

Τεχνικές στερέωσης τοιχοποιιών από πλίνθρες και δωμάτων από χώμα: Η εμπειρία εφαρμογών στη Μονή Σινά

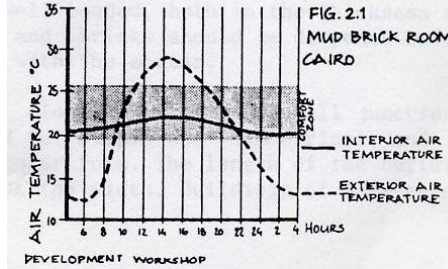


Παρουσίαση με βάση ανακοίνωση στην ημερίδα: «Τεχνικές Αναστήλωσης, υλικά και προβλήματα εφαρμογής» της ΕΤΕΠΑΜ, Θεσσαλονίκη, 20/11/2010

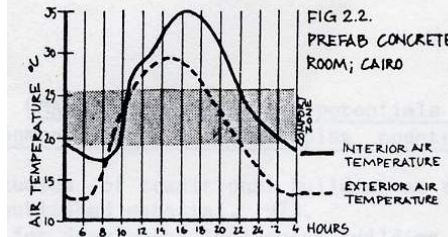
Π. Κουφόπουλος, Καθ. Τμήματος Αρχιτεκτόνων Πολυτεχνικής Σχολής Παν. Πατρών
 Μ. Μυριανθέως, Δρ Αρχιτέκτων ΕΜΠ, MA York Univ.U.K.

Πανεπιστήμιο Πατρών 21/2/2019

Κάιρο, δωμάτιο από πλίνθρα: Περιορισμένη θερμοκρασιακή μεταβολή εσωτερικού χώρου σε σχέση με τη σημαντική εξωτερική 24ωρη θερμοκρασιακή διακύμανση.



Κάιρο, δωμάτιο από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα: Σημαντική θερμοκρασιακή μεταβολή εσωτερικού χώρου σε σχέση με την εξωτερική θερμοκρασιακή διακύμανση.



Λόγγος, Αχαΐα. Διόροφος μύλος με πλίνθρινες τοιχοποιίες σε θεμέλιο από λιθοδομή

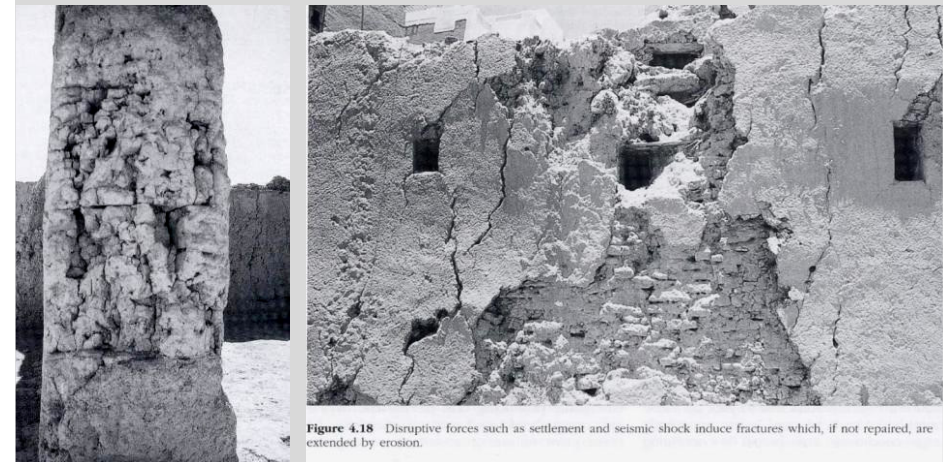


Figure 4.18 Disruptive forces such as settlement and seismic shock induce fractures which, if not repaired, are extended by erosion.

Δομικές βλάβες από υπέρβαση του ορίου θλίψης, διαφορική καθίζηση και σεισμό



Βιβλιογραφία

John Warren, *Conservation of Earth Structures*, έκδοση Butterworth-Heinemann, 1999.

Adobe 90 Preprints, *6th International Conference on the Conservation of Earthen Architecture*, Los Angeles 1990.

John Norton, *Building with Earth, a Handbook*. Development Workshop, Warwickshire, 1986.

G.F. Middleton, *Earth-wall construction*, Bulletin No 5, Dpt of Transport & Construction, AGPS, Canberra 1982.

Aydin Germen, *The Endurance of Earths as a Building Material – and the Discreet but Continuous Charm of Adobe*, NETU, Journal of the Faculty of Architecture, vol.5, No 1, spring 1979.

Des Architecture de Terre, ou l' Avenir d'une Tradition Millénaire (Catalogue), ed. Centre George Pombidou, 1982.

Edward Crocker, *Earthen Architecture and seismic Codes; Lessons from the Field*, (ICOMOS)

6

Κατοικίες από πλίθρες απαντώνται σε μεγάλη έκταση στην ανώνυμη αρχιτεκτονική στις χώρες της μεσογειακής λεκάνης.

Λ.χ. Ελλάδα, Κύπρο, Μέση Ανατολή, Βόρεια Αφρική και αλλού

7



Μονή Σινά, Αίγυπτος. Ίδρυση στον 6^ο αιώνα από τον Αυτοκράτορα Ιουστινιανό. Διασώζει κατασκευές από τον 6^ο ως τον 20^ο αιώνα.

8



Διόροφες και τριόροφες οικίες με πλίνθινες τοιχοποιίες στη βόρεια Ελλάδα



Οικίες με πλίνθινες τοιχοποιίες στη νότια Ελλάδα (Αχαΐα)



Οικία με πλίνθινη τοιχοποιία, Φιλιατρά Μεσσηνίας

Οικία με πλίνθινη τοιχοποιία και χωμάτινου δαπέδου σε ξύλινο σκελετό, Καρπασία Κύπρος

10



Οικία με πλίνθινη τοιχοποιία σε θεμέλιο από τοιχοποιία. Ευρύχου, Κύπρος (ανέγερση περί το 1926 – κατεδάφιση 2010)

11



Οικία με πλίνθινη τοιχοποιία, Ευρύχου, Κύπρος

12

Πρώτη ύλη: «Δομικό χώμα»:

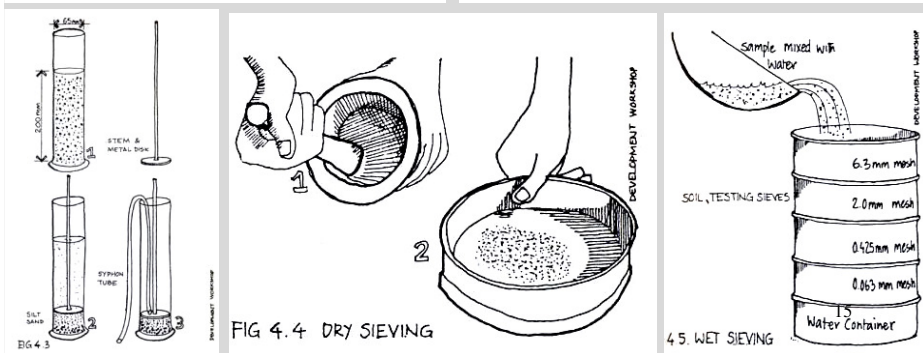
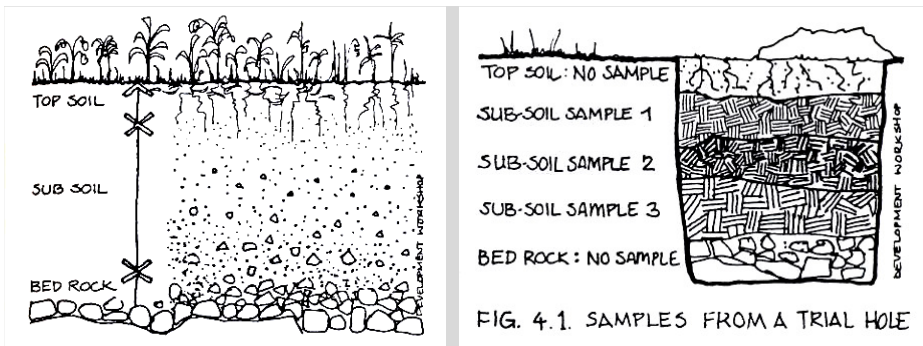
Αποτελείται από πηλό (χώμα+νερό) + αδρανή (χαλίκι, άμμο, ιλύ)
 Earth = clay (earth+water) + gravel (sand, rubble, river sludge)

Χρήσεις «δομικού χώματος»

1. Παρασκευή ωμών πλίνθων (δομικών τούβλων)
2. Συνδετικά κονιάματα δόμησης
3. Κονιάματα επίχρισης
4. Υλικό πλήρωσης νεκρών φορτίων λ.χ. θόλων
5. Θερμομόνωση χωματινών δωματίων

Κριτήρια συλλογής πρώτης ύλης (χώματος) για την κατασκευή των πλίνθων:

1. Αποφεύγεται η πάνω στρώση του χώματος που περιέχει οργανικά
2. Συλλέγονται τα αμέσως κατώτερα στρώματα ως το βράχο



Η πρώτη ύλη (κονία): πηλός (συνήθως άργιλος, άμμος, νερό)¹⁶

Ιδιότητες «δομικού χώματος»:

1. Συρρίκνωση όγκου και ρηγμάτωση κατά το στέγνωμα (πηλός).
2. Περιορισμένη εφελκυστική αντοχή
3. Ικανοποιητική αντοχή σε θλίψη
4. Ικανοποιητική ποιότητα – κανονικότητα εφόσον επιχριστεί
5. Ευάλωτο στη διάβρωση από τα όμβρια

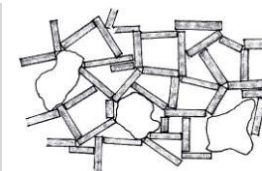
Πρόσμικτα για βελτίωση ιδιοτήτων:

1. Αχυρο, τρίχες στο κονίαμα και πρόσθετες ξυλοδεσιές για να παραλάβουν φορτία εφελκυσμού.
2. Αδρανή και μικρή χρήση νερού για να περιοριστεί η συρρίκνωση και η ρηγμάτωση
3. Μικρή ποσότητα ασβέστη ή τσιμέντου για βελτίωση αντοχής ιδιαίτερα στα χρωματοκονιάματα

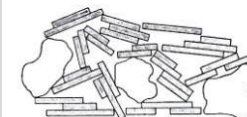
Πλεονεκτήματα

1. Θερμομονωτική ικανότητα (μεγάλη θερμοχωρητικότητα)
2. Ηχομονωτική ικανότητα
3. Ευχάριστο κλίμα στους εσωτερικούς χώρους
4. Χαμηλό κόστος πρώτης ύλης και ενοσασίας

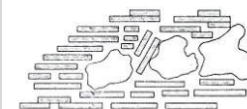
17



Flocculated deposition in which electrostatic edge effects cause platelets to adhere by edge contact



Normal deposition in which electrostatic charges are balanced between edge and face effects



Consolidated deposition in which a force has induced greater packing and hence alignment

Note: clay particles will stack more than is shown in these diagrams.

Figure 3.2 Fine-particle soil deposition.

Η χαλαρή σύνδεση των κρυστάλλων πηλού αντιμετωπίζεται με την απλή συμπίεσή του, που βελτιώνει σημαντικά την αντοχή σε θλίψη

18

Παρασκευή δοκιμών για έλεγχο καταλληλότητας πρώτης ύλης:

1. Ξηρό κοσκίνισμα
2. Μείξη με νερό
3. Ανάδευση και παρασκευή πειραματικών δοκιμών
4. Συμπύεση

19

FIG 4.8

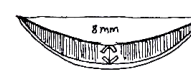


FIG 4.9

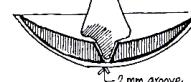


FIG 4.10

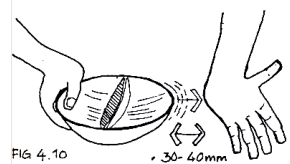


FIG 4.11

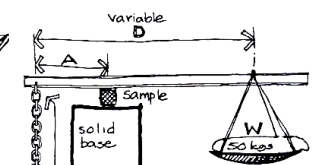
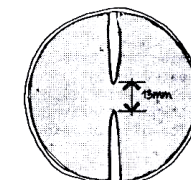
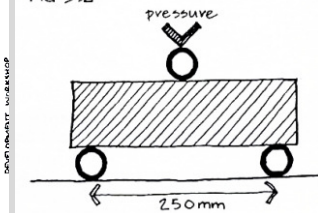


FIG 5.1. APPARATUS FOR COMPRESSION

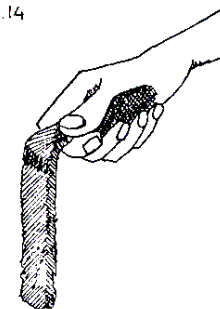
FIG 5.2



Απλοί τρόποι ελέγχου της πλαστιμότητας, της αντοχής σε θλίψη και της συνοχής της πλίσθρας

20

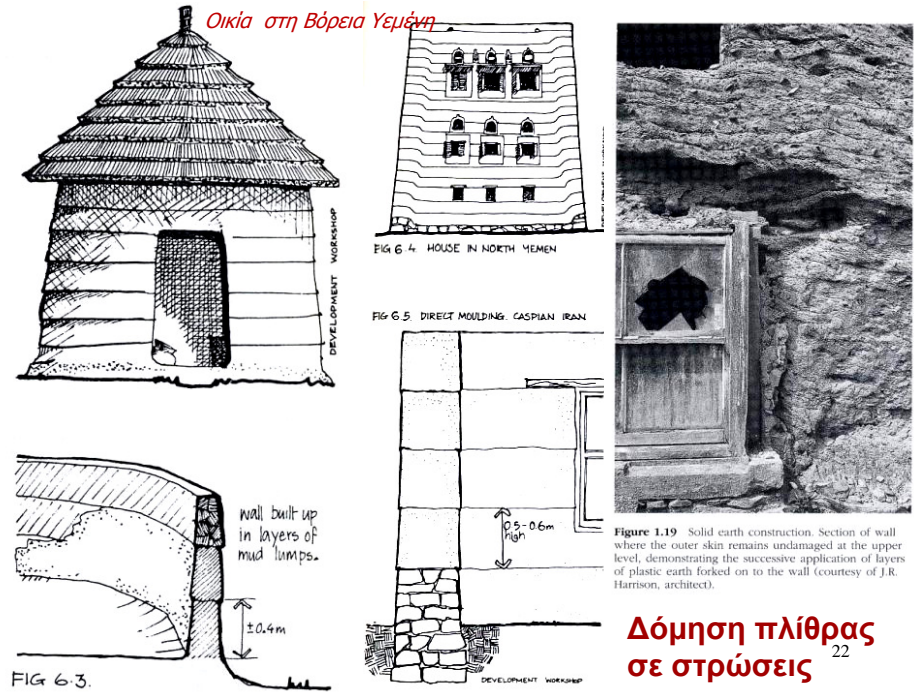
(iii) RIBBON TEST:
no equipment - low
Fig 4.14



Συνήθειες τρόποι δόμησης τοιχοποιιών με χώμα

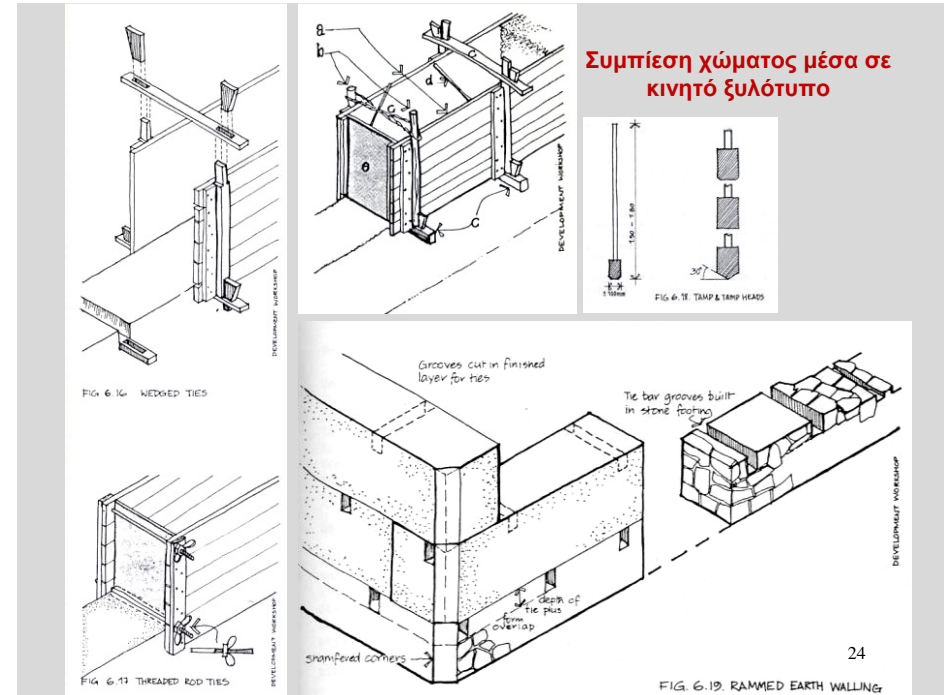
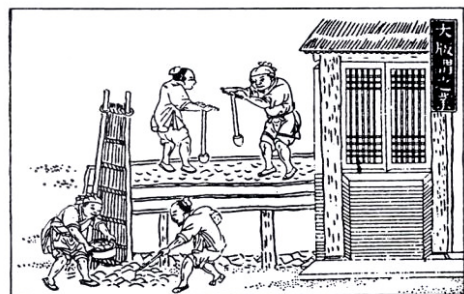
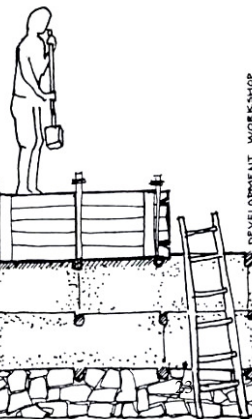
1. Άμεση εναπόθεση πηλού σε στρώσεις με τα χέρια (moulding)
2. Κατασκευή συμπίεστου χώματος, με χρήση ξυλότυπου (rammed earth walling)
3. Κατασκευή πλίνθας (δομικού τούβλου) σε καλούπτι (adobe bricks), δυνατότητα προκατασκευής
4. Μεικτές κατασκευές: δόμηση πλινθών με ξυλοδεσιές λ.χ. ξυλόπηκτοι τοίχοι ή πλοκαριές ή λιθοδομών με συνδετικό κόνιαμα από χώμα

21

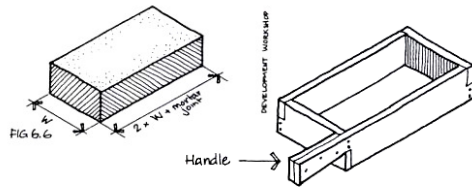


Το Συμπιεστό Χώμα (Χύτευση) (Rammed Earth, Pisé)

Εφαρμογή κυρίως στη Μέση και Άπω Ανατολή. Η μέθοδος εφαρμόζονταν και στην Ευρώπη.



24



Κατασκευή δομικού στοιχείου με καλούπι (adobe bricks)

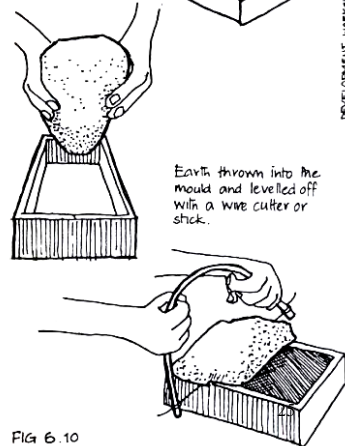
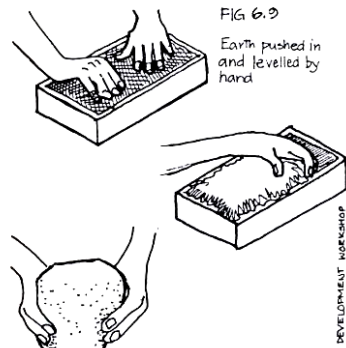
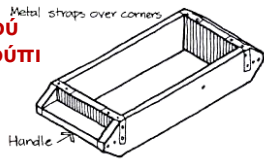


FIG 6.10



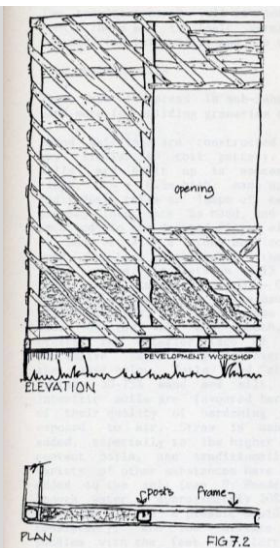
(b)
Fig. 5.2. The use of straw in adobe blocks. Photograph (a) shows the appearance of adobe blocks one with too much straw and the other with the correct quantity of straw. Photograph (b) shows the crack-distributing effect of straw. Both the blocks were made from the same heavy clay, but the one without straw has cracked into two pieces.

Κατασκευή δομικού στοιχείου (πλίνθου), με πρόσμικτο άχυρο (adobe bricks)



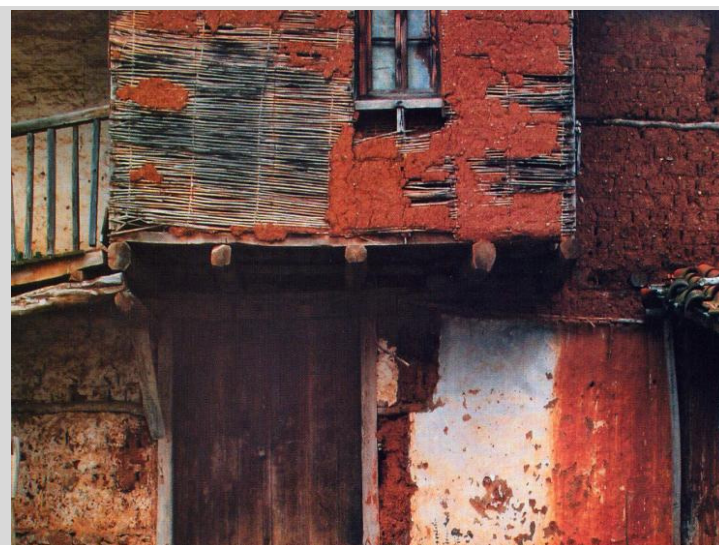
Κατασκευή με δομικό στοιχείο την πλίνθρα, (χωρή πλίνθο από χώμα) (adobe bricks)

Το χώμα ως συνδετικό κονίαμα σε ξυλόπηκτες κατασκευές
ή ως τελικό επίχρισμα σε πλίνθινες κατασκευές



Βέροια, ξυλόπηκτος τοίχος με σκελετό από ξύλο, πλήρωση με «πλοκαριά» και επίχριση με χώμα

Ξυλόπηκτος τοίχος με σκελετό από ξύλο, πλήρωση και επίχριση με χώμα



Πρέσπες, ξυλόπηκτος τοίχος με σκελετό από ξύλο, πλήρωση με πλοκαριά από καλάμια και επίχριση με χώμα



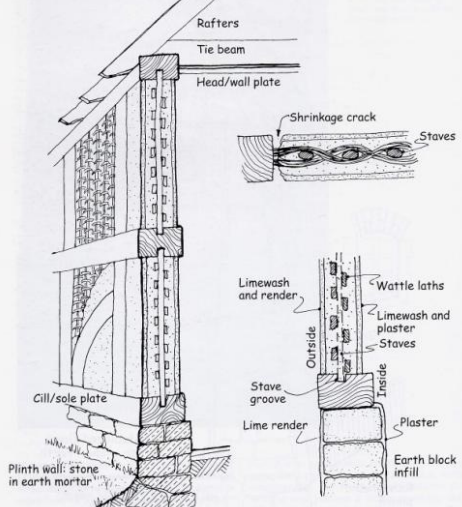
Κοσκινισμένο χώμα, ως κονία για την παρασκευή του κονιάματος.



Ξυλόπηκτος τοίχος με γέμισμα από πλίνθρες και πλοκαριά



Διαδοχική αμφίπλευρη εφαρμογή επιχρίσματος από χύμα σε ξυλόπηκτη τοιχοποιία (timber framed), Αγγλία



Earths carried on an armature, wattle and daub, stave and daub, earth block noggin, etc.

Figure 1.18 Framed earth construction.

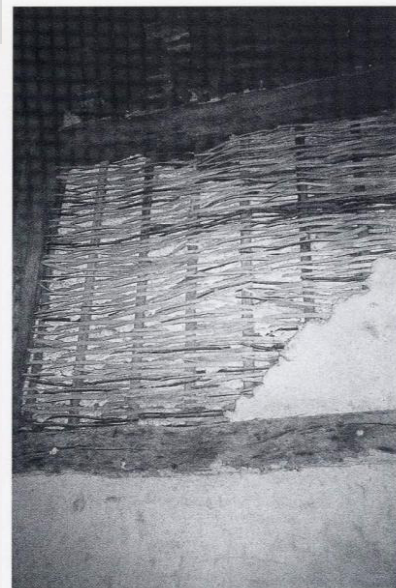


Figure 8.21 Wattle and daub repair. Lime-stabilized daub applied to a panel of second-grade wattle made of split hazel wands on hardwood staves. Application was not simultaneous from both sides.



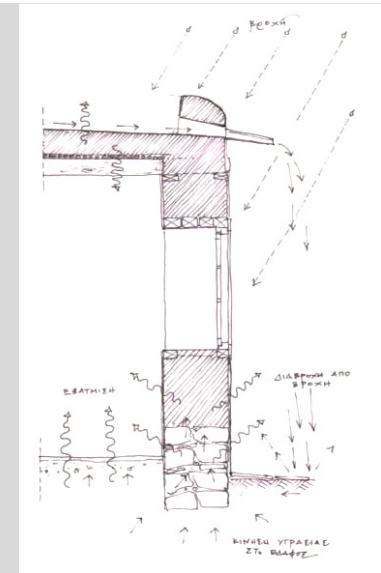
Figure 9.3 Bowhill: Great hall ceiling/Great chamber – applying daub and scat (© English Heritage)

Η διάβρωση, ρηγμάτωση και καταστροφή των πλίνθρινων τοιχοποιιών:

Η πλίνθρινη τοιχοποιία είναι υγροσκοπική. Επιπροσθέτως δεν είναι δυνατόν να βαφεί, ούτε να καταστεί υδρόφοβη με επαλείψεις.

Συνεπώς, εφόσον δεν επιχρισθεί στην εξωτερική της όψη, υπόκειται σε διάβρωση από τα όμβρια και την υγρασία

Επίσης οι πλίνθρινες τοιχοποιίες αποκτούν δομικές βλάβες από διαφορετική καθίζηση ή δυναμικές καταπονήσεις (σεισμοί)



Ο μηχανισμός της διάβρωσης των τμημάτων πλίνθρινης τοιχοποιίας και δώματος



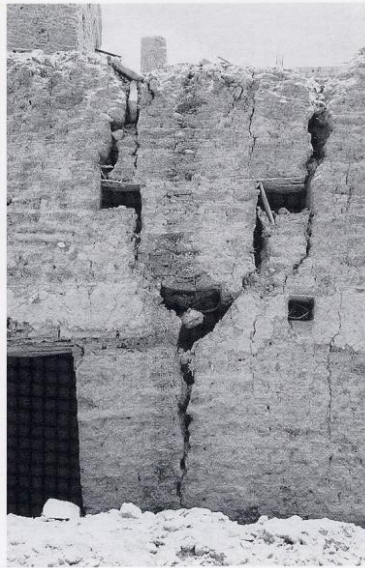


Figure 8.10 A circumstance where the careful introduction of mud brick components and earth mortar from the lowest level upwards will be capable of restoring the stability of the structure. A liquid fill would almost certainly be disastrous (courtesy of Rebecca Warren).



Figure 8.11 A circumstance where structural elements of a predominantly earth wall are in contact. The introduction of a plastic fill stage by stage would be considered here (courtesy of Rebecca Warren).

Δομικές βλάβες σε τοιχοποιίες από πλίνθρες

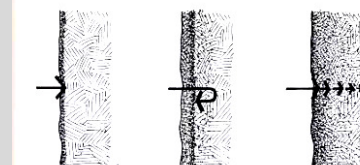


Figure 8.6 Mexico. Failure of the cement capping, cracked by thermal movement, has opened the way to the detachment of the rigid sheathing of the mud block core (r.h.s.).

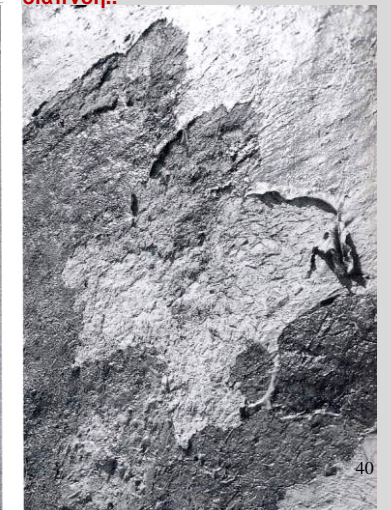


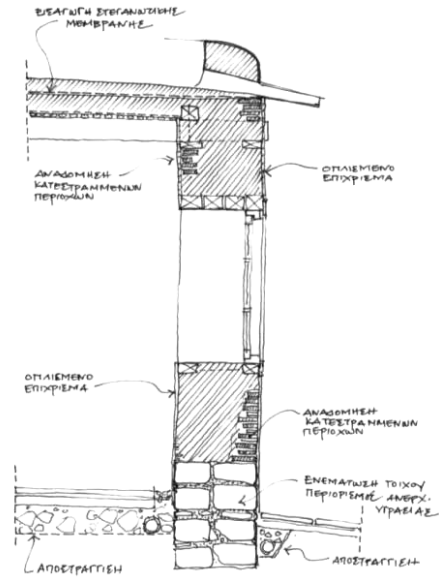
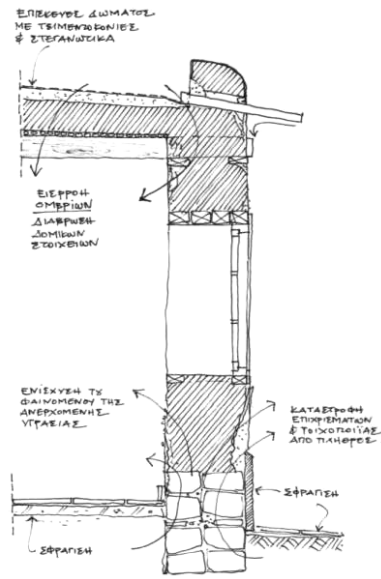
Figure 7.1 Work of the Getty Institute at Fort Lauderdale, New Mexico, 1990. Test panels set up in the open to provide data on modifications to earths in weathering, together with control panels, immediately adjacent. An important aspect of this research has been the sustained trialing of wide ranges of materials. For the first time on a large scale and with consistent techniques earth as a basic building material has been exposed to careful monitoring of its behaviour in scientifically prepared and supervised conditions. Only a sample of the trial series can be seen in these pictures.

Αποκόλληση «σκληρού» επιχρίσματος από τσιμεντοκονία από πλίνθρινη τοιχοποιία λόγω μη συμβατότητας των υλικών. Η αποκόλληση οδηγεί σε σταδιακή απώλεια μάζας της πλίνθρινης τοιχοποιίας.



Αποτυχημένη αδιαβροχοποίηση τοιχοποιίας από πλίνθρα με ψεκασμό ή βαφή. Σταδιακή απώλεια μάζας και εξωτερικής επιφάνειας. Συνίσταται προστασία με επίχρισμα από χύμα ή ασβέστη που επιτρέπει τη διαπνοή..



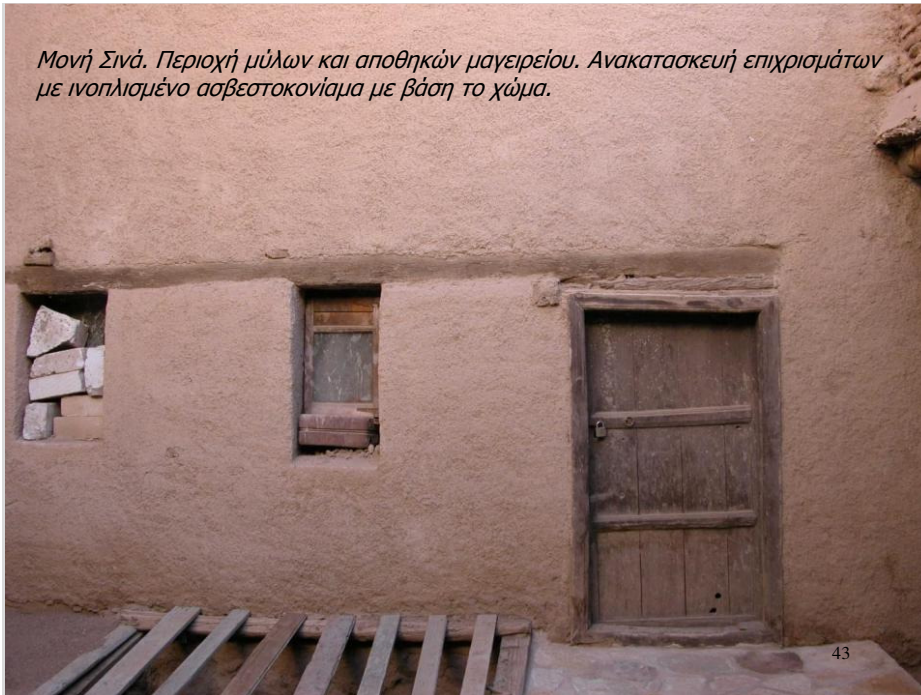


Τυπικά προβλήματα τοίχου και δώματος από πλίνθρα και άστοχες επισκευές

Ενδεικτικοί τρόποι επισκευής του τοίχου και του δώματος με αποστράγγιση, τοπική αναδόμηση, ενίσχυση πρόσφυσης κονιάματος, εισαγωγή στεγανωτικής μεμβράνης



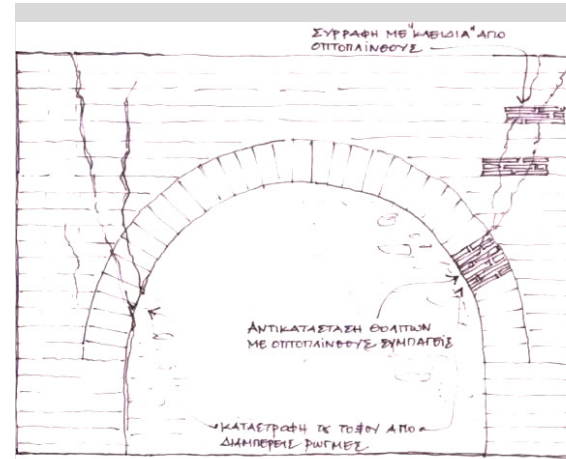
Μονή Σινά. Περιοχή μύλων και αποθηκών μαγειρείου. Ανακατασκευή επιχρισμάτων με ινοπλισμένο ασβεστοκονίαμα με βάση το χώμα.



Μονή Σινά, Αίγυπτος. Αποκατάσταση και εκ νέου λειτουργία εγκαταλειμμένης περιοχής μαγειρείου-τράπεζας. Καθαίρεση διαβρωμένων επιχρισμάτων και αποκάλυψη τοιχοποιιών από πλίνθρες χωρίς δομικά προβλήματα.



Μονή Σινά. Μαγειρείο. Ανακατασκευή επιχρισμάτων με ινοπλισμένο ασβεστοκονίαμα με βάση το χώμα και τον ασβέστη.



«Συρραφή» ρωγμών και αποκατάσταση τόξου με ένθεση οπτόπλινθων στην τοιχοποιία από πλίνθες

Figure 8
erosion &
Deeohole

Raking shore if required

Not exceeding 1/3 thickness

Shutter

Detritus

Slate

Curing basal erosion and reducing excessive or dangerous water uptake to acceptable levels

- Remove and discard detritus
- Provide shutter and select short sections of wall, alternating approximately 1m lengths (treated and untouched) inserting slate slips in semi-plastic earth mortar to build up layer with reduced water paths
- Continue upwards with tamping replacement, working slowly to allow progressive drying
- Repeat in untreated lengths
- Repeat opposite face in severe cases

Διάβρωση και επισκευή με συμπίκνωση χώματος και διαμόρφωση έδρασης με σχιστόπλακες



Επένδυση της φθαρμένης ιστορικής τοιχοποιίας από πλίνθες με νέο τοίχο από συμπαγείς οπτόπλινθους, προκειμένου να στερεωθούν σε αυτόν τα δίκτυα Η/Μ εγκαταστάσεων

Μαγειρείο Ι. Μονής Σινά



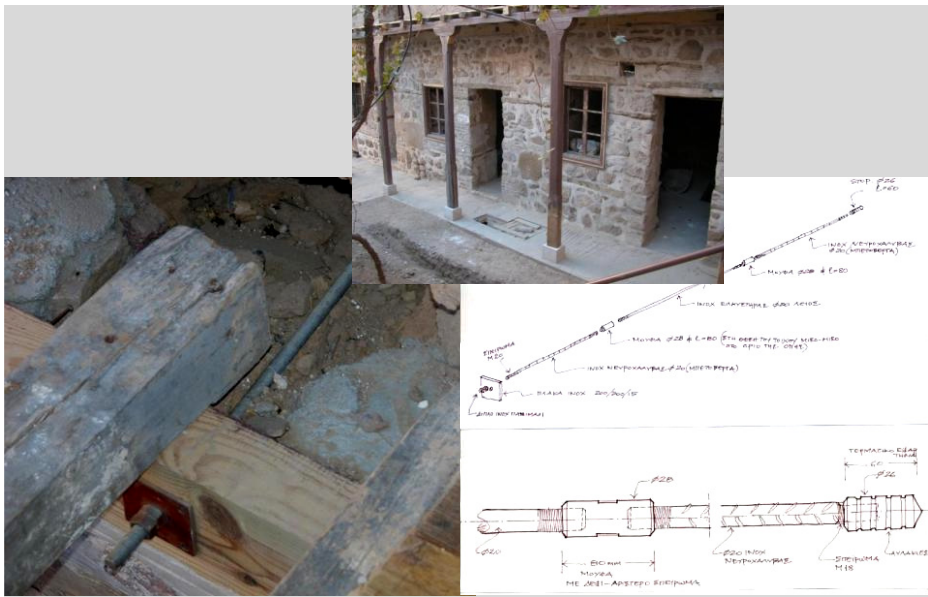
Θέσεις συμπληρώσεων και νέων τοίχων από οπτοπλινθοδομή στην πτέρυγα των Πατερικών Κελιών



Συμπλήρωση των περιοχών όπου οι πλίνθρες έχουν αστοχήσει

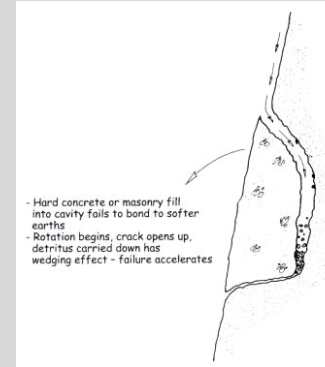


Προσθήκη στρωτήρων και ελκυστήρων στα πατώματα (ενίσχυση διαφραγματικής λειτουργίας)



Εισαγωγή ξύλινου στρωτήρα (κατά μήκος) και εγκάρσιων μεταλλικών ελκυστήρων για πάκτωση του υφιστάμενου φορέα από ξύλο και πλίνθρες (Κτήριο Πατερικών Κελιών, Σινά)

Ακατάλληλη επισκευή με συμπλήρωση από ισχυρό υλικό στο σχήμα της φθαρμένης περιοχής



- Hard concrete or masonry fill into cavity fails to bond to softer earths
- Rotation begins, crack opens up, detritus carried down has wedging effect - failure accelerates

Τοπική επισκευή (συρραφή) με συμπλήρωση στο σχήμα ακέραιων πλίνθρων

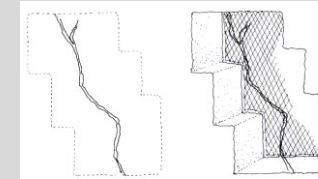
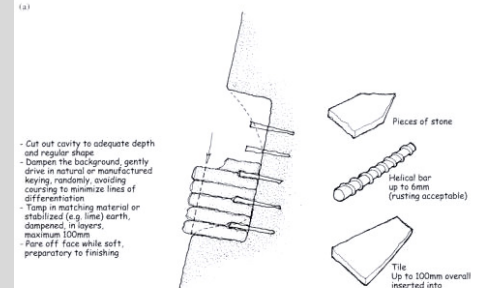


Figure 8.9 (a-b) Deep infill with interlocking mechanisms.

Deep structural cracks, failed corners

To restore continuity to wall, cut out to maximum of half-depth of wall, lay in mesh (terylene, fabric, expanded aluminium, etc.) against dampened backing, trowel in semi-plastic matching earth up to 50mm layer and repeat with reinforcement if required.
Alternatively, use mix with terylene chopped random fibre in layers tamped not exceeding 50mm thickness.

Tensile reinforcement to structural crack



- Cut out cavity to adequate depth and regular shape
- Dampen the background, gently drive in natural or manufactured keying, randomly, avoiding coursing to minimize lines of differentiation
- Tamp in matching material or stabilized (e.g. lime) earth, dampened, in layers, maximum 100mm
- Pare off face while airt preparatory to finishing

Remedy

(b)



Γεώπλεγμα

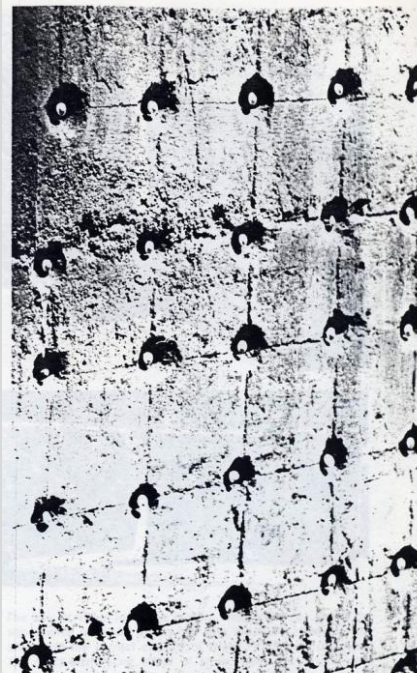


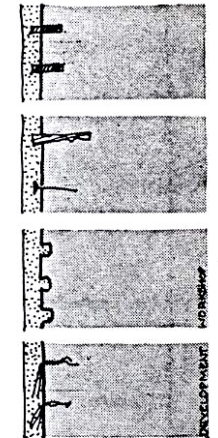
FIG 9.3.
Broken tiles pushed into damp mortar;

Wooden pegs;

Nails and spikes;

Holes, and grooving;

Fibres projecting from the wall.



Ενίσχυση χωμάτινου επιχρίσματος με ήλους (σπασμένο κεραμικό υλικό, ξύλο, καρφιά) ή αυλακώσεις

Fig. 4.11. Kevlar on a pisé wall in preparation for rendering.



57

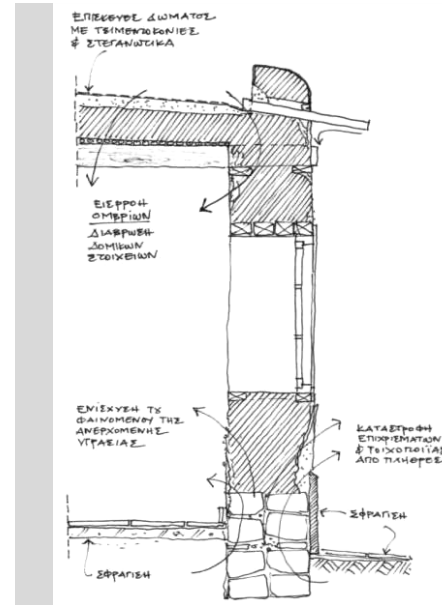


Εύπλαστο υλικό επίχρσις –συμβατό με την πλίθρινη⁸ τοιχοποιία

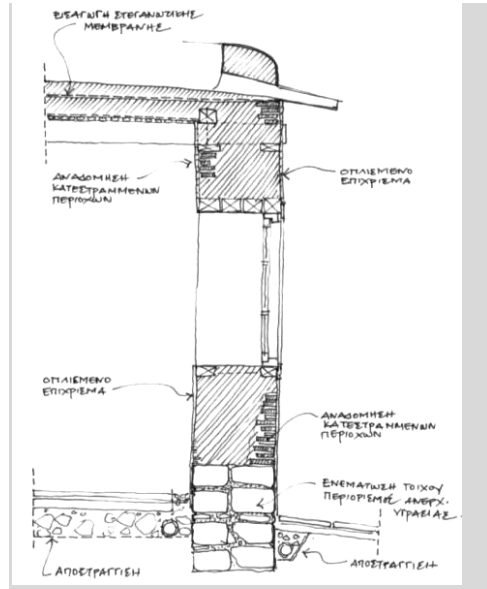




61



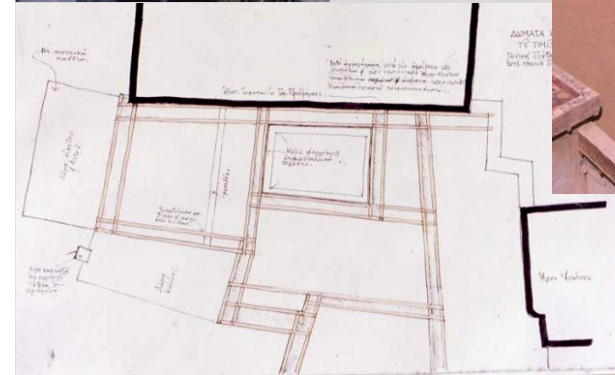
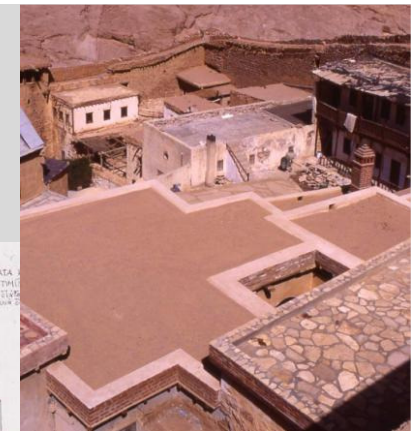
Τυπικά προβλήματα τοίχου και δώματος από πλήθρα και άστοχες επισκευές



Ενδεικτικός τρόπος επισκευής του τοίχου και του δώματος με αποστράγγιση, αναδόμηση, εισαγωγή στεγανωτικής μεμβράνης



63



Ο νέος πρόσθετος ξύλινος φορέας που τοποθετήθηκε παράλληλα στο διατηρημένο αρχικό (ξύλινα διαζώματα).

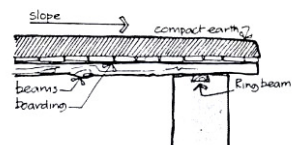


FIG 7.9. FLAT ROOF WITH OVERHANG

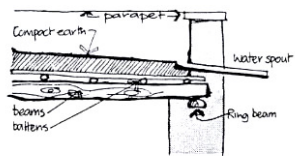


FIG 7.10 FLAT ROOF WITH PARAPET

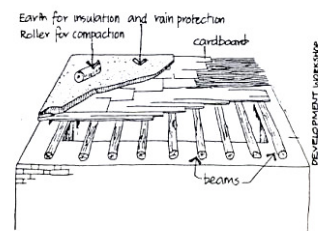
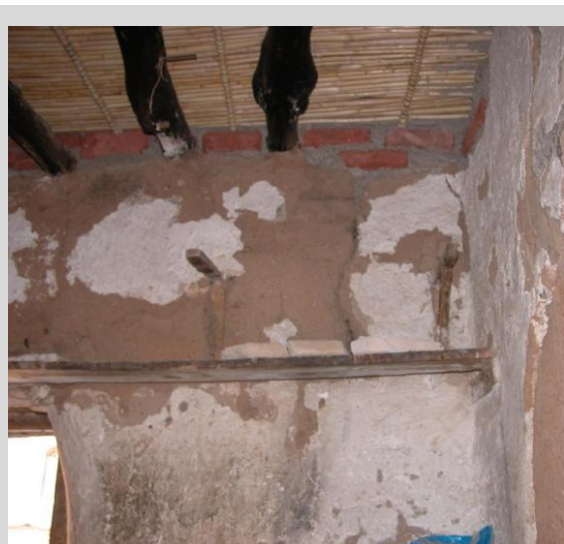


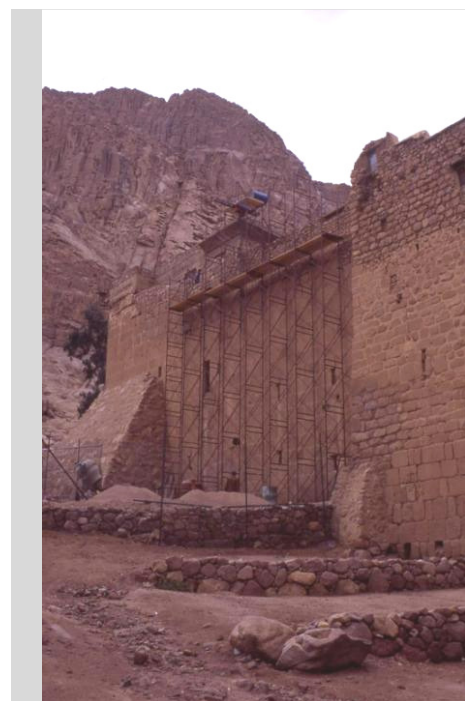
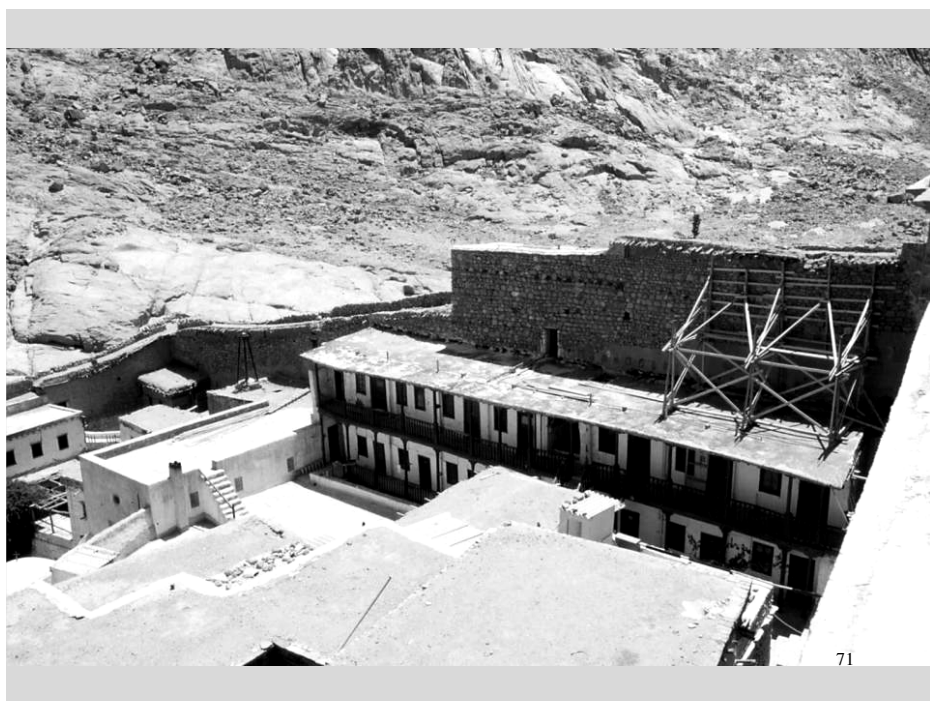
FIG 7.11. TRADITIONAL FLAT ROOF. IRAN



DEVELOPMENT WORKSHOP

DEVELOPMENT WORKSHOP





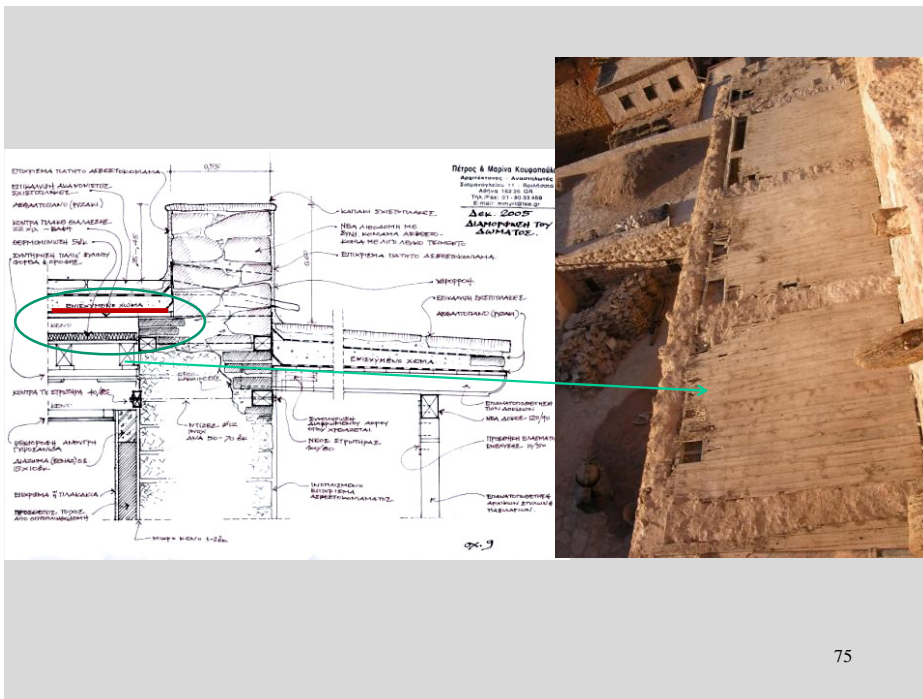


73



Προσθήκη στρωτήρων και ελκυστήρων στα πατώματα (ενίσχυση διαφραγματικής λειτουργίας)

74



75

