMA, A. H. (1962): Sedimentology of some Flysch Deposits. Elsevier, Amsterdam.
2. BOUMA, A. H. and BROWER, A. (1964): Tourbidites. Elsevier, Amsterdam.
3. BOUMA, A. H. (1969): Some data on Trubidites from the Alpes Maritimes (France) Geol. Mijnb., 21.
4. CARROZI, A. V. and FROST, S. H. (1966): Turbidites in dolomitized flank beds of Niagara. Refs. J. Sediment. Petrol, 36.
5. DALY, R. A. (1936): Origin of Submarine canyons. Am. J. Sc., 31.
6. DUFF, P. D. HALLAM, A. and WALTON, E. K. (1967): Cyclic Sedimentation. Elsevier, Amsterdam.
7. FOREL, F. A. (1885): Les ravins sous-lacustres des fleuves glaciaires. Compt. Rend., 101.
8. HAND, B. M. and EMEPY, J. O. (1964): Turbidites and Topography of North and of San Diego trough, California. J. Geol. 72.
9. HARMS and FAHNESTOCK R. K. (1965): Stratification bed forms and flow phenomena. Soc. Econ. Min., Sp. Publ. No 13.
10. HUBERT, F. F. (1967): Sedimentology of pre-alpine flysch sequences, J. Sediment. Petrol. 37.
11. KELLING, G. (1964): The Turbidite concept in Britain (Ed. Bouma and Brower). Elsevier, Amsterdam.
12. KLEIN, G. (1967): Paleocurrent analysis in relation to modern sediment dispersal patterns. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, 51.
13. KUENEN, PH. H. (1938): Density currents in connection with the problem of Submarine Canyons, Geol. Mag. 75.
14. KUENEN, PH. H. (1953): Significant features of graded bedding. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologists. 37.
15. KUENEN, PH. H. and MIGLIORINI, C. I. (1950): Turbidity currents as a cause of graded bedding. J. Geol., 58.
16. KUENEN, PH. H. and MENARD, H. W. (1952): Turbidity currents as a cause of graded deposits J. Sedim. Petrol. 22.
17. KUENEN, PH. H. (1966): Matrix of Turbidites. Exp. approach. Sedimentology 7.
18. MENARD, H. W. (1964): Marine Geology of the Pacific. Mc Grow-Hill, New York.
19. SELLEY, C. R. (1969): Ancient Sedimentary Environments. Chapman and Hall, Ltd., London.
20. VAN DER LINGEN, G. J. (1969): The Turbidite problem. N.Z J. Geol., Geoph. 12.
21. WALKER, R. G. (1965): The origin and significance of the internal sedimentary structures of Turbidites. Proc. Yorks Geol. Soc. 35.
22. WALKER, R. G. (1967): Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments. J. Sediment. Petrol, 37.
23. WEBB, F. W. (1965): The stratigraphy and sedimentary petrology of Miocene turbidites in San Joaquin Valley. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol. 49.