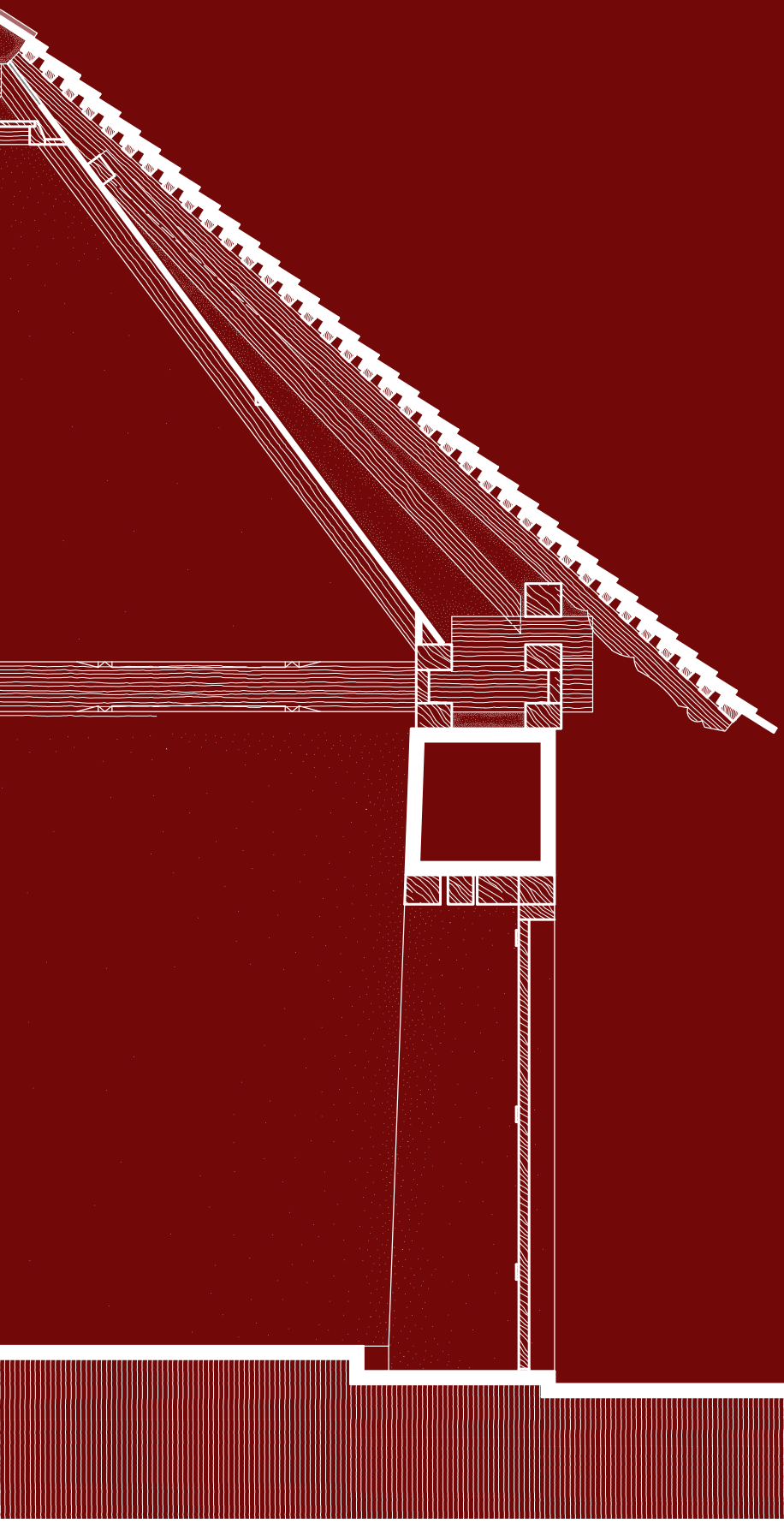
LE CHIESE POST-BIZANTINE CON DOPPIO TETTO LIGNEO DI CIPRO.

IL CASO DI AYIA MARINA.



POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento di Architettura e Design

Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Restauro
e la Valorizzazione del Patrimonio

A.A. 2016-2017

Tesi di Laurea

Le chiese post-bizantine con doppio tetto ligneo di Cipro.

Il caso di Ayia Marina.

RELATORE:
Prof. Cesare Tocci

CORELATORE:
Prof. Marios Pelekanos

TESISTE:
Silvia Bertolotti
Giulia Gallitto

INTRODUZIONE

1. L'ISOLA DI CIPRO

2. LE CHIESE A DOPPIO TETTO LIGNEO

3.1 INTRODUZIONE

3.2 L'EVOLUZIONE STORICA DELLE CHIESE

3.2.1 IL PRIMO PERIODO

3.2.2 IL SECONDO PERIODO

3. I CARATTERI TIPOLOGICI E ARCHITETTONICI DELLE CHIESE A DOPPIO TETTO LIGNEO

4.1 LE TIPOLOGIE DI IMPIANTI

4.1.1 IMPIANTI A SINGOLA NAVATA

4.1.2 IMPIANTI DERIVATI

a. Le chiese a singola navata con aggiunta di un nartece

b. Le chiese con corridoio laterale

c. Le chiese con navata laterale

d. Le chiese con corridoio a "L"

e. Le chiese con corridoio su tutto il perimetro

4.1.3 IMPIANTI A TRE NAVATE

a. Le chiese con colonnato in legno

b. Le chiese con colonnato in pietra

c. Le chiese con pareti con arcate

4.2 GLI ELEMENTI ARCHITETTONICI E DECORATIVI

4.2.1 LA PORTA

4.2.2 LA FINESTRA

4.2.3 I BANCHI

4.2.4 L'ICONOSTASI

4.2.5 GLI AFFRESCHI

4.3 IL DOPPIO TETTO LIGNEO

4.3.1 MORFOLOGIA

a. Il tetto nelle chiese a singola navata

b. Il tetto nelle chiese a tre navate

4.3.2 TECNICA COSTRUTTIVA

a. Tetto interno

b. Tetto esterno

c. Eccezioni

4. IL CASO STUDIO DELLA CHIESA DI AYIA MARINA A PEDOULAS

5.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

5.2 RILIEVO GEOMETRICO

5.3 RILIEVO COSTRUTTIVO

5.3,1 MURATURA

5.3,2 “LEGAMENTI” LIGNEI

5.3,3 COPERTURA

5.4 INTERPRETAZIONE DEL SISTEMA COSTRUTTIVO

5.4.1 RESISTENZA AL SISMA

5.4.2 CARATTERISTICHE BIOCLIMATICHE

5.5 EVOLUZIONE STORICA

CONCLUSIONI

BIBLIOGRAFIA

SITOGRAFIA

RIFERIMENTI

INTRODUZIONE

La nostra tesi nasce dall'esperienza Erasmus svolta, durante l'ultimo anno di Laurea Magistrale, nella Frederick University di Nicosia (Cipro) dove abbiamo seguito il corso di "Architectural Technology VI", tenuto dai professori Panayiotis Touliatos e Marios Pelekanos.

Il Professor Pelekanos conduce da sette anni una ricerca appronfondita sul tema delle chiese cipriote con doppio tetto ligneo dei Monti Troodos; questa tipologia di copertura è un "unicum", poichè la combinazione di componenti mediante la quale è realizzata non si ritrova in nessun altro esempio di architettura, così come non si conoscono altri esempi di tetto ligneo interno portante e tetto esterno portato.

Durante il corso abbiamo approfondito le analisi sulla Chiesa di Agioi Ioakim e Annis a Kaliana già avviate nell'anno precedente dal professor Pelekanos e dai suoi studenti. Abbiamo così compreso non solo le peculiarità del metodo costruttivo della copertura, ma anche della muratura e del sistema di legamenti lignei che la caratterizza, rimanendone affascinate.

Sono queste le premesse che hanno portato, con la conclusione dell'esperienza Erasmus, alla scelta dell'argomento di tesi, con l'aiuto e il consiglio del professor Pelekanos, che ci ha indirizzate verso la Chiesa di Ayia Marina a Pedoulas, interessante per alcune caratteristiche non presenti in altre chiese.

Avendo scelto la chiesa di Ayia Marina come caso studio ed eseguito il rilievo e l'osservazione diretta, è stata necessaria un'analisi approfondita della tecnica costruttiva nel suo complesso, partendo dalla muratura e dai legamenti lignei, fino ad arrivare alla copertura e abbiamo potuto comprenderne la esplicita finalizzazione antisismica e bioclimatica, nel contesto dell'isola.

Aver analizzato così nel dettaglio il caso studio, ci ha permesso di formulare delle ipotesi sulla sua trasformazione storica, concludendo così il nostro percorso di ricerca.
Per uno sviluppo lineare della dissertazione e arrivare a comprendere a pieno il caso studio, è necessario analizzare le chiese nella loro totalità; partendo

dal quadro storico, geografico e sismico dell'isola di Cipro, fattori determinanti dell'origine e dello sviluppo delle chiese, si identificano, poi, le trasformazioni storiche, le differenti tipologie, gli elementi distintivi che le caratterizzano e le componenti morfologiche e costruttive del doppio tetto ligneo.

Basandosi sulle date di fondazione, c'è una netta distinzione fra le chiese costruite prima del XVII secolo e quelle successive, sia a livello decorativo sia costruttivo; la rilevanza decorativa, ad esempio, degli affreschi bizantini presenti in dieci chiese, ha portato, nel 1985, al loro inserimento nella lista Unesco del Patrimonio Culturale dell'Umanità.

Le chiese nascono con un impianto a singola navata, ma la volontà di ampliare e aggiungere nuovi spazi ha portato in certi casi alla trasformazione delle stesse in chiese con navate o corridoi laterali, arrivando infine a quelle a tre navate; insieme alle tipologie di impianti si evolvono anche le componenti decorative, quali porte, finestre, banchi, iconostasi e affreschi.

Infine, data l'unicità e la complessità del doppio tetto ligneo, è doveroso approfondire la tecnica costruttiva e la funzionalità di tutte le componenti del tetto interno ed esterno di queste chiese; la varietà di metodi costruttivi fa sì che ci siano una moltitudine di eccezioni, che non permettono ancora alle chiese di essere comprese nella loro interezza.

Lo studio del professor Pelekanos ha l'obiettivo di analizzare e catalogare le 130 chiese con doppio tetto ligneo sparse sui Monti Troodos, ed è qui che si inserisce la nostra tesi, andando ad ampliare lo spettro della ricerca.

1. L'ISOLA DI CIPRO

LA STORIA DI CIPRO

L'isola di Cipro possiede un'eredità culturale e storica di grande rilevanza, e ben tre siti, tra cui le antichità di Choirokoitia, dieci chiese bizantine collocate sui monti Troodos e la città di Pafos, sono inseriti nella lista UNESCO del Patrimonio Culturale dell'Umanità.

La maggior parte del patrimonio culturale di Cipro, si trova nell'area di occupazione turca dal 1974, e ciò ha determinato le condizioni per i consistenti danni da esso subiti nel corso degli anni.

L'isola di Cipro, è la terza per estensione del Mediterraneo e possiede una posizione strategica all'incrocio di tre grandi continenti, l'Asia, l'Africa e l'Europa, tale collocazione ha svolto, sin dall'antichità, un importante ruolo per la storia turbolenta dell'isola.

Tra gli anni 8200 – 3800 a.C. si trovano le prime testimonianze di insediamenti a Cipro che risalgono al periodo Neolitico, successivamente a questo tra gli anni 3800 – 2400 a.C., ci fu l'era Calcolitica, tra gli anni 2400 e 2200 a.C. si pone l'inizio dell'Età del Bronzo, dove la popolazione continuava a vivere nell'entroterra in piccoli villaggi, senza sfruttare la posizione strategica dell'isola per quanto riguarda il commercio e le comunicazioni con i paesi vicini nel Mediterraneo.

Solo verso la fine dell'Età del Bronzo, tra il 1650 e il 1050 a.C., si trovano testimonianze tangibili di fondazione di città sulla costa dell'isola e conseguentemente l'avvio di rapporti commerciali con paesi limitrofi.

In Età Storica (1050 - 480 a.C.) e in Età Classica (480 a.C.- 310 d.C.), si ha la definitiva ellenizzazione di Cipro e l'adozione della lingua greca e della sua rispettiva cultura.

1. Chiesa di Chrysopolitissa, a Kato Pafos

Il controllo su Cipro da parte dei Romani avvenne dal 30 a.C. al 330 d.C., epoca in cui sfruttarono le miniere di rame, poiché l'isola era ricca di questo metallo; il nome Cipro deriva dal termine latino "cuprum", cioè rame.

Uno degli aspetti più rilevanti di questo periodo, nella storia di Cipro, è delineato dalla conversione al Cristianesimo nel 45 d.C.
In seguito alla suddivisione tra Impero Romano d'Occidente e Impero

Romano d'Oriente, avvenuta nel 395 d.C., Cipro divenne parte dell'Impero d'Oriente, noto anche come Impero Bizantino fino al 1191 d.C.

I primi secoli del Periodo Bizantino, videro la creazione di nuove città e il trasferimento della capitale da Pafos a Salamis-Costantia (distrutta nel 647 dagli Arabi) mentre altre città furono abbandonate in seguito a terremoti devastanti. Nei pressi della nuova capitale, nacque nel VII secolo, la città di Arsinoe-Famagosta, mentre nella parte meridionale dell'isola fu fondata la città di Nemesos,l'attuale Limassol. Tra l'XI e il XII secolo, Lefkosia, l'attuale Nicosia, diventò la nuova capitale di Cipro.

2. Chiesa di Panagia Kanakaria

L'architettura ecclesiastica che si sviluppò a Cipro, adottò elementi della tradizione greco-romana ma anche caratteri di quella orientale. Le prime chiese costruite si basavano sul modello d'impianto della basilica romana caratterizzate, quindi, da una forma rettangolare allungata, suddivise in navate da una fila di colonne e arcate.
Tra gli esempi più rilevanti dell'architettura di questo periodo, troviamo le basiliche paleocristiane di Panagia Kanakaria, di Lambousa e Chrysopolitissa, a Kato Pafos (fig.1) e quella di Agios Georgios, a Pegeia.

3. Mosaico della Chiesa di Panagia Kanakaria

La testimonianza del legame artistico fra Cipro e Costantinopoli, si ritrova nei mosaici sopravvissuti fino ai giorni nostri,presenti nelle absidi della chiesa di Panagia Angeloktisti a Kiti, nella chiesa di Panagia Kyra a Livadia, e, quello più antico, nella chiesa di Panagia Kanakaria (fig.2 e 3).

Molte delle basiliche andarono distrutte a seguito delle incursioni arabe che iniziarono nel 648 d.C. e continuarono fino al 965 d.C.
Questo portò alla costruzione, ad opera dei Bizantini, di fortificazioni e castelli lungo la strategica catena montuosa dei Pentadaktylos.

Il Re d'Inghilterra, Riccardo Cuor di Leone, nel 1091, si rese conto dell'importanza strategica dell'isola di Cipro e conquistò l'isola, vendendola al nobile francese Guy di Lusignano, nel 1092, dando inizio al dominio dei Franchi che durò tre secoli (1092-1489).
Nel Periodo Franco i monumenti gotici più rilevanti, tra cui luoghi religiosi e castelli, sono la Chiesa di Santa Sofia a Nicosia, l'Abbazia di Bellapais (fig.4) e la Cattedrale di Nikolaos a Famagosta.

4. Abbazia di Bellapais

5. Disegno delle Mura Veneziane di Nicosia

6. Bastione delle Mura Veneziane di Nicosia

A partire dal XIII secolo si sviluppa sui Monti Troodos un' altra architettura ecclesiastica, indipendente dall'influenza dei Franchi, ovvero le chiese con doppio tetto ligneo.

Nel XIV secolo, Cipro vide fiorire un'intensa attività commerciale ed economica, e presto divenne la stazione commerciale più importante nel Mediterraneo. Questo portò città mercantili molto influenti, come Venezia e Genova, ad originare conflitti per ottenere l'egemonia dell'isola.
Nel 1489 l'isola di Cipro venne ceduta alla Serenissima Repubblica di Venezia, che aveva l'obbiettivo di controllare i commerci del Mediterraneo Orientale.
Con l'espansione dell'Impero Ottomano, i Venziani presero consapevolezza della possibilità di perdere l'isola di Cipro, con la conseguente costruzione, nel 1522, di mura di fortificazione intorno alla città di Nicosia (fig.5 e 6) e Famagosta.
Queste precauzioni non furono sufficienti poiché nel 1571 gli Ottomani conquistarono la città di Famagosta ed in seguito il resto dell'isola, diventando provincia dell'Impero Ottomano.
La repressione del dominio ottomano causò particolari difficoltà alla comunità cristiano-ortodossa, di cui vediamo un esempio anche nelle chiese con doppio tetto ligneo nei Monti Troodos, dove l'abside, elemento caratteristico della chiesa cristiana, viene inglobata nel muro esterno affinchè non se ne noti la presenza.

Nel 1821, ebbe inizio la guerra d'indipendenza in Grecia, sostenuta anche dall'isola di Cipro, per liberarsi dall'egemonia ottomana, a cui seguì un lungo periodo di repressioni che terminò nel 1878, con la cessione di Cipro alla Gran Bretagna, attraverso la stipulazione di un trattato segreto tra quest'ultimi e gli Ottomani, disattendendo la speranza dei Ciprioti di unificarsi alla Grecia.
La delusione dei Greci-Ciprioti portò inevitabilmente a episodi d'insurrezione nel 1931, che ebbero come conseguenza provvedimenti ancora più severi da parte dei Britannici.

Il 15 gennaio del 1950, fu indetto un referendum per l'unificazione con la Grecia, e nonostante il 95.7% dei Greco-Ciprioti si fosse espresso favorevole, la posizione della Gran Bretagna non si modificò.

Quest'avvenimento portò a condurre una Lotta di Liberazione Nazionale, che terminò con l'indipendenza dal Regno Unito e la nascita della Repubblica Indipendente di Cipro.

Nel dicembre del 1959, l'Arcivescovo Makarios III fu eletto come primo Presidente della Repubblica. Il 16 agosto del 1960, la Repubblica di Cipro entrò a far parte delle Nazioni Unite, del Commonwealth e del Consiglio d'Europa.

Furono firmati due trattati secondo gli Accordi di Londra e Zurigo, il primo è il "Trattato d'Alleanza" mentre il secondo è il "Trattato di Garanzia". Quest'ultimo permetteva alle tre potenze quali Gran Bretagna, Turchia e Grecia, il diritto d'intervento nel momento in cui le norme che furono stabilite dal Trattato fossero in qualsiasi modo violate.

Nel 1974 fu organizzato un Colpo di Stato, da parte della giunta militare che governava in Grecia, per rovesciare il Presidente Makarios; questo evento permise alla Turchia di sfruttare la debolezza del Paese per invadere militarmente l'isola e occupare il 37% del territorio, causando lo sfollamento dei Greci-Ciprioti dalla parte occupata a Nord di Cipro. Nello stesso anno, l'Onu istituì la Buffer Zone (Linea Verde), mantenendo così un'area cuscinetto tra le forze turco-cipriota nel nord e le forze greco-ciprioti nel sud.

7. Monumento alla Libertà, a Nicosia

Le truppe turche ancora oggi occupano illegalmente l'isola; nel maggio del 2004, Cipro è diventata, a tutti gli effetti, membro dell'Unione Europea, con l'esclusione della parte occupata (fig.7).

LA CATENE MONTUOSE DI CIPRO

L'isola possiede due catene montuose, collegate da un'estesa pianura, la cosiddetta Mesoria, caratterizzata dalla presenza di rocce calcaree e arenarie.

La catena montuosa di Kyrenia (fig.8), nella parte settentrionale dell'isola, conosciuta anche con il nome di Pentadaktylos, raggiunge un'altezza massima di 1024 m s.l.m. e si estende per circa 160 Km lungo tutta la costa settentrionale, infatti si presenta come una catena montuosa stretta e lunga. Le rocce che compongono principalmente quest'ultima sono calcare e in minoranza marmo.

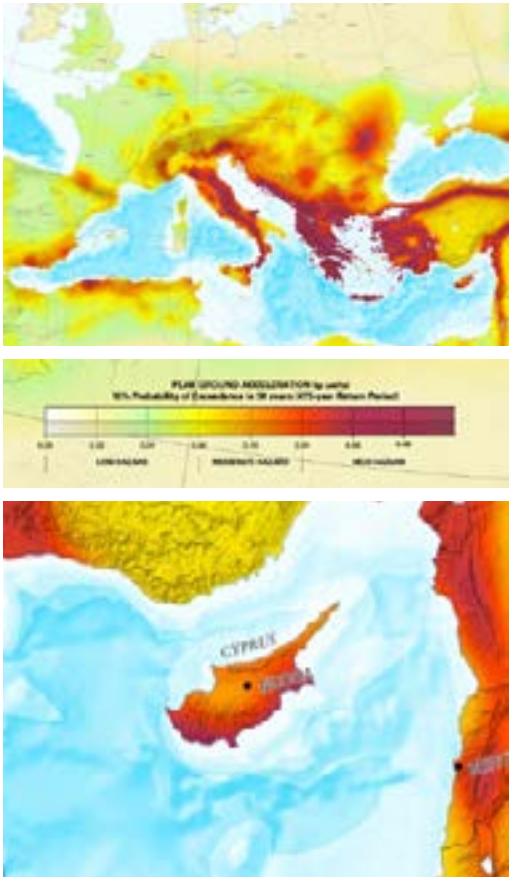
8. Catena montuosa di Kyrenia

9. Monte Olimpo, Monti Troodos

I Monti Troodos occupano la maggior parte del lato occidentale dell'isola e raggiunge un'altezza massima di 1952 m s.l.m., altezza che viene raggiunta grazie al monte Olimpo (fig.9). La composizione di questa catena montuosa è di rocce eruttive antiche, e nella parte meridionale, essa continua con calcari e marne.
La localizzazione sui Monti Troodos delle chiese con doppio tetto ligneo ne ha influenzato la forma del tetto, con la necessità di avere una copertura con un elevata pedenza a causa dell'abbondanti piogge e nevicate, la scelta dei materiali, utilizzando esclusivamente legno e pietre locali, e la morfologia, realizzando chiese di piccole dimensioni.

LA SISMICITÀ DI CIPRO

La base geologica di Cipro è collocata nella fascia himalaiana di sismicità, situandosi quindi in una delle zone sismiche attive, dove i processi tettonici si manifestatano in modo attivo e sono la causa dei terremoti più catastrofici (fig.10).



10. Mappa europea della pericolosità sismica

Il monitoraggio sismico registrato ogni giorno, segnala piccoli terremoti su tutta la cintura sismica alpino-himalaiana; l'isola di Cipro è situata in una delle aeree più tranquille della fascia sismica himalaiana, in cui si sono verificati terremoti più deboli rispetto alla Grecia o alla Turchia.

La costa da Pafos a Famagosta è quella più soggetta a terremoti, dove nel corso della storia sismica si sono verificati terremoti di forza variabile, e uno tra i più devastanti si è verificato nel I secolo, distruggendo in modo consistente la città di Pafos, Limassol, Larnaca e Famagosta.

Il "Geological Survey of Cyprus" è il Dipartimento che si occupa della mappatura geologica e dell'attività sismica dell'isola fu fondato nel 1950; e ha installato le stazioni sismologiche che acquisiscono informazioni sull'attività dell'isola, ora si trovano a nord e a sud di Cipro.
Sin dall'antichità fino al Medioevo, i danni causati dai terremoti "ciprioti" erano consistenti tanto da tramutare gli insediamenti in rovine, per questo motivo castelli e città sono stati sottoposti a ricostruzioni dopo essere stati distrutti dal sisma.

Con questa consapevolezza, oggigiorno, le strutture vengono costruiti e dotati di una buona resistenza agli impatti sismici.

La stessa consapevolezza si ritrova nelle chiese con doppio tetto in legno di Cipro, che hanno resistito per cinquecento anni ad almeno dieci notevoli terremoti.

Terremoti rilevanti sull'isola di Cipro:

1075 a.C.	Kition (Larnaca)
1075 a.C.	Salamina (Famagosta)
76 d.C.	Kouklia (Distretto di Paphos)
342 d.C.	Paphos
365 d.C.	Kourion
1221-1905 d.C.	5 terremoti a Limassol
1941 d.C.	Paralimni
1953 d.C.	Paphos
1995 d.C.	Paphos e Limassol
1996 d.C.	costa occidentale di Cipro, con effetti anche a Nicosia

16. Mappa della sismicità e delle zone sismiche di Cipro

Riferimenti:
Antoniadou S., *Cipro 10.000 Anni di Storia e Civiltà, Lefkosia*, Cyprus Tourism Organisation, 2012
Aprile R., *Storia di Cipro*, Lecce, Argo Editore, 2007
Cyprus Inform: https://www.kiprinform.com/en/cyprus_interesting/earthquakes-in-cyprus/
Terremoti in Europa: http://www.meteoweb.eu/2016/03/terremoti-in-europa-intensa-sequenza-sismica-a-cipro-i-precedenti-storici/656091/

2. LE CHIESE A DOPPIO TETTO LIGNEO

2.1 INTRODUZIONE

Sull'isola di Cipro, vi è un tipo di basilica con doppio tetto in legno, che risale alla metà del XV fino alla fine del XIX secolo d.C., che, secondo molti ricercatori, è unica nell'area europea e mediterranea. Ci sono più di 130 chiese di questo tipo, tutte situate nella zona montuosa dei Troodos, che è la più alta delle due catene montuose di Cipro.

Mappa delle principali città dell'isola e collocazione delle 130 chiese con doppio tetto ligneo

Per quanto riguarda la tipologia, ci sono due categorie principali: le chiese a navata unica e le chiese a tre navate. Poche chiese hanno due navate, ma generalmente sono il risultato della necessità di estendere una chiesa a singola navata. La caratteristica principale di queste chiese è la loro costruzione in legno a tetto spiovente. La sua unicità sta nella costruzione di due distinte, ma cooperanti, parti in legno, il tetto interno e quello esterno.

Il tetto interno ha una forma triangolare con una grande rigidità, dovuta principalmente all'esistenza delle catene orizzontali e alla loro speciale connessione con le altre travi.

La connessione del tetto con la base in muratura è realizzata attraverso un gruppo di sei travi, progettato in modo intelligente, posto lungo le pareti portanti sud e nord. Il tetto esterno è letteralmente sospeso dal tetto interno e sostiene il carico delle tegole in mattoni pieni.

L'analisi costruttiva degli ultimi sette anni, condotta dall'Unità di Tecnologia Architettonica della Frederick University di Cipro, diretta dal Professor Tuoliatos e dal Professor Pelelanos, ha mostrato che ci sono alcune caratteristiche uniche che portano i ricercatori a sollevare una questione, non solo sull'origine e l'evoluzione, ma principalmente sulla "filosofia costruttiva" di questo straordinario tipo di tetto.

Questa speciale struttura del tetto in legno non solo copre e protegge lo spazio interno delle chiese, ma migliora anche il comportamento antisismico e bioclimatico di questi edifici.

2.2 L'EVOLUZIONE STORICA DELLE CHIESE

L'evoluzione storica dei tetti in legno dei Troodos è da distinguere in due periodi. Il primo periodo comprende i primi esempi di chiese con il "doppio tetto" e termina con la conquista di Cipro da parte degli Ottomani, che avvenne nel 1571. Il secondo periodo comprende tutta l'epoca dalla conquista turca fino alla fine del secolo scorso.

Il primo periodo copre dunque l'arco cronologico dalla fine del XIII all'inizio del XVII, il secondo periodo dall'inizio del XVII alla fine del XIX secolo.

La costruzione del doppio tetto non terminò, con la fine del primo periodo e la conquista Ottomana, ma continuò anche nel secondo periodo, dove gli artigiani del legno continuarono a praticare la loro arte, poichè i conquistatori ottomani avevano poca influenza sugli abitanti della regione montuosa dei Troodos. Gli effetti della conquista ottomana, infatti, raggiunsero questa catena montuosa con un certo ritardo rispetto al resto dell'isola.

2.2.1 PRIMO PERIODO

La successione cronologica delle chiese del primo periodo si può dedurre dagli affreschi all'interno delle stesse, poichè non c'è nessun'altra indicazione della data di costruzione delle chiese, né con piastre incorporate nella muratura, né con incisioni sui legni del tetto, considerando che i legni dei "doppi tetti" sono stati quasi tutti sostituiti nel corso degli anni.

Negli affreschi si trovano indicati quasi sempre i committenti della chiesa stessa, solitamente raffigurati con la chiesa in mano come se fosse un'offerta, chiesa sempre rappresentata con un tetto in legno.

Un esempio si trova nella chiesa di Agios Mamas a Louvaras (fig.1), la cui immagine viene raffigurata negli affreschi. La chiesa è dotata di nartece, chiaramente un'aggiunta successiva, quindi la chiesa ha vissuto due diverse fasi.Tuttavia gli affreschi, sia della chiesa "principale" che del nartece, sono stati eseguiti contemporaneamente dal pittore Philip Goul, nel 1465, come afferma la data di realizzazione specificata sugli affreschi. Dal medesimo pittore sono stati realizzati anche gli affreschi della chiesa di Stavros di Ayiasma a Platanistassa, nel 1466.

1. Affreschi della Chiesa di Agios Mamas, Louvaras

Le chiese del primo periodo furono costruite su scala limitata e la loro caratteristica principale è quella di avere un'abside circolare visibile esternamente; di tutte abbiamo inoltre la testimonianza degli affreschi.
La prima Chiesa nota dotata di "doppio tetto" è dedicata ad Agia Panagia e datata 1280, posizionata sul lato occidentale dei Monti Troodos, nel villaggio di Moutoullas.

Dopo la costruzione di Ayia Panagia, intercorre un periodo di quasi due secoli dove non ci sono notizie di altre chiese con il doppio tetto; la prima chiesa di cui si conosce l'esistenza dopo questo periodo, è la Chiesa di Agios Mamas (fig.2), risalente al 1465, situata nel villaggio di Louvaras, nella parte più orientale dei Monti Troodos.

2. Chiesa di Agios Mamas a Louvaras

Il lungo periodo che intercorre tra le due chiese solleva ragionevoli dubbi circa l'originalità del tetto della chiesa di Agia Panagia di Moutoullas (fig.3), considerando anche che il tetto attuale non è, almeno nella sua interezza, quello originale. La data di fondazione è nota per un'iscrizione sulla parete nord e per gli affreschi al suo interno; si conoscono, inoltre, i committenti, Ioannis di Moutoullas e sua moglie Irene, entrambi raffigurati negli affreschi della chiesa; ciò fa supporre che la chiesa fosse utilizzata come cappella privata dalla famiglia donatrice.

3. Chiesa di Agia Panagia a Moutoullas

La costruzione della muratura e gli affreschi dimostrano solo che la chiesa fosse dotata di un tetto in legno, ma non si è certi che fosse un "doppio tetto" in legno.

Quindi, se l'ipotesi di un semplice tetto in legno fosse corretta, il primo esempio di chiesa con il sistema del "doppio tetto" sarebbe la chiesa di Agios Mamas a Louvaras, spostando la data di fondazione di questo complesso sistema verso la metà del XIV secolo.

A partire dal XIV secolo, sono state costruiti quasi tutti gli impianti di chiese, come quella sopra citata, insieme alle chiese con una navata laterale o quelle a tre navate. L'attività di costruzione più intensa si verifica, però, nel primo quarto del XV secolo; durante questo periodo, ad esempio, nel villaggio di Kourdali, fu costruita la chiesa di Panagia Chrysokourdaliotissa (fig.4), la prima a tre navate con colonnati di legno.

4. Chiesa di Panagia Chrysokourdaliotissa a Kourdali

2.2.2 SECONDO PERIODO

Durante il primo secolo del secondo periodo, XVII, è stato eretto un numero limitato di chiese rispetto al periodo precedente; il secondo periodo coincide infatti con la conquista ottomana, epoca in cui è presente una recessione generale di tutte le attività artistiche, non solo nell'isola di Cipro.

Alla fine del XVII secolo, riprese nuovamente la costruzione di chiese con il doppio tetto e fu, infatti, il secolo in cui furono fondate le chiese più importanti e popolari. La costruzione delle chiese con il doppio tetto terminerà intorno al XIX secolo.

Nelle chiese del secondo periodo, non affrescate, si possono trovare delle lastre, solitamente posizionate al di sopra degli ingressi, dove viene mostrato solo l'anno di fondazione della chiesa, mentre in alcuni casi vengono fornite più informazioni sull'evento della fondazione della chiesa. Solitamente, però, la data è incisa in diverse parti del tetto, principalmente sulla carena, o sulla parete occidentale della chiesa.
Nella maggior parte dei casi del seocndo periodo, però, non esistono informazioni sull'anno di fondazione delle chiese.

5. Chiesa di Agios Georgios a Miliouri

6. Chiesa di Agias Mamas a Moutoullas

Nel secondo periodo si sviluppa la tipologia di chiesa con una navata laterale, la tipologia di chiesa a tre navate con il colonnato in pietra e infine la chiesa a tre navate con archi. Quando si fa riferimento a chiese con più navate bisogna sempre specificare che queste chiese sono nate con un'unica navata a cui successivamente si sono aggiunti spazi come il nartece o le navate laterali.

In questo periodo la tipologia di chiesa con un corridoio su tutti e quattro i lati viene abbandonata, mentre le chiese del primo periodo subiscono alcune trasformazioni, con diversi ampliamenti e, di conseguenza, trasformazioni del doppio tetto.

Alla fine del 1700, vengono realizzati i primi esempi di chiese a tre navate con archi, come ad esempio la Chiesa di Agios Georgios in Miliouri (fig.5), fondata nel 1726, e si possono trovare i primi esempi di chiese a due navate, come ad esempio la Chiesa di Agias Mamas a Moutoullas (fig.6), datata 1720.

Un'importante opera del XVIII secolo è la chiesa di Agia Marina a Kyperounta, l'unica chiesa a tre navate con colonnati in legno. Questa chiesa è l'unico caso in cui si riscontra una modifica nella costruzione del tetto, con la creazione di una pseudo carena nelle navate laterali della chiesa; questa modifica non ha avuto alcuna diffusione, né ha portato alcuno sviluppo al sistema del "doppio tetto" in legno.

Verso la fine del XVIII secolo un'ulteriore evoluzione delle chiese avviene con la creazione dell'abside poligonale esterno del "sacro passo", sia con la costruzione di nuove chiese, sia modificando le chiese del primo periodo, come ad esempio la chiesa di Agioi Ioakim e Annis a Kaliana (fig.7).
Tuttavia, l'abside poligonale avrà poca diffusione, se non nelle chiese a tre navate; l'abside poligonale si può ritrovare solo in sette chiese, di cui quattro sono chiese a tre navate.

Tra le chiese a tre navate, l'esempio più significativo è la chiesa di Agios Kiriakos (fig.8), nel villaggio di Kampos; dovevano essere molte le chiese con la tipologia a tre navate rispetto a quelle sopravvissute oggi, questo a causa della loro funzione di chiese parrocchiali, che come tali hanno subito più interventi e sono quindi state ampiamente modificate.

Le caratteristiche generali delle chiese del secondo periodo si ritrovano quindi nella completa assenza di affreschi e nell'abbandono dell'abside circolare esterno, fatta eccezione per due chiese di questo periodo che mantengono l'abside circolare esterno.
In questo periodo, l'uso di elementi in calcare scolpito per i capitelli e le modanature è molto comune. Le forme di questi elementi derivano dalla morfologia gotica, sconosciuta nelle chiese del primo periodo.

Gli elementi del tetto hanno forme decorative con un carattere globale, mentre gli elementi della muratura adottano la morfologia dei modelli gotici e franco-bizantini, che influenzeranno tutta l'arte popolare di Cipro.
L'eccezione a questa regola sono le chiese con un colonnato interno, che sono semplici senza essere arricchite da elementi o decorazioni di nessun tipo.

7. Chiesa di Agioi Ioakim e Annis a Kaliana

8. Chiesa di Agios Kyriakos a Kampos

Riferimenti:
Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century)*, in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28
Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999

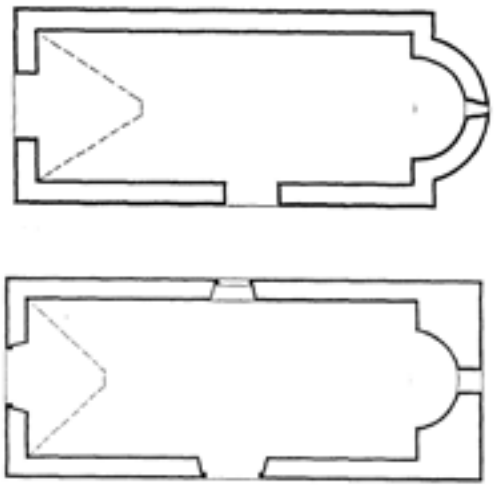
3. I CARATTERI TIPOLOGICI E ARCHITETTONICI DELLE CHIESE A DOPPIO TETTO LIGNEO

3.1 LE TIPOLOGIE DI IMPIANTI

Il doppio tetto ligneo e la particolarità della sua costruzione determinano la tipologia e la forma rettangolare delle chiese.
Le principali tipologie di impianti sono due: a singola navata e a tre navate. La volontà di ampliare e aggiungere nuovi spazi, ha portato alla trasformazione delle chiese a singola navata in chiese con navate o corridoi laterali, arrivando, infine, a quelle a tre navate.
Nel capitolo che segue si esaminano tutte le tipologie precedentemente citate.

3.1.1 IMPIANTI A SINGOLA NAVATA

Le chiese a una navata dei Troodos sono edifici rettangolari con rapporti di larghezza e lunghezza piuttosto regolari. Le proporzioni nelle dimensioni interne degli spazi sono generalmente comprese tra 1:2 e 1:3. Il rapporto più utilizzato è il rapporto di 1:2,5 (fig 1).



1. Piante tipo di impianto a singola navata

Naturalmente ci sono anche chiese con proporzioni differenti, ma sono poche eccezioni. Nelle chiese del secondo periodo troviamo un aumento delle proporzioni, fino al caso estremo di 1:5,7 nella Chiesa di Prodromos nel villaggio di Agros. Questa chiesa ha una lunghezza di 27 metri e solo 4,95 metri di larghezza. Le proporzioni prevalenti per le chiese del secondo periodo variano da 1:2 a 1:3.5, proporzioni che rappresentano l'88% di tutte le chiese del periodo.

Queste rigide proporzioni nel dimensionamento della chiesa a singola navata sono dovute alla natura del tetto in legno, le cui misure in larghezza sono limitate, mentre in lunghezza era facile estendere la chiesa nel caso in cui ci fosse bisogno di più spazio. Un gran numero di chiese sono state ampliate in lunghezza dopo la loro costruzione.

In media la larghezza delle chiese varia da 3 a 4 metri per il primo periodo e tra i 3 e i 4.5 metri per il secondo. La misura più piccola è di 2.4 metri nella Chiesa di Agio Sergius a Kalopanayiotis, la più grande nella chiesa di Prodromos, a Demeas.

L'altezza delle chiese è determinata innanzitutto dall'altezza delle pareti laterali e dalla pendenza del tetto. La maggior parte delle chiese ha pareti

laterali alte circa 2.50 metri fino a raggiungere i 3.50 metri. Solo una piccola percentuale di chiese ha le pareti inferiori a 2.5 metri. La chiesa con i muri più bassi è la Chiesa di Panagia a Kaminaria, con pareti laterali di soli 2.20 metri.

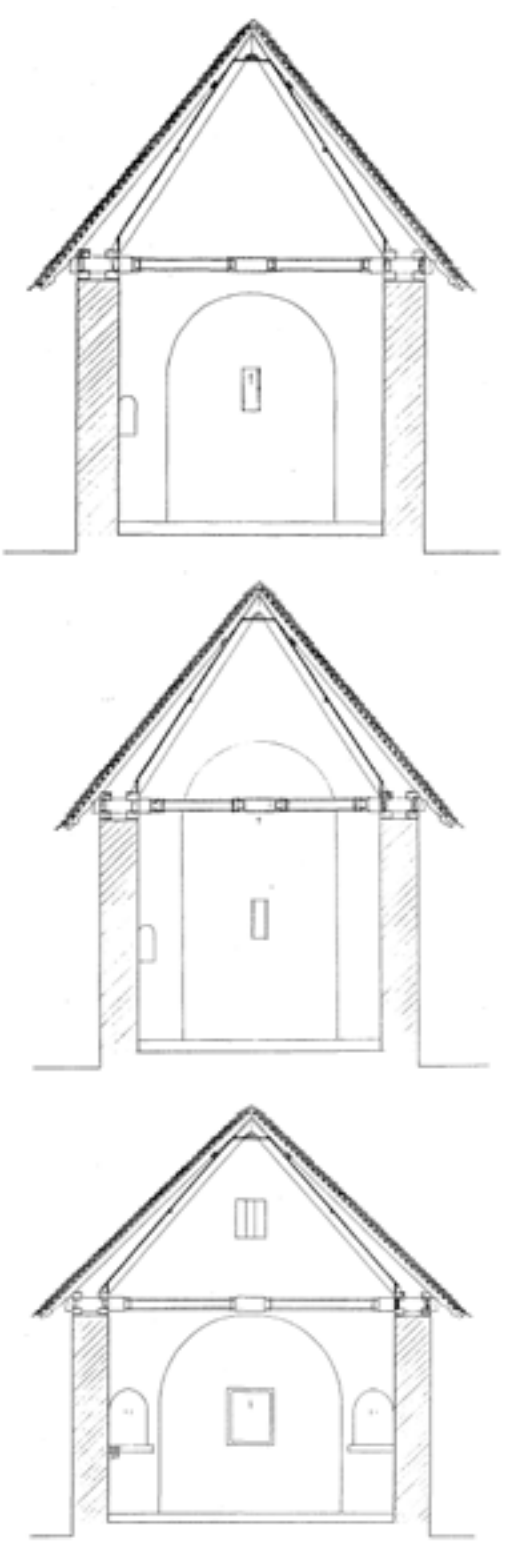
La larghezza delle chiese è solitamente proporzionale all'altezza della muratura, al fine di avere il rapporto finale di altezza-larghezza vicino a 1:1.
In alcune chiese la larghezza è maggiore, in modo che il rapporto diventi 1:1,5, come nella Chiesa di St. Georgiou Perachoritis a Kakopetria, mentre in altri l'altezza aumenta a 1,2:1, come la Chiesa di San Anargyri a Palaichori. Tanto più grande è questa proporzione, tanto più in pendenza sarà realizzato il tetto della chiesa (fig.2).

Durante il secondo periodo si aumenta l'altezza delle pareti laterali, ma al tempo stesso cresce anche la larghezza delle chiese, in modo che diminuiscano le proporzioni. Così, ci sono chiese come la Chiesa del Battista a Dymes con proporzioni di altezza a larghezza pari a 1:2.

La pendenza del tetto interno è generalmente superiore a 50°, in alcuni casi la pendenza raggiunge i 59°, come ad esempio nella Chiesa del Salvatore a Paleochori. Solo una piccola percentuale di chiese (circa il 22%) hanno un tetto con pendenza inferiore a 50°, ma mai meno di 47°. Nelle chiese del secondo periodo viene ridotta la pendenza, tanto che una piccola percentuale ha una pendenza inferiore a 45°.

Le aperture presenti nelle chiese a una navata sono principalmente porte. Il lato su cui si aprono le porte dipende direttamente dalla posizione della chiesa rispetto al pendio montuoso. Se la chiesa è disposta con il lato lungo parallelo alle curve di livello, allora solitamente non si realizzano porte sul lato posto più in alto, a causa delle elevate pendenze nell'area montuosa dei Troodos dove si trovano le chiese. C'è sempre una porta nella parete corta occidentale della chiesa, anche se le condizioni sopra citate ne hanno successivamente imposto la sua chiusura. Le porte sulle pareti longitudinali esistono, da un lato o dall'altra parte della chiesa, contrariamente al lato della montagna. Ci sono pochi casi in cui, quando il terreno lo permette, le porte sono poste su entrambi i lati del tempio, anche sullo stesso asse trasversale.

Le finestre sui fianchi raramente esistono nelle chiese del primo periodo, un esempio è la Chiesa della Vergine Maria a Kakopetria. Quando ciò accade,



2. Sezioni traversali tipo

4. Chiesa di Panagia, Melini

le finestre vengono collocate sulla parete opposta rispetto alla porta, ma in asse con quest'ultima. Al contrario ci sono finestre piccole e strette, sui due fronti est e ovest della chiesa. Queste finestre sono chiamate "arresa" (fig.3) e sono utilizzate principalmente per la ventilazione dello spazio. Le "arrese" possono avere una forma in pianta sia rettangolare sia con una strombatura.

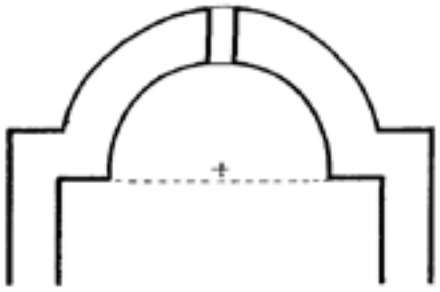
Simile alle "arrese" è di solito la finestra dell'abside della chiesa. L'unica finestra tripla si trova nell'importante Chiesa di Stavros Agiasmatis a Platanistasa. Le chiese del secondo periodo mostrano un maggior utilizzo di finestre sulle pareti longitudinali.
In molti casi, le "arrese", in particolare sulla parete ovest, vengono sostituite da finestre più grandi come quelle delle pareti longitudinali. Le arrese sono mantenute, ma vengono installate altre finestre aggiuntive. Queste piccole finestre possiedono anche altre forme, come ad esempio la forma circolare, ma sono eccezioni (fig.4).
Raramente nell'abside troviamo finestre con grandi dimensioni, l'unico esempio di abside con una doppia finestra si trova nella Chiesa di St. Georgiou Pityidiotis a Korakos.

La forma rigorosamente rettangolare della chiesa a singola navata viene arricchita in alcuni casi da archi ciechi, posizionati sulle pareti. Gli esempi più caratteristici di archi ciechi sono quelli che si trovano sullo stesso asse trasversale del tempio, in modo che anche internamente sia evidente una figura cruciforme. Con questa forma ci sono tre templi, di cui due dedicati alla Santa Croce (Saint-Kimperounta) e un terzo al Salvatore (Palaichori).
Sui due archi ciechi vengono rappresentati i quattro evangelisti, raffigurati come sarebbero raffigurati nei triangoli sferici delle cupole nelle chiese cruciformi, come ad esempio la Chiesa di Stavros a Kyperounta.

Si possono trovare anche altri archi ciechi, ma solo sul muro a nord, e sono destinati a includere l'immagine del Santo, come nelle Chiese di Agio Anargyroisto a Palyochori e Agio Nikolaos a Klonari.
In un unico esempio, la Chiesa di Panagia Podathos a Galata, ci sono due coppie di archi ciechi, di grandi dimensioni, su ogni parete laterale del tempio.
L'uso di arcate cieche sembra essersi notevolmente ridotto nelle chiese del secondo periodo, forse per la diminuzione dell'uso di dipinti.

L'ABSIDE O SACRO PASSO

L'abside o Sacro Passo, nelle chiese dei Troodos, corrisponde allo spazio posizionato su di un piccolo gradino all'estremità orientale della chiesa (nelle chiese del secondo periodo l'elevazione corrisponde a due gradini); il Passo Sacro è solitamente semicircolare in forma. Solitamente il centro del semicerchio si trova traslato ad est rispetto alla parete orientale della chiesa, in modo che la forma dell'abside risulti più grande di un semicerchio (fig.5.a).



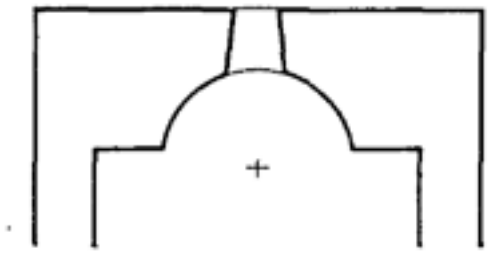
5.a Pianta tipo di abside circolare

Oltre alla forma semicircolare, esiste un piccolo numero di absidi dotate di forma parabolica. Un terzo gruppo è formato dalle absidi la cui sezione non ha precise forme geometriche ed è anche questa categoria un piccolo numero.

Nelle chiese del secondo periodo l'abside rimane semicircolare. Tuttavia, ci sono alcuni casi in cui il centro si trova al di fuori dello spazio dell'abside, che assume quindi uno spazio più piccolo di quello di un semicerchio. In questo periodo esistono sia absidi paraboliche, che absidi senza una forma geometricamente definita.

5.b Chiesa di Agios Nicolaos, a Klonari

Ciò che differenzia le chiese del secondo periodo da quelle del primo è la forma esterna dell'abside. Nelle chiese del primo periodo, il lato esterno del muro dell'abside segue la forma del lato interno. Così solitamente l'abside mantiene la forma circolare anche esternamente e il tetto della chiesa si estende come una mensola per coprire l'abside (fig.5.b).



6.a Pianta tipo di abside inglobata nella muratura

Questa configurazione viene abbandonata nelle chiese del secondo periodo, dove l'abside viene inglobata nel muro, in modo da nasconderne la presenza (fig.6.a e b). Le chiese con questa caratteristica vennero costruite all'epoca della dominazione ottomana, quando le chiese erano spesso oggetto di conquista o distruzione; era quindi necessario nascondere l'elemento principale che tradiva la funzione della chiesa. Durante il secondo periodo, questa configurazione dell'abside "inglobata nel muro" è stata seguita quasi come regola. Naturalmente ci sono anche chiese in questo periodo che mantengono la forma circolare, ma sono poche.

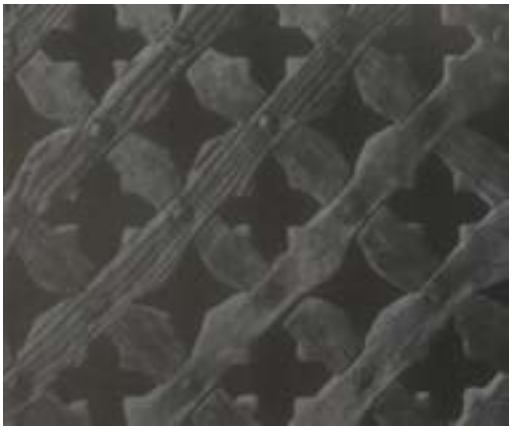
6.b Chiesa di Agioi Sergios and Bakchos, Kalopanagiotis

L'ultima configurazione del lato esterno dell'abside, apparso anche durante il secondo periodo, è di forma poligonale. Questa soluzione è stata applicata maggiormente alle chiese a tre navate.

La forma poligonale dell'esterno della cavità dell'abside è solitamente costi-

7. Abside poligonale tipo con forma a cinque lati di dodecagono

8. Chiesa di Panagia, a Pelendri



9. Particolare della balaustra del matroneo in legno

tuita da una forma equivalente ai cinque lati di un dodecagono (fig.7), con un lato sempre parallelo alla parete orientale della chiesa, dove di solito si apre la finestra dell'abside. In questi casi, il tetto della chiesa non si estende verso est per coprire l'abside, ma termina a filo con la parete est della chiesa. Le nicchie poligonali si possono trovare anche nel primo periodo, ma sono il risultato di conversioni avvenute durante il secondo periodo; un esempio è la Chiesa di Panagia, a Pelendri, probabilmente il primo tempio che ha acquisito un'abside poligonale (fig.8).

IL MATRONEO

Il matroneo, la parte della chiesa destinata alle donne, era posizionato all'estremità occidentale della chiesa. E' sempre posizionato su un soppalco e di forma rettangolare, con il lato più lungo trasversale rispetto all'asse principale della chiesa. Il matroneo era separato dal resto della chiesa con una struttura in legno, attraverso travi di legno orizzontali, sostenute dalle due pareti laterali e da due pilastri, che andavano a formare la porta dedicata all'entrata delle donne.

Anche nelle chiese del secondo periodo l'apparizione di un piano dedicato alle donne si è diffusa in larga misura. In diversi casi, il soppalco è stato combinato con un piano terra dedicato alle donne.

Il matroneo del secondo periodo non si differenzia in modo significativo da quello del primo. Si trova allo stesso livello del resto della chiesa, o, più comunemente, su un'elevazione. In due casi unici, il pavimento della parte femminile è inferiore al pavimento della chiesa: "Chiesa di Agios Georgios di Perachoritis" a Kakopetria e "Chiesa di Agios Mamas" a Korakos. In entrambi i casi, l'altezza del gradino è nell'ordine di 15 cm. Le dimensioni del matroneo nel secondo periodo sono aumentate rispetto a quelle del primo.

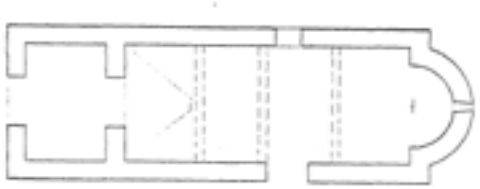
Il matroneo, che in molti casi è una costruzione elaborata, è solitamente un'aggiunta successiva rispetto alla costruzione della chiesa. La costruzione del matroneo è interamente in legno (fig.9), tranne pochi casi in cui il matroneo poggia su un arco in pietra, sorretto dalle pareti laterali. Troviamo anche casi in cui lo spazio del soppalco è adibito a luogo di archiviazione e non a matroneo.

3.1.2 IMPIANTI DERIVATI

Poiché il tipo di chiesa a singola navata è un piccolo edificio, in passato si è presentata la necessità di aumentare lo spazio delle chiese già esistenti. Come risultato di questa necessità si è creata una varietà di nuove tipologie di chiese, la cui caratteristica principale è quella di non avere fin dalla costruzione la forma attuale, ad eccezione di pochi esempi. Ecco perché chiamiamo questo tipo di chiese "derivate".

a. LE CHIESE A SINGOLA NAVATA CON AGGIUNTA DI NARTECE

Nelle chiese di questa tipologia (fig.10), lo spazio è stato aumentato per estensione della sua estremità occidentale con l'aggiunta di uno spazio rettangolare, la cui larghezza è pari a quella della chiesa, come ad esempio nella chiesa di Agios Mamas a Louvaras. In questo esempio troviamo un tipo di nartece convenzionale.



10. Pianta tipo di chiesa a singola navata con aggiunta di nartece

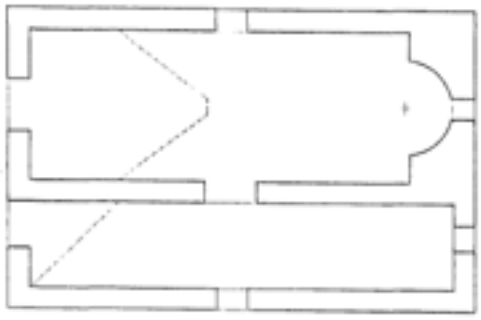
In alcuni esempi, il pavimento del nartece è rialzato rispetto al pavimento della chiesa principale, ma più comunemente i due piani sono allo stesso livello. In tutti i casi, tuttavia, il tetto rimane invariato, in modo che la modifica non possa essere riconosciuta.

Tuttavia, non è corretto identificare il nuovo spazio come una parte separata, poiché la sua funzione non è in alcun modo diversa da quella del resto della chiesa. Ecco perché, in molti casi, il muro che separava la chiesa dal nartece è stato demolito e lo spazio è stato unificato, come nella Chiesa di Agios Nicola a Klonari.

La lunghezza dell'estensione occidentale delle chiese era casuale. Non aveva nemmeno una proporzione con gli intervalli dove erano collocate le catene[1] della chiesa originale. È per questo che le catene delle estensioni appaiono in posizioni casuali.

b. LE CHIESE CON CORRIDOIO LATERALE

L'estensione di questo tipo (fig.11) si sviluppa su uno dei due lati lunghi della chiesa, o quello sud, come la "Chiesa di Agias Mamas" a Moutoullas, o quello nord, come la "Chiesa di Arcangelo Michele alle Tre Olive".



11. Pianta tipo di chiesa con corridoio laterale

In questo caso il corridoio non ha la funzione di una navata laterale, ma

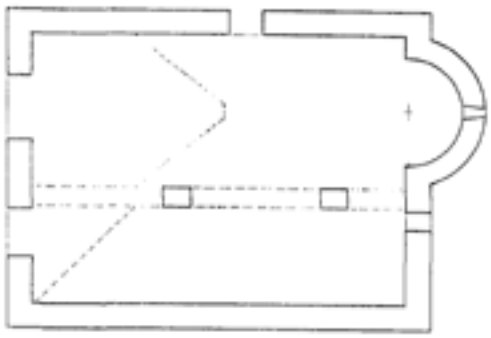
1 Le catene sono travi di collegamento in legno, che fungono anche da tirante. Sulla catena sono presenti intagli adeguati in corrispondenza dei punti di incastro con le traverse, in modo da garantire l'immobilità della struttura ed evitare il cedimento delle traverse verso l'esterno.

esclusivamente di passaggio coperto ed è dotata di una larghezza inferiore rispetto a quella della chiesa.
La copertura del corridoio solitamente viene realizzata con l'estensione del tetto della navata principale.

Inoltre, affinchè il tetto del corridoio non risulti troppo basso, si possono apportare modifiche all'altezza del punto di incontro tra il tetto della navata principale e il tetto del corridoio. Tuttavia, nei casi in cui questa soluzione non fosse possibile, o nei casi in cui la chiesa originale non fosse abbastanza grande, per ottenere un'altezza sufficiente, il pavimento del corridoio viene realizzato a un livello inferiore rispetto al piano della chiesa. Una soluzione che non creava alcun problema reale, in quanto i due spazi erano separati.

c. LE CHIESE CON NAVATA LATERALE

Tipologia più diffusa rispetto alla sopra citata, è la tipologia di chiesa a navata laterale (fig.12). La differenza rispetto al caso precedente risiede nel fatto che il muro che separa la chiesa principale dalla navata laterale è stato sostituito da un colonnato o da un portico, in modo che si ottenga uno spazio unico. Il colonnato generalmente sorregge degli archi, che a loro volta sostengono le traverse[2].



12. Pianta tipo di chiesa con navata laterale

Quando la chiesa non possiede abbastanza spazio in altezza, i colonnati vengono sostituiti da montanti in legno, che sostengono direttamente la traversina. Tuttavia questa soluzione con l'utilizzo di pali viene considerata grezza; un esempio è quello di Pedoulas nella Chiesa di "Agia Paraskevi".

Il pavimento nelle due navate delle chiese è necessariamente allo stesso livello. La copertura della navata laterale è creata dall'estensione di entrambi i lati del tetto della navata centrale, sia il tetto esterno che quello interno. Nelle chiese di questo tipo è emersa talvolta la necessità di elevare il tetto nella navata centrale; questo perché lo spazio della navata laterale, parte intengrante delle funzioni della chiesa, non poteva avere il proprio pavimento a un livello inferiore rispetto al resto della chiesa. In un solo caso, la larghezza della navata laterale è uguale alla larghezza della navata centrale.

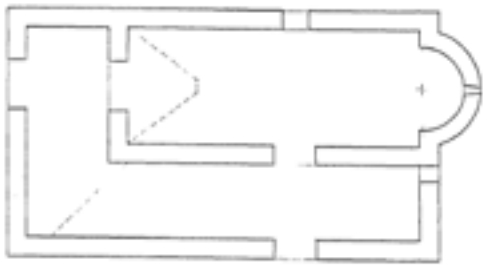
[2] Le traverse sono gli elementi più bassi della struttura lignea del tetto, che ricevono i carichi e li trasmettono alle pareti laterali su cui sono alloggiate.

d. CHIESE CON CORRIDOIO A “L”

Nelle chiese di questo tipo, probabilmente le più antiche, c’è una navata laterale che è un’estensione del lato occidentale della chiesa. Il parziale “perimetro” così creato non è fin dall’inizio parte dello spazio interno, infatti, originariamente è solo uno spazio coperto. Il tetto di questa parte deriva dall’estensione del solo tetto esterno della chiesa principale ed è sostenuto (nella parte laterale del tempio) da una traversina, sorretta da un colonnato di pali in legno (fig.13.a).

13.a Pianta tipo di chiesa con corridoio a “L” e colonnato in legno

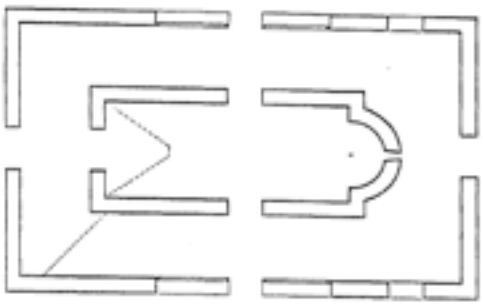
I pali sono poggiati su un piccolo muro alto 60 cm dal pavimento. Gli spazi tra i pali sono riempiti da tralicci di legno. Nella parte occidentale del perimetro la copertura deriva dall’estensione lungo l’asse del tetto della chiesa originale, sia nella parte esterna che in quella interna. Questo spazio risulta essere una sorta di “stoa”. In una fase successiva, il colonnato di legno è sostituito da muratura (fig.13.b).



13.b Pianta tipo di chiesa con corridoio a “L”

e. LE CHIESE CON UN CORRIDOIO SU TUTTO IL PERIMETRO

In queste chiese, gli spazi che circondano la navata centrale la circondano su tre (fig.14.b) o quattro lati (fig.14.a). In questi templi c’era un colonnato di legno ed una galleria su uno o entrambi i lati lunghi. La parete occidentale è fatta di muratura, ad eccezione della copertura dove c’è un traliccio di legno. Lo stesso accade nella parete orientale, quando il tempio ha il corridoio su tutti e quattro i lati.

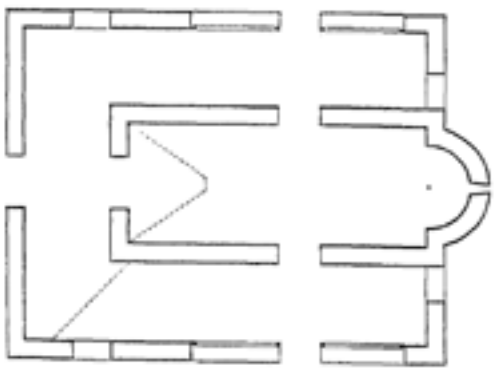


14.a Pianta tipo di chiesa con corridoio su tutto il perimetro

Dotate di un corridoio completo esistono solo tre chiese, fra le più importanti e antiche architetture in legno cipriote. Una, la più antica delle tre, è la “Chiesa di Stavros Agiasmatis” a Platanistas del 1466, l’unica con un corridoio su tutti e quattro i lati. In questa chiesa vengono mantenuti i tralicci di legno su entrambi i lati lunghi.

Segue poi la “Chiesa di Panagia Podethos” a Galata del 1502, con un perimetro che circonda tre lati della chiesa. È in questa chiesa che i tralicci, posizionati sui due lati lunghi, sono stati sostituiti dalla muratura.

Infine, la “Chiesa di Agios Sozomenos” a Galata del 1513, dotata di un corridoio su tre lati. Qui viene mantenuto il colonnato con i tralicci sul lato sud, mentre la parete settentrionale è occupata da una parete solida, quella originale. In questo caso, il tetto del lato sud è formato solo dal tetto esterno



14.b Pianta tipo di chiesa con corridoio su tre lati

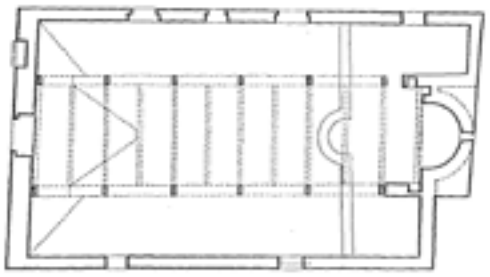
della chiesa, mentre a occidente (e nella parte est quando presente) il tetto è composto sia dal tetto esterno che da quello interno.

3.1.3 IMPIANTI A TRE NAVATE

Tutte le tipologie di chiese con doppio tetto in legno dei Troodos derivano dalla chiesa principale a singola navata. Lo stesso vale per la chiesa a tre navate, ma con una differenza fondamentale: nel tempio a tre navate il tetto deriva dal tetto della chiesa a una navata, ma emergono nuovi elementi costruttivi. In altre parole, una chiesa esistente a una sola navata potrebbe facilmente essere convertita in qualsiasi altra tipologia di chiesa, ma non in una chiesa a tre navate. Ecco perché viene considerata separatamente dagli altri tipi di chiese derivate.

Le chiese a tre navate dei Troodos si differenziano dalle rispettive basiliche bizantine (cristiane) in un punto fondamentale: la navata centrale della basilica è elevata rispetto a quelle laterali, questo permette di inserire delle finestre in corrispondenza del muro lungo della basilica. Le due pareti dove sono presenti le finestre, ad eccezione dei carichi di copertura che portano, hanno lo stesso peso dei muri, e sono i rispettivi colonnati a scaricare a terra il peso. Tuttavia, nelle chiese a tre navate dei Troodos, nelle quali, come già sappiamo, il tetto è continuo dalla navata centrale a quella laterale, i colonnati tra le navate devono sopportare solo il peso del tetto. La sua funzione è infatti quella di montante del tetto.

Ecco perché i carichi portati dai colonnati dei templi dei Troodos sono molto più piccoli dei carichi delle basiliche. Ciò significa che la loro costruzione può essere molto più leggera di quella delle basiliche, conferendo un aspetto di leggerezza anche alla forma interna. Questo è precisamente quanto accade, specialmente nelle chiese a tre navate, dove le colonne del colonnato sono anche realizzate in legno.
Basandosi sulla forma o sulla costruzione dei colonnati che dividono le tre navate, si possono classificare queste chiese in tre categorie.



15. Pianta tipo di chiesa con colonnato in legno

a. LE CHIESE CON COLONNATO IN LEGNO

In questa tipologia di chiese i colonnati sono realizzati con pilastri di legno, con sezione trasversale rettangolare o circolare. I pilastri di legno sono poggiati su basi di pietra, collocate a intervalli di circa tre metri (fig.15).

b. LE CHIESE CON COLONNATO IN PIETRA

I colonnati in queste chiese sono realizzati in pietra calcarea con sezione trasversale circolare. Il collegamento tra le colonne è eseguito con archi a sesto acuto, anche questi realizzati in pietra calcarea. Le colonne hanno solitamente una base e un capitello molto semplici.

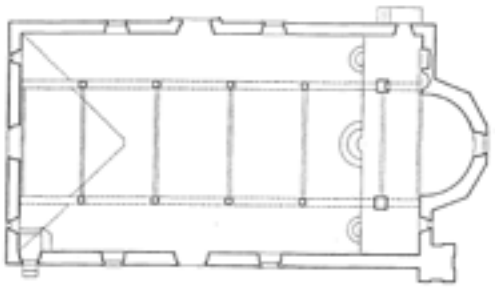
A volte, specialmente nelle chiese più antiche, il capitello è riccamente decorato. Nel caso della "Church of the Honest Cross" ad Askas troviamo capitelli in legno su un colonnato di pietra (fig.17). La parte di muro sorretta dal colonnato, che non si estende più di 30 cm sopra la cima degli archi, sorregge a sua volta il peso del tetto.

Le colonne sono solitamente collocate a una distanza compresa fra 3.50 m e 4.00 m, e la loro altezza varia da 1.60 m a 3.00 m. In una visione più rigorosa questa categoria di chiese potrebbe essere suddivisa in due sottogruppi a seconda dell'altezza delle colonne: uno nel caso in cui le colonne abbiano una piccola altezza, circa 1.60m, l'altro dove l'altezza sia di circa 3.00 m; le chiese del primo gruppo sono le più antiche.

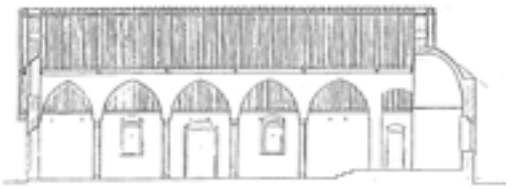
Il passo fra le colonne diminuisce di circa la metà solo nella prima apertura, in corrispondenza del Sacro Passo, e la corrispondente colonna viene solitamente sostituita da un pilastro, a sezione quadrata o rettangolare. La "Chiesa di Prodromos" ad Aska è l'eccezione, dove l'interasse è lo stesso in tutte le aperture. Questa prima apertura è sormontata da un arco, ma avendo la sua altezza massima pari al resto del colonnato, l'arco diventa esageratamente acuto; una soluzione può essere l'arco ribassato della prima apertura.

c. LE CHIESE CON PARETI CON ARCATE

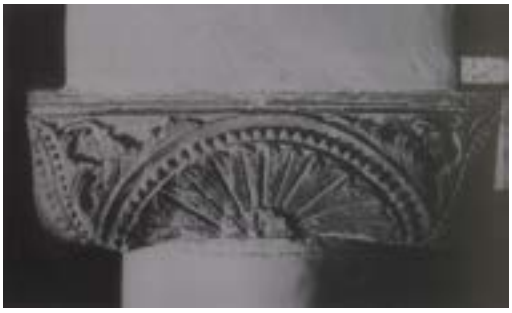
Queste chiese hanno, invece di colonne a sezione circolare, pilastri a sezione trasversale rettangolare, che dividono le navate (fig.18.a). I pilastri sono spessi come la parete, cioè 45 cm, la dimensione longitudinale varia fra 80 cm e 120 cm. Con pilastri di queste dimensioni, specialmente nei casi in cui l'apertura degli archi sia piccola, il concetto di colonnato scompare. Al contrario, l'impressione è che le tre navate siano divise da un muro, forato solo in certi casi da aperture con archi a sesto acuto. Questo concetto viene ulteriormente enfatizzato dal fatto che i pilastri non hanno né base né capitello. Anche il cornicione, che abbiamo incontrato sugli archi della tipologia precedente, ora non esiste.



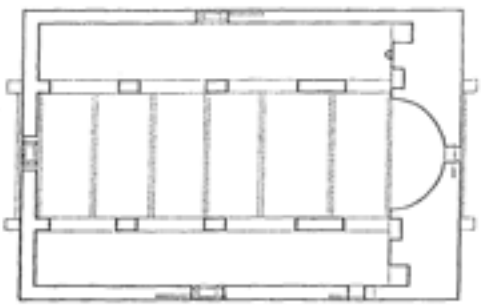
16.a Pianta tipo di chiesa con colonnato in pietra



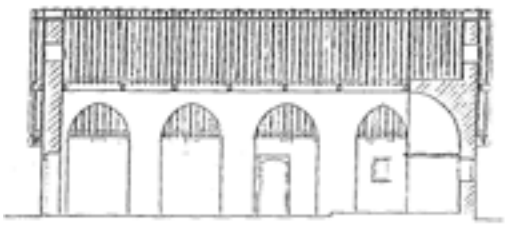
16.b Sezione tipo di chiesa con colonnato in pietra



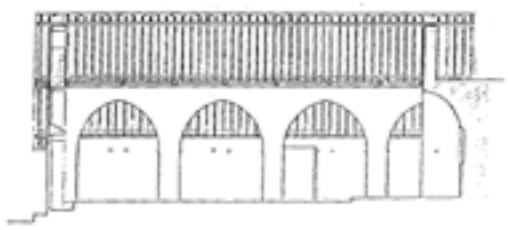
17. Capitello in legno



18.a Pianta tipo della chiesa con arcate



18.b Sezione tipo della chiesa con arcate



18.c Sezione tipo della chiesa con arcate

L'apertura degli archi solitamente varia da 2.30 m a 3.70 m (fig.18.b e c).
Come nelle chiese con il colonnato, l'apertura del primo arco è più piccola dell'apertura normale.
In alcuni casi ci sono chiese con l'ultima apertura a ovest molto più grande delle altre, ma sono dovute a interventi successivi per l'ampliamento delle chiese.
In un singolo caso, nella "Chiesa di S. Georgiou" a Palaichori, la prima apertura, quella del Sacro Passo, ha un'apertura maggiore rispetto al resto delle aperture.

CARATTERISTICHE GENERALI DELLE CHIESE A TRE NAVATE
Indipendentemente dalla separazione in categorie delle chiese a tre navate fatte in precedenza, ci sono alcune caratteristiche comuni.

Le chiese a tre navate dei Troodos sono spazi rettangolari, con rapporti tra i lati variabili da 1:1,4 a 1:2. La dimensione della lunghezza varia da 12,50 a 22 metri e la larghezza tra 7,50 e 11,50 metri. La larghezza della navata centrale è compresa tra 3,20 e 5,55 metri. Le navate laterali delle chiese a tre navate hanno una larghezza inferiore rispetto a quella della navata centrale, il rapporto della larghezza rispetto a quello della navata centrale non è costante, ma varia da 1:1,5 a 1:2.

L'altezza della navata centrale delle chiese a tre navate è notevolmente più grande dell'altezza delle chiese a singola navata; questa altezza varia da 4,20 a 5,60 metri.
Le chiese a tre navate hanno solitamente una sola nicchia nel Passo Sacro. L'unico esempio di chiesa a tre navate con nicchie e navate laterali è il "Monastero cattolico di Panagia Trooditissa".

L'abside del Sacro Passo ha una forma circolare. All'esterno la forma, quando l'abside non è iscritta in un cerchio, è poligonale. Più comunemente, tuttavia, le absidi delle chiese a tre navate sono inglobate esternamente nello spessore della muratura. C'è solo un esempio di abside esterna circolare, nella "Chiesa della Vergine Chrysokourdaliotissa" a Kourdali, la più importante e forse la più antica tra le chiese a tre navate con colonnato in legno; l'abside è attualmente inglobata in gran parte nella muratura, ma durante i lavori di restauro della chiesa, si è scoperto che la chiesa nel tempo ha subito delle aggiunte; ciò porta alla ragionevole ipotesi che altre absidi di chiese a tre navate del primo periodo siano in origine circolari esternamente.

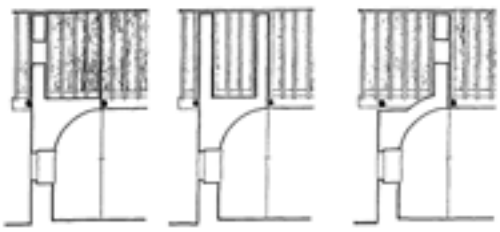
Quando l'abside esternamente è poligonale, può avere la forma dei tre lati di un ottagono (fig.19.a) oppure dei cinque lati di un dodecagono (fig.19.b); un lato della nicchia poligonale è sempre parallela alla parete orientale della chiesa. Nel caso in cui l'abside esterna abbia forma poligonale, il tetto della chiesa non si estende al di sopra di essa.

19.a Abside poligonale tipo con forma a tre lati di ottagono

19.b Abside poligonale tipo con forma a cinque lati di dodecagono

Quando nelle chiese a tre navate l'abside è inscritta esternamente nello spessore della muratura, troviamo ampi spazi a sinistra e a destra che non possono più essere coperti, come nelle chiese a singola navata, da muratura solida. A questo scopo, in queste posizioni vengono creati diversi spazi di archiviazione, con accesso sia dall'interno che dall'esterno del tempio.

La posizione del muro orientale dipende dalla configurazione dell'abside (fig.20).
Come nelle chiese a navata unica, spesso la parte alta del muro viene realizzata in corrispondenza della parete interna sopra l'abside e si estende fino alla parte più alta del tetto. Può anche capitare che la parte della parete interna venga lasciata libera sopra l'arco dell'abside, coperta con assi di legno, creando una sorta di cripta al di sopra della volta dell'abside. Capita anche che il vuoto venga riempito di muratura, creando così due muri, uno interno e uno esterno.



20. Posizione del muro in base alla configurazione absidale

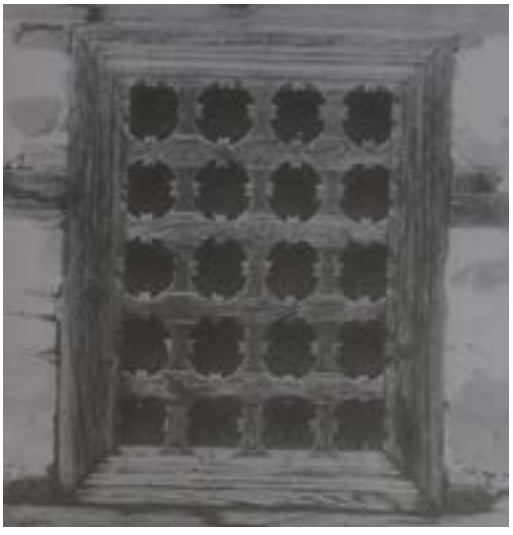
Ci sono diverse indicazioni che dimostrano che anche nelle chiese a tre navate si potesse trovare il matroneo; purtroppo ai giorni nostri non ne è arrivato quasi nessun esempio, poiché gli spazi adibiti a matroneo furono uniti al resto della chiesa; l'unico esempio si trova nella "Chiesa di Panagia Katholiki" a Pelendri. Al giorno d'oggi possiamo trovare diversi matronei nelle chiese a tre navate, ma sono tutte aggiunte recenti.
A differenza delle chiese a navata unica, le tre navate permettono l'appartura di finestre sulle pareti laterali, che aumentano gradualmente in numero e in dimensioni.

Riferimenti:
Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century)*, in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28
Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999
Pelekanos M., *The Role of a Post-Byzantine Timber Roof Structure in the Seismic Behavior of a Masonry Building - The Case of a Unique Type of Timber-Roofed Basilicas in Cyprus (15th–19th Century)*, in Historical Earthquake-Resistant Timber Framing in the Mediterranean Area, HEaRT 2015, Springer Editor, pp. 17-31

3.2 GLI ELEMENTI ARCHITETTONICI E DECORATIVI

1. Decorazione sulla porta della Chiesa di Agios Sozomenos a Galata

2. Battiporta delle porte frontale e laterale della Chiesa di Archangel Michael a Pedoulas



3. Finestra laterale della chiesa della Vergine Maria, a Melini

3.2.1 LA PORTA

Le porte delle chiese sono accomunate dalla stessa tipologia di forma, cioè un telaio rettangolare in legno e due ante; l'altezza è piuttosto ridotta e generalmente sono riccamente decorate. La decorazione si può trovare, ad esempio, sul telaio, soprattutto attraverso rappresentazioni di foglie, ma anche sulla battuta esterna della porta tra le due ante, che spesso è totalmente intarsiata.
Un esempio si trova nella porta settentrionale della chiesa di Agios Sozomenos a Galata (fig.1).

L'attenzione alla decorazione diminuisce nelle chiese del secondo periodo e le dimensioni delle porte, soprattutto nelle chiese a tre navate, crescono soprattutto in altezza.

Un esempio di elemento porta si può trovare a Pedoulas, nella chiesa di Archangel Michael, non tanto per le decorazioni della porta, poichè quella originale è stata sostituita, ma per i battiporta, che sono gli originali (fig.2).

Le porte delle chiese sono caratterizzate da doppi battiporta, chiamati "krikelia", inchiodati sul lato esterno delle porte; i "krikelia" possono essere distinti in due categorie fondamentali in base alla loro decorazione: nel primo gruppo, una banda a zigzag circonda tutto il perimetro, con creste angolari, decorazione lineari incise e triangoli perforati, mentre i motivi emisferici concavi sono disposti a croce.
Gli elementi del secondo gruppo sono caratterizzati da una fascia con un lato esterno curvilineo e cerchi; queste caratteristiche sono probabilmente autentiche, tramandate dalle porte antiche e originali a quelle più recenti.

3.2.2 LA FINESTRA

La tipologia di finestra tipica possiede un arco a sesto acuto, ma si possono trovare anche finestre dotate di architrave; le finestre possono avere una cornice in legno o in pietra calcarea.
Solitamente il legno usato è l'abete, derivato dai tronchi utilizzati per la costruzione della porta d'ingresso; si possono trovare anche grate in legno (fig.3).

La maggior parte delle finestre sono però piccole, soprattutto se sono posizionate sul muro dell'abside, come nella chiesa della Vergine Maria di Melini.

3.2.3 I BANCHI

Oltre alla loro ovvia destinazione, i banchi hanno indirettamente un altro ruolo, cioè quello di far parte del simbolismo artistico della chiesa e quindi collaborare con gli altri elementi della chiesa per far emergere lo splendore della stessa.

I banchi della chiesa sono esemplari autentici e generalmente si trovano adiacenti alle pareti della navata principale. Offrono in media un totale di dodici posti, con una fila di quattro posti poggiati alle pareti nord e sud, e due coppie di sedili su entrambi i lati lunghi della chiesa.

In molte chiese, i banchi sono fissati alle pareti, tanto che gli affreschi, in certi casi, seguono e si adattano alla presenza dei banchi.
Di conseguenza, è naturale che lo studio del posizionamento dei banchi sia eseguito con accuratezza, in modo da inserirsi in modo adeguato all'interno dello spazio.
Esistono varie forme di banchi, sia nel primo che nel secondo periodo, i cui stili sono influenzati, in particolare nella decorazione, dalla morfologia gotica (fig.4).

Un esempio si può trovare nella chiesa di Archangel Michael a Pedoulas, in questo caso i banchi sono stati realizzati contemporaneamente alla realizzazione della chiesa (XV secolo) e decorate con disegni curvilinei.

In alcuni banchi, anche la tavola che separa i differenti posti a sedere viene decorata, solitamente con la scultura di una testa di cavallo o di drago di profilo. I banchi della chiesa di Archangel Michael sono tra i più antichi sopravvissuti a Cipro con questo particolare tipo di ornamenti scolpiti (fig.5).

3.2.4 L'ICONOSTASI

L'iconostasi delle chiese con il "doppio tetto" è anch'essa in legno, è posizionata prima del "sacro passo", come parete divisoria tra la navata e il presbiterio, ed è decorata con icone (fig.6).
La funzione dell'iconostasi è quella di delimitare lo spazio più sacro, ovvero il presbiterio, a cui hanno accesso solo i presbiteri e diaconi, dove si celebra la messa, e dove i fedeli laici non sono ammessi. Alcune delle icone più

4. Banchi della chiesa di Panagia Chrysokourdaliotissa, a Kourdali.

5. Banchi della chiesa di Archangel Michael a Pedoulas

6. Iconostasi della chiesa Agios Nikolaos tis Stegis, Kakopetria

7. Iconostasi della chiesa di Archangel Michael a Pedoulas

antiche sono arrivate fino ai giorni nostri; l'unica che è arrivata ai nostri giorni quasi completa è l'iconostasi della chiesa di Archangel Michael a Pedoulas.

L'iconostasi si trova anche in due chiese del secondo periodo, ma senza legni decorati, nella chiesa di Agios Georgios a Korakos e nella chiesa di Agia Paraskevi of Three Olives.
Le iconostasi delle chiese del secondo periodo possiedono una certa varietà di stili, ma molte sono semplicemente copie delle iconostasi di chiese del primo periodo. Inoltre, molte iconostasi sono state spostate e trasportate in altre chiese, quindi non si ha la certezza che siano state realizzate per la chiesa in cui si trovano.

L'iconostasi della chiesa di Archangel Michael a Pedoulas (fig.7) ha motivi decorativi intagliati ed è completamente dipinta; è una delle iconostasi meglio conservate. L'iconostasi di Pedoulas è composta da quattro colonne di sezione poligonale (colonne intermedie ottagonali e colonne laterali esagonali). Le due colonne laterali sono collegate alle pareti laterali e le due colonne centrali formano la porta. Due colonnette rettangolari (5x6 cm) di un'altezza di 114 cm, culminanti in una "lacrima", sono collocate sui lati esterni delle due colonne centrali, probabilmente utilizzate per supportare la porta dell'iconostasi. Le colonne culminano in un capitello semplice, il tutto decorato con motivi vegetali, che ne arricchiscono il fascino evocativo.

3.2.5 GLI AFFRESCHI

Gli affreschi delle chiese bizantine, generalmente seguono l'andamento architettonico dell'edificio, infatti, il pittore utilizza la sua tecnica per arrivare a enfatizzare l'architettura creando un suo simbolismo artistico. Per questo motivo, sia la posizione, la scala, sia lo stile degli affreschi, sono in gran parte imposte dall'architettura della chiesa, poiché servono a contribuire all'espressione della stessa. Di conseguenza, gli affreschi nelle chiese bizantine, fanno parte della loro morfologia, poiché possono mostrare uno spazio più piccolo o maggiore, andando a sottolineare o dissolvere la forma di una nicchia.

Generalmente, gli affreschi di queste chiese, sono suddivisi in due ordini adiacenti e contraddistinti (fig.8), il primo inizia dal pavimento fino a raggiungere l'altezza della porta, o leggermente sopra; il secondo parte dalla fine del primo fino ad arrivare alle traverse e di solito hanno un altezza di 60-70 cm.
I temi degli affreschi nel primo ordine sono principalmente raffigurazioni di

santi in posizione retta e nella zona del matroneo si prediligono forme femminili. Per quanto riguarda il secondo ordine, le raffigurazioni delle scene di vita di Santi hanno dimensioni ridotte rispetto a quelle del primo ordine.

Inoltre, esisteva un terzo ordine di pitture, esclusivamente in alcune chiese, sulle traverse ed erano principalmente volti di santi in cornici circolari, questo ordine ovviamente era possibile solo sulle pareti longitudinali della chiesa, mentre sulla parete occidentale dove non esistono le traverse viene inserito un ordine simile al secondo in cui viene rappresentata la Crocifissione o combinazioni della stessa in scala ridotta.

Questi ordini di affreschi sono quasi inalterati in tutte le chiese di questa tipologia, con poche eccezioni come nella chiesa di Agios Mamas a Louvaras, dove ci sono due ordini superiori e nella chiesa di Agia Christina di Aska dove è presente un solo ordine inferiore di santi retti, che occupa l'intera altezza del muro.
Un'osservazione generale è che lo stile dei dipinti delle chiese dei monti Troodos, hanno un legame diretto con Costantinopoli, ma si può riconoscere l'influenza dello stile Rinascimentale Italiano anche se in misura limitata per quanto riguarda l'illusione prospettica.

La presenza di questi affreschi, ha reso queste chiese così rilevanti che dal 1985 sono diventate un Patrimonio dell'Umanità dell'UNESCO. Si tratta di 10 chiese, per l'esattezza nove chiese e un monastero, costruite fra l'XI e il XVI secolo nell'età bizantina; la Chiesa di Metamorphosis tou Soteros (villaggio di Palaichori),la Chiesa di Panagia Phorviotissa (villaggio di Nikitari), la Chiesa di Timios Stavros (villaggio di Pelendria), la Chiesa di Archangelos Michael (villaggio di Pedoulas), la Chiesa di Stavros Agiasmati (villaggio di Platanistasa), la Chiesa di Agios Nikolaos tis Stegis (villaggio di Kakopetria), la Chiesa di Panagia (villaggio di Moutoullas), la Chiesa di Panagia Arakou (villaggio di Lagoudhera), la Chiesa di Panagia Podhithou (villaggio di Galata) e infine il Monastero di Agios Ionannis Lambadhistis (villaggio di Kalopanayiotis).

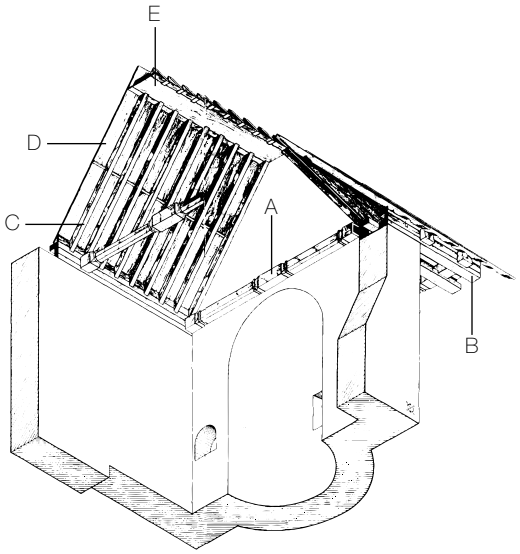
8. Affreschi della Chiesa di Theotokos, a Galata

Riferimenti:
Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century)*, in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28
Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999
Hadjichristodoulou C., *The Pedoulas Byzantine Museum*, Pedoulas, Foundation of Byzantine Culture, 2010
Karouzis C., Karouzis G., *The Village of Pedoulas*, Limassol, The Pedoulas Expatriates' Association, 1996
Perdikis S., *The church of the Archangel Michael in Pedoulas*, Pirketti D. (traduzione di), Lefkosia, Bank of Cyprus Cultural Foundation, 2015

3.3 IL DOPPIO TETTO LIGNEO

3.3.1 MORFOLOGIA

Il tetto in legno delle chiese dei monti Troodos, sia per le chiese a singola navata che per quelle a tre navate, oltre alla peculiarità costruttiva, presenta anche un'altra grande differenza rispetto al tetto delle basiliche cristiane in legno: nelle basiliche il tetto è considerevolmente lontano dallo spettatore nello spazio interno, tale da non avere un ruolo particolarmente importante nel simbolismo artistico e nell'espressione della chiesa.Nelle chiese dei monti Troodos, il tetto è molto vicino al credente e svolge un ruolo dominante nell'espressione della chiesa.



1. Assonometria ortogonale isometrica con spaccato in vista "dal basso"

2. Interno della Chiesa di Agias Mamas, a Korakou

a. IL TETTO NELLE CHIESE A UNA NAVATA

Il tetto in legno è diviso in due "sistemi": il primo è il "sistema" di catene (A), traverse (B), puntoni (C), tavolati (D) e carina (E). Il secondo è ritmicamente posto sulla base delle catene sopra citate. I membri del primo "sistema" possono essere suddivisi in due parti: alla prima appartengono le catene e i puntoni, mentre alla seconda appartengono i restanti elementi, che costituiscono una superficie continua, una sorta di estensione della superficie del muro della chiesa verso l'alto. Vediamo la superficie interna delle traverse, a cui segue la superficie inclinata della plancia, questa superficie inclinata continua senza interruzioni fino all'estremità superiore, dove incontra una superficie orizzontale, la carina. Questa nuova superficie si incastra tra i puntoni.

In contrasto con questo sistema troviamo il sistema delle catene, che si posizionano all'altezza delle traverse, ma sono indipendenti dai puntoni, non solo perché non vengono a contatto con questi ultimi, ma anche perché seguono un ordine diverso e indipendente.

Le catene hanno un ruolo importante all'interno delle chiese a una sola navata, è infatti l'elemento che crea un ordine ritmico e aiuta l'avvicinamento al Passo Sacro, come avviene nelle basiliche grazie ai colonnati. La disposizione dei puntoni è talmente densa da creare quasi una superficie unica, le catene dividono lo spazio in parti ritmiche ideali, diventando gli elementi più importanti, anche dal punto di vista della morfologia, della chiesa, ricevendo il miglior trattamento rispetto agli altri elementi della chiesa (fig.3).

Le catene di ogni chiesa del primo periodo seguivano una regola per la loro forma, ma la decorazione poteva essere differente nelle catene della stessa chiesa. Erano riccamente decorate le catene situate nell'area della porta laterale, così da enfatizzare il punto di ingresso in chiesa; anche nelle chiese

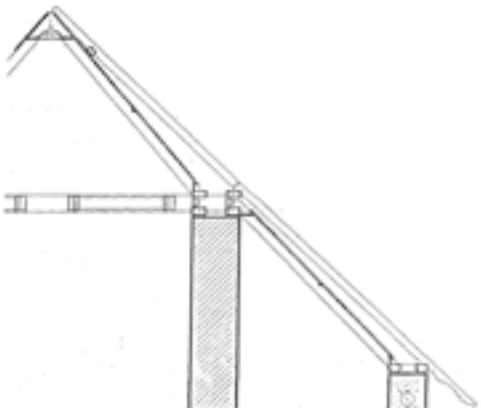
del secondo periodo, dove non è stata mantenuta l'uniformità delle catene per quanto concerne la forma, le catene nell'area delle entrate laterali continuano ad essere più decorate rispetto alle altre.
Osservando i puntoni non più internamente, ma esternamente alla chiesa, si può notare la loro funzione portante: i puntoni sono incastrati alle traverse nel lato inferiore e stringono la carina nel lato superiore. Le traverse impediscono il movimento non solo dei puntoni, ma anche delle catene.

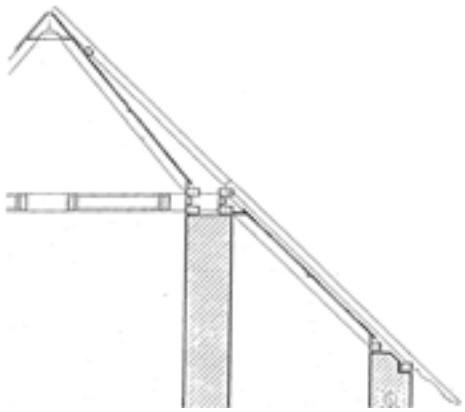
b. IL TETTO NELLE CHIESE A TRE NAVATE

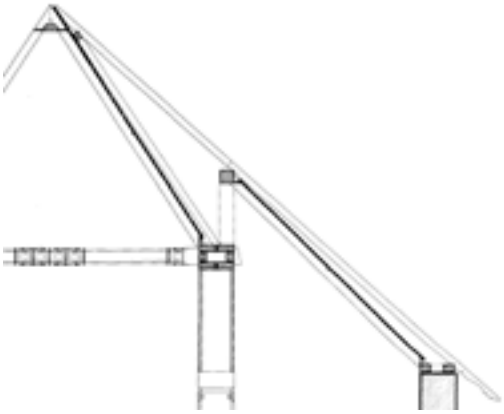
La forma del tetto della navata centrale non è in alcun modo differente dal tetto di una chiesa a navata singola, ma subentra un nuovo elemento nella creazione delle navate laterali: questo nuovo elemento è un colonnato (fig.3) o delle arcate (fig.4), che introducono un nuovo ordine allo spazio. Solitamente esiste una relazione ritmica tra le colonne dei colonnati e le catene; così, in alcune chiese, ogni catena viene posizionata o in corrispondenza di ogni colonna del colonnato, oppure sia in corrispondenza di ogni colonna che in corri spondenza del punto a metà fra una colonna e l'altra. Ci sono anche casi in cui il ritmo delle catene è indipendente rispetto a quello degli archi.
Il tetto delle navate laterali è libero alla vista dello spettatore che si trova nella parte centrale, soprattutto nelle chiese con colonnati in legno o in pietra, anche perché il picco degli archi del colonnato quasi raggiunge l'altezza delle traverse della navata centrale.
Così, diventa evidente allo spettatore che il tetto delle navate laterali è la continuazione del tetto della navata centrale. Infatti, in questo tipo di chiese, le traverse centrali sembrano più simili a supporti intermedi di sostegno, piuttosto che i corpi principali che realmente sono. La forma e la pendenza del tetto delle navate laterali svolge un ruolo fondamentale nel simbolismo artistico del tempio.
La pendenza del tetto interno della navata laterale è generalmente la stessa del tetto esterno. Ciò avviene quando la trave interna ed esterna nella parte superiore della parete non sono nello stesso piano (fig.5).
L'accento sul movimento assume un carattere più evidente quando il tetto interno della navata laterale segue l'inclinazione di quello esterno (fig.6).
Questo perché la pendenza del tetto esterno è sempre più piccola rispetto alla pendenza del tetto interno della navata centrale. Così, il tetto interno delle navate laterali è meno inclinato rispetto al tetto interno della centrale.
Il fenomeno sopra descritto diventa più pronunciato quando il tetto esterno

3. Interno della Chiesa di Agios Geórgios, a Goúrri

4. Interno della Chiesa di Katholiko, a Trikoukkia


5. Sezione tipo con uguale pendenza dei due tetti interni


6. Sezione tipo con uguale pendenza fra tetto interno laterale e tetto esterno



7. Particolare della sezione della Chiesa di Panagia Chrysokourdaliotissa, a Kourdali

8. Particolare della sezione della chiesa di Agia Marina a Kyperounta

9. Chiesa di Panagia Podithou, a Galata

10. Chiesa di Panagia Chrysokourdaliotissa, a Kourdali

della chiesa a tre navate è elevato, mentre le parti interne sono normalmente poggiate sulle traverse centrali. Questo perché, come è comprensibile, la differenza nella pendenza dei tetti interni, delle pendenze centrali e laterali, è ancora maggiore. È il caso della Chiesa di Panagia Chrysokourdaliotissa, a Kourdali (fig.7).
Il risultato è spiacevole quando l'elevazione del tetto esterno è seguita dall'interno della navata laterale, si crea un divario troppo ampio tra la superficie interna del tetto della navata centrale e quello della navata laterale, che può essere la ragione principale per cui questo metodo di costruzione non si è diffuso.

Questo risultato non riuscito diventa motivo di ricerca di una soluzione, parzialmente trovata nella chiesa di Agia Marina a Kyperounta, dove anche nelle navate laterali vengono utilizzate carina e puntoni per realizzare il tetto interno (fig.8). Come risultato, viene eliminato lo spiacevole divario, ma viene rovesciata l'idea di chiesa a tre navate conosciuta fino a quel momento.

La configurazione degli elementi rimanenti del tetto delle chiese a tre navate segue tipicamente la configurazione di quelle a navata singola ed in particolare lo scopo di visualizzare la superficie del tetto come una continuazione della superficie della parete.

Il tetto delle chiese a tre navate appare esternamente come quello delle chiese a navata unica (fig.9), ma l'aggiunta del tetto sulle navate laterali complica la semplice forma organica del frontone che caratterizza le chiese a navata singola: il problema morfologico fondamentale delle facciate si trova nello sbalzo e nella forma delle falde laterali, ma non sempre questo problema è risolto con successo (fig.10).
La soluzione più semplice del problema si trova nelle chiese dotate di un perimetro, poiché in questo tipo di chiese il perimetro non possiede un tetto interno, ma solo un tetto esterno, collegato direttamente al tetto esterno della navata centrale, creando un'estensione uniforme anche al di sopra del perimetro.

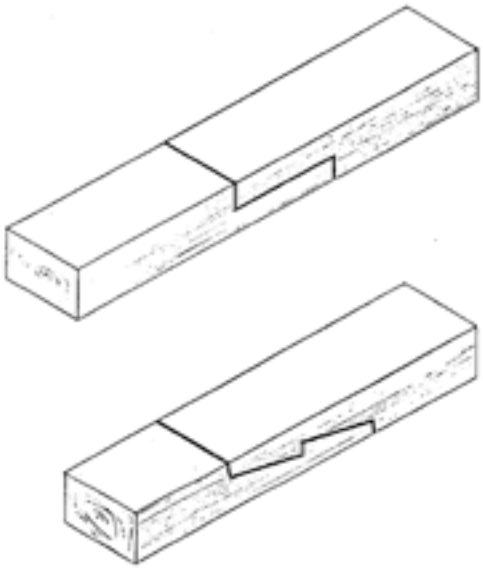
3.3.2 TECNICA COSTRUTTIVA

Il doppio tetto ligneo è composto da due parti separate e in una certa misura indipendenti: il tetto interno, che è la struttura portante principale, e il tetto esterno, sorretto da quello interno.
Il tetto interno è una costruzione statica indipendente, oltre ad essere il soffitto della chiesa; sul tetto esterno è collocato il materiale di rivestimento, cioè le tegole. È importante sottolineare che il tetto esterno è sostenuto da quello interno, ma è costruttivamente indipendente, in modo che possa essere sostituito, se necessario, senza sostituire anche il tetto interno.

La sostituzione del tetto esterno era frequente a causa delle condizioni meteorologiche avverse di questa regione montuosa, con precipitazioni e nevicate significative e intenso sole, che rovinano irreparabilmente il legno del tetto. Le grandi differenze di temperatura sulla superficie, dovute all'intensa esposizione al sole anche in inverno, causano ingenti danni ai tetti, soprattutto al legno della copertura esterna. Era quindi necessario costruire separatamente la parte esterna del tetto, in modo che potesse essere facilmente sostituita indipendentemente dal corpo principale.

Il metodo di sostituire il tetto esterno ha causato però problemi agli studiosi contemporanei. Con queste modifiche, eseguite dagli artigiani fino a poco tempo fa, il modo in cui si realizzavano gli incastri del legno è gradualmente scomparso. Gli incastri, tuttavia, hanno giocato un ruolo importante nell'esistenza statica del tetto, specialmente per il tetto esterno. Così, oggi sappiamo determinare il funzionamento statico del tetto interno, ma non possiamo descrivere con la stessa certezza quello esterno.

Conosciuto e ampiamente usato è l'incastro semplice (fig.1), insieme all'uso del metodo "a zik-zak" (dardo di Giove) (fig.1). L'uso di questo incastro si ritrova anche in Europa, dove la tecnica di realizzazione si evolve nel corso degli anni, in modo tale da poter addirittura datare un edificio; a Cipro, invece, non è possibile trovare nulla di analogo, infatti in tutti i casi dove viene utilizzato questo incastro, dagli esempi più antichi a quelli più recenti, la forma è sempre la stessa; l'eventuale uso di "cunei" per serrare le due parti è conseguenza di restauri.

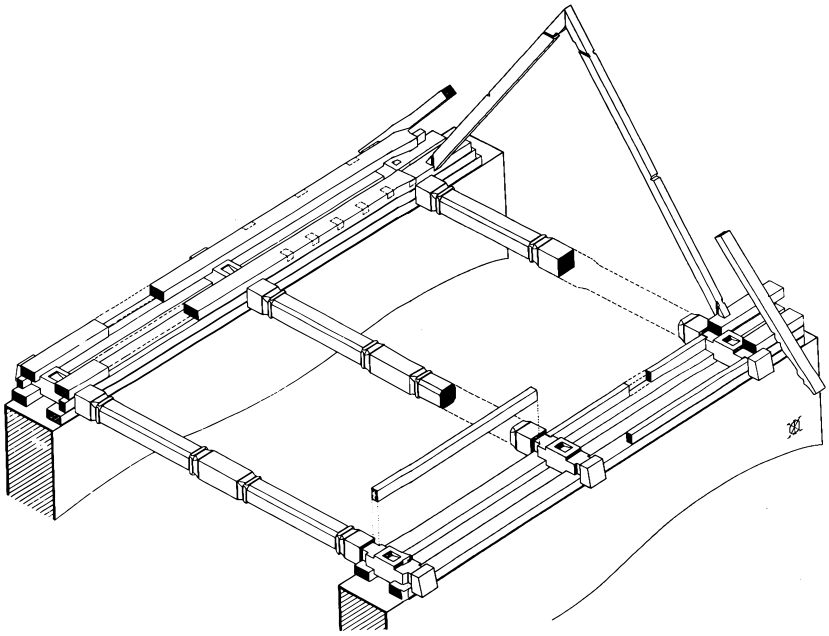


1. Incastro di tipo semplice e incastro a "zik-zak" (dardo di Giove)

a. TETTO INTERNO

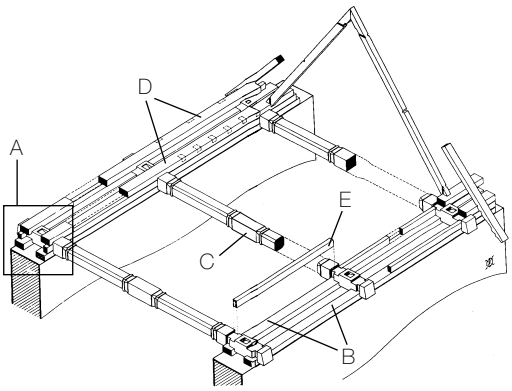
I componenti principali del tetto interno sono tre: le traverse, travi appoggiate

sulla pareti longitudinali, i puntoni, legni inclinati che si incastrano sulle traverse e formano la struttura portante del tetto, e le catene, che collegano le traverse e raccolgono la spinta dei puntoni.



TRAVERSE E CATENE

Le traverse sono in realtà raggruppate in due gruppi e sono gli elementi più bassi della struttura, che ricevono i carichi e li trasmettono alle pareti laterali su cui sono alloggiati. In sostanza, ogni gruppo di traverse (A) è costituito da un sistema di travi di legno, posto sulla sommità delle pareti longitudinali, seguendo l'intera lunghezza del tempio. Nella sua forma più comune, ogni gruppo di traverse è costituito da quattro fasci, disposti a coppie su due livelli. I due piani inferiori sono posizionati uno su ciascun lato (B), interno ed esterno, nella parte superiore del muro. La posa di queste travi avviene direttamente sulla muratura. In pochissimi casi, sono inserite piccole travi nel corpo della muratura, come base per la costruzione.



2. Assonometria ortogonale isometrica del tetto interno

Trasversalmente a questa coppia inferiore di travi, vengono posizionate le catene (C), collegando quindi fra loro le traverse delle due pareti laterali. Le catene sono travi di collegamento in legno, che fungono anche da tirante. Sulla catena sono presenti intagli adeguati in corrispondenza dei punti di incastro con le traverse, in modo da garantire l'immobilità della struttura ed evitare il cedimento delle traverse verso l'esterno. Così, oltre all'azione di

tirante, la catena ha un secondo ruolo, ugualmente importante, nella costruzione del tetto: funge da connettore fra le traverse.
Sulle catene viene poi posta la seconda coppia di traverse (D), negli stessi incastri delle traverse sopra citate. Come prima, la coppia superiore di traverse ha come unica connessione la catena.

Tra la coppia superiore e quella inferiore delle traverse si crea un vuoto, il cui riempimento è realizzato con tavole di legno (E), con lunghezza pari alla distanza fra le catene; anche queste tavole si incastrano in speciali spazi scavati sulla catena, al fine di immobilizzarli. Il posizionamento delle tavole, sia all'esterno che all'interno del muro, genera, insieme alle traverse, un'unica superficie. Le tavole svolgono anche l'importante compito di garantire che la distanza fra le catene venga mantenuta in ogni condizione.
Dalla descrizione del modo in cui sono assemblati i vari elementi si deduce la minima importanza dell'uso dei chiodi nella struttura.
La larghezza, quindi, di ciascun gruppo di traverse è solitamente pari allo spessore della parete corrispondente in cui è posizionato. La sua altezza, cioè l'altezza totale delle due traverse e il pannello intermedio, varia tra 23 e 35 cm.

Le dimensioni della sezione trasversale delle quattro traverse non sono necessariamente uguali: di solito le dimensioni della coppia superiore sono maggiori, forse perché entrano in contatto diretto con i carichi principali del tetto.

Ci sono purtroppo grandi lacune sul modo in cui sono realizzati gli incastri in legno, quindi, nel caso delle traverse non è possibile definire con certezza il funzionamento dei collegamento fra le parti. Tuttavia, il modo in cui le travi e le tavole sono posizionate negli incastri della catena, assicura che il sistema sia bloccato, in modo che non siano necessari ulteriori elementi di giunzione.

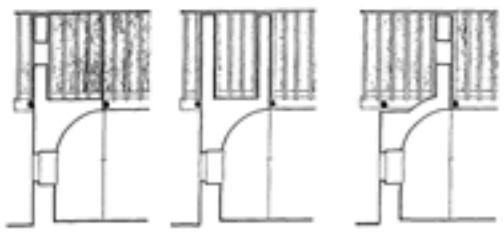
Le lunghezze delle travi dipendono dal legname disponibile, ma è sempre necessario unire più pezzi per riempire la totale lunghezza delle traverse; gli incastri di queste travi presentano principalmente il giunto a "dardo di Giove" (o zik-zak) (fig.3) per l'unione dei legni.
La lunghezza delle traverse è pari alla lunghezza totale del tetto, generalmente maggiore della lunghezza della chiesa. Sul lato ovest della chiesa, il tetto si estende oltre il muro di 40-60 cm; questa estensione viene seguita anche dalle traverse. Sulla parete est, tuttavia, l'estensione del tetto era più gran-

3. Incastro a "dardo di Giove" della Chiesa di Ayia Marina

4. Chiesa di Ayia Marina, a Pedoulas

5. Chiesa di Agios Nicolaos, a Klonari

6. Chiesa di Archangelos, a Galata



7. Posizione del muro in base alla configurazione absidale

de, poichè destinata a coprire l'abside del Sacro Passo. Al fine di ricevere i carichi da entrambi i fasci della coppia inferiore delle traverse, possono essere inseriti due elementi incastrati fra loro, uno trasversale alle traverse e un montante incastrato nella muratura, con l'obiettivo di scaricare il peso direttamente sulla muratura (fig.4); in questo caso l'estensione del tetto rispetto al muro non è mai maggiore di 1,40 metri. Quando l'estensione è più grande, il montante viene sostituito da un palo di legno poggiato a terra (fig.5). Non è raro che le pareti longitudinali della chiesa si estendano oltre l'abside del Sacro Passo per sostenere l'aggetto del tetto (fig.6).

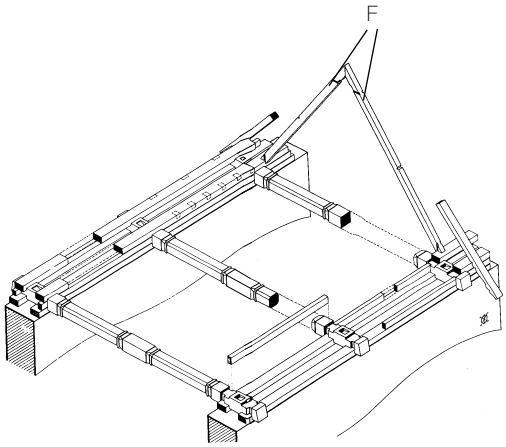
Connesse alle traverse vi sono le catene; le catene sono solitamente disposte a due metri di distanza, solo nelle chiese a tre navate le distanze sono maggiori, arrivando a circa tre metri. Nella chiesa a tre navate di San Kiriakos a Kambos le catene sono poste a quattro metri di distanza.

Il posizionamento delle catene inizia dalle pareti trasversali della chiesa; queste catene sono chiamate "estreme". Le catene sono poste direttamente a contatto con la parete occidentale, una interna ed una esterna; sulla parete orientale della chiesa, il posizionamento delle catene varia a seconda dell'altezza dell'abside del Sacro Passo (fig.7): quando la parte superiore dell'abside è inferiore all'altezza delle catene, queste ultime sono poste internamente ed esternamente, a contatto con la parete orientale. Tuttavia, quando la parte superiore dell'abside è più alta dell'altezza delle catene, allora la catena può essere posizionata solo internamente a contatto con il muro, esternamente sarà posizionata in aggetto, oltre l'abside.

Le catene non sono, comunque, in tutti i casi a pieno contatto con le pareti del muro. Ci sono alcuni esempi, in cui le catene si trovano ad una certa distanza dalle pareti.
La sezione trasversale delle catene è solitamente quadrata, con dimensioni che variano da 17 a 21 cm. Le catene estreme, a contatto con le pareti, hanno una sezione trasversale rettangolare, con la dimensione verticale più grande.
L'assemblaggio di questa parte del tetto è una sorta di "scatola" di traverse e catene, pronta per il carico del tetto e per far fronte alle tensioni provenienti dalle sezioni superiori.

PUNTONI

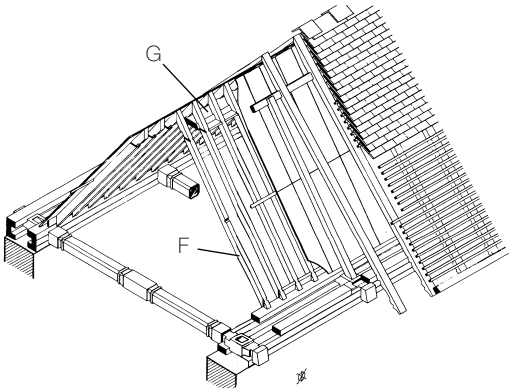
I puntoni (F) hanno sezioni trasversali relativamente piccole, le cui dimensioni più comuni sono 7x9 cm o 8x10. In rari casi del secondo periodo, la sezione trasversale si avvicina alla forma del quadrato. In ogni caso, i puntoni sono collocati in modo che la dimensione più grande della loro sezione trasversale sia posizionata in verticale. Le esigue dimensioni della sezione trasversale dei puntoni sono rese possibili da interassi particolarmente ridotti, variabili da 28 a 30 cm.



8. Assonometria ortogonale isometrica del tetto interno

Il tetto è sostenuto da due soli puntoni, e a parte il punto in cui si incontrano, nel punto più alto del tetto, nessun'altro elemento li collega insieme. I puntoni sono inseparabili dalle traverse a cui sono incastrati e non possono, quindi, essere intesi come elementi indipendenti.

La posa di ciascun puntone sulla traversa viene effettuata con l'incisione di un angolo retto sul puntone, che si incastra sullo spigolo della traversa. Anche in questo caso, si può assicurare l'assenza di movimento dei puntoni senza bisogno di chiodi, ma posizionando, in appositi incastri, delle tavole di legno negli intervalli tra i puntoni. Per raggiungere l'immobilità desiderata, il collocamento dei puntoni doveva essere completato.



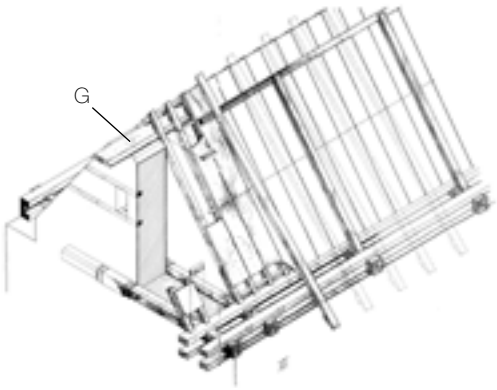
9. Assonometria ortogonale isometrica del tetto interno ed esterno

CARINA

Nella parte superiore, i puntoni sono uniti da un semplice giunto verticale, la carina (G), dove nessun'altra soluzione sarebbe stata adeguata. La carina è una trave che collega le parti terminali dei puntoni lungo la sua lunghezza, appoggiandosi solo sulla sommità dei frontoni delle due pareti trasversali della chiesa, cioè i muri est e ovest. Il compito principale della carina è quello di creare un nodo forte per ciascuna coppia di puntoni e garantire l'immobilità longitudinale dell'intero tetto. Lo spessore della sua sezione trasversale è così piccolo che non può sopportare pesi o carichi, anche osservando la sua lunghezza longitudinale.

Costruttivamente, le carine sono divise in due gruppi: il primo gruppo include le carine formate da un unico pezzo di legno, con una sezione trasversale da 7x16 cm a 7x23 cm.

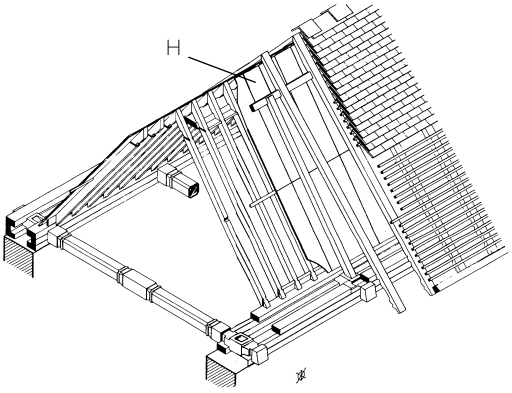
Il secondo gruppo include le carine non formate da un singolo elemento; queste carine sono formate da due travi di legno che corrono per tutta la lunghezza del tetto, uniti insieme da altri pezzi di trave trasversali, formando



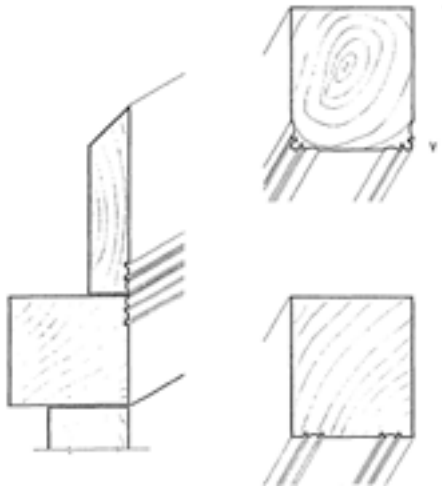
10. Assonometria ortogonale isometrica del tetto

11. Pannelli della carina

12. Pannelli completi



13. Assonometria ortogonale isometrica del tetto interno ed esterno



14. Intagli tipo su puntoni e traverse

così una sorta di scatola, a volte rettangolare, a volte quadrata. Le scatole sono riempite nella parte superiore da pannelli, posizionati uno alla volta in ciascuna scatola, poggiandosi su apposite tacche scavate sulle travi che formano la carina (fig.11); esistono pannelli completi che coprono più di un scatola alla volta (fig.12).
Le carine di entrambi i gruppi sono posizionate in una incisione particolare realizzata sulla parte terminale dei puntoni.

IL TAVOLATO

Lo spazio vuoto che rimane tra i puntoni viene riempito da tavole di legno (H), che formano anche il soffitto stesso della chiesa. Le tavole sono poggiate direttamente sui puntoni e collegate con semplici chiodi; la loro lunghezza è pari a quella dei puntoni. La larghezza delle tavole è maggiore dell'interasse tra i puntoni, ma inferiore alla loro distanza assiale, e varia fra 26 e 28 cm.
Solitamente sono utilizzate due tavole per coprire lo spazio tra la base e la parte superiore del tetto. L'unione delle tavole copre anche un travetto continuo a sezione trasversale triangolare, posto fin dall'inizio in una speciale incisione scavata sul retro dei puntoni.
Con la disposizione delle tavole, il tetto interno è completato.

I SINGOLI ELEMENTI E LA LORO FORMA

Gli elementi individuali del tetto sono interessanti sia per la forma che per la decorazione con cui sono arricchiti; le decorazioni consistono in intagli e colore. L'intaglio è principalmente limitato alle catene e alla carina, raramente viene esteso ai puntoni e alle traverse (fig.14). Solitamente vengono colorati interi elementi del tetto interno, combinati con una decorazione intagliata. Nelle chiese del secondo periodo, viene conservato l'uso dell'intaglio, anche se in maniera molto limitata, ma il colore viene abolito e viene utilizzato solo il colore grigio, in ogni caso imitando le decorazioni del primo periodo. Si diffondono sui tetti di entrambi i periodi incisioni scanalate lungo le travi di legno, nelle chiese del primo periodo la sezione trasversale è ortogonale, più curva invece in quelle del secondo periodo. Le incisioni si possono trovare sulla maggior parte degli elementi del tetto, eccetto le tavole.
Le incisioni si estendono, come elemento decorativo, ad altre parti della chiesa, come porte, finestre, iconostasi, ecc.

CATENA (C)

Ha sempre una forma dritta, con una sezione trasversale quadrata. Le sue parti fondamentali sono il tronco e i bordi: i bordi hanno sempre una sezione trasversale quadrata, il tronco è normalmente ottagonale, inscritto in un quadrato leggermente più piccolo rispetto al quadrato della sezione dei bordi. La transizione dalla sezione quadrata del bordo alla sezione ottagonale del tronco è realizzata con opportuni bordi smussati, sia sui bordi che sui lati del prisma. Nel punto di passaggio dal bordo al tronco ottagonale è anche presente una corona a sezione semicircolare che circonda il tronco, seguendo la sezione ottagonale di quest'ultimo. L'unico esempio di chiesa con ogni catena con sezione rettangolare è la Chiesa della Vergine Maria di Chrysokourdaliotissa di Kourdalis.

Le estremità squadrate della catena, la cui lunghezza non è mai superiore a 20 cm, appaiono come rinforzi nei punti di ancoraggio del tetto, necessari per sostenere la trazione.

Le catene agli estremi, sia esternamente che internamente ai muri della chiesa, non hanno una sezione trasversale quadrata, ma rettangolare; hanno sempre una forma più semplice rispetto alle altre catene.

Una variante delle catene è quella che non ha sezione trasversale ottagonale nel tronco, ma quadrata; in questo caso, le dimensioni del quadrato della sezione trasversale del tronco sono uguali alle dimensioni dei rinforzi esterni. Così, la corona che circonda il tronco non ha più sezione semicircolare e le smussature sono più semplici. Un unico esempio di catena con decorazione intarsiata si trova nella Chiesa di Agia Marina a Pedoulas (fig.15). Questo elemento è stato utilizzato per la costruzione della chiesa, ma probabilmente appartiene ad una chiesa precedente.

La catena, quadrata o ottagonale, è raramente utilizzata in forma semplice; al contrario, spesso è arricchita con vari intagli che ne cambiano la forma (fig.16); il modello principale è la "foglia trilobata" (fig.17), che, posta in diverse posizioni, forma una moltitudine di variazioni. Questo elemento, di origine europea, più di ogni altro caratterizza la decorazione generale delle catene.

La parte più ricca di decorazioni della catena è la parte centrale, poiché è logico sottolineare questo asse principale (fig.18). La decorazione di questi punti della catena è più ricca di qualsiasi altro punto del tempio, e può essere colorato, scolpito o inciso.

Nel secondo periodo la varietà delle catene divenne ancora più grande. La forma ottagonale non viene più utilizzata, a favore di forme più semplificate (fig.19). Non viene mantenuta la differenza tra le dimensioni estreme e quelle centrali e si moltiplicano gli elementi decorativi (fig.20), che normalmente

15. Particolare della catena della Chiesa di Ayia Marina

16. Particolare della catena della Chiesa di Agios Sozomenos, a Galata

17. Particolare della catena della chiesa di Agíos Anargyrous, a Palaichori.

18. Particolare della catena della Chiesa di Panagia Podithou, a Galata

19. Particolare della catena della Chiesa di Agios Eiríni, nell'omonimo villagio

20. Particolare della catena della chiesa di Agias Mamas, a Korákou

21. Particolare della carina della chiesa di Chiesa di Agioi loakim e Annis a Kaliana

22. Particolare della carina della chiesa di Archangelos, a Platanistasa

23. Particolare del puntone della Chiesa di Stavros, a Agiasmati.

24. Particolare del puntone chiesa di Agios Georgios, ad Alona

hanno forme che imitano quelle originali; la foglia trilobata è stata praticamente abbandonata.

CARINA

Dopo le catene, l'interesse decorativo si concentra nella carina, che può essere di due tipi: un pannello o una trave unica. In tutti i casi, la decorazione è intarsiata ed è costituita da piccoli elementi, disposti in modo da formare tra di loro forme di stella, disposte in una o in due file, lungo la lunghezza della carina. I pannelli sono quadrati o rettangolari, ma esistono anche scatole rivestite con pannelli quadrati e rettangolari in alternanza; sullo sfondo dei pannelli solitamente c'è una decorazione colorata o incisa. Nella Chiesa di Saint Joachim and Anna in Kalliana sono presenti diversi stemmi raffigurati sullo sfondo dei pannelli (fig.21). Le carine delle chiese del secondo periodo mostrano una maggiore varietà decorativa. La caratteristica principale di questo periodo risiede nel fatto che i temi ornamentali della carina siano simili a quelli delle catene (fig.22). Per quanto riguarda la colorazione, avvengono le stesse modifiche che avvengono per le catene, quindi viene progressivamente abbandonato l'uso del colore a favore del grigio.

PUNTONI

L'intaglio dei puntoni si limita ai bordi dello stesso, nei lati inferiori; nel caso di colorazione, il colore si limita ai tre lati visibili del puntone. Anche in questo caso l'elemento decorativo è la foglia trilobata (fig.23), di cui però sopravvivono pochissimi esempi, probabilmente perché l'uso era limitato. Capitava anche che venissero decorati solo alcuni puntoni, situati in posizioni chiave nel tetto, così come accade con le catene. I puntoni del tetto esterno sono semplici e solitamente decorati solo nella loro parte finale, lungo le facce e non solo lungo i bordi; sono decorati secondo la "cima reversa" e altre varianti. Una combinazione interessante di cima reversa e foglia trilobata esiste nella chiesa di Agios Georgios ad Alona (fig.24).

TRAVERSE

La superficie delle traverse è visibile principalmente dall'interno, dove solitamente non si trovano altre decorazioni a parte la scanalatura; la maggior decorazione si poteva trovare però nella colorazione della traverse (fig.25). Solitamente i temi decorativi erano diversi in ogni traversa successiva del tetto, altre volte il muro della chiesa era dipinto, e il dipinto continuava anche sui fasci. Nelle chiese del secondo periodo viene mantenuta solo la scanalatura.

TAVOLATI

Non è stata trovata alcuna decorazione sulle tavole delle chiese del primo periodo. Questo, naturalmente, non esclude la possibilità che le tavole fossero decorate, poiché potrebbero essere state sostituite in seguito alla sostituzione del tetto. Questa tesi è avvalorata dal fatto che nelle chiese del secondo periodo, dove le tavole sono quelle del tetto originale, si trovano decorazioni e colore. Un esempio dell'elaborata decorazione del secondo periodo si trova nella Chiesa di Agios Andreas, a Polystypos (fig.26).

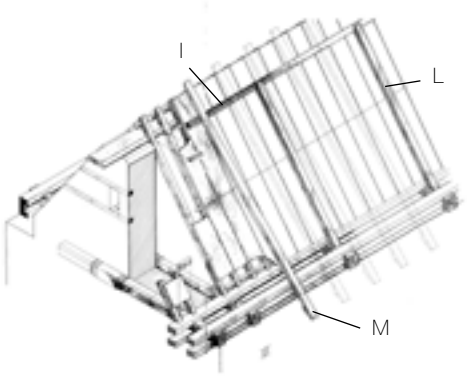
25. Particolare della traverse della Chiesa di Panagia Chrysokourdaliotissa, a Kourdali

26. Particolare del tavolato della Chiesa di Agios Andreas, a Polystypos

b. TETTO ESTERNO

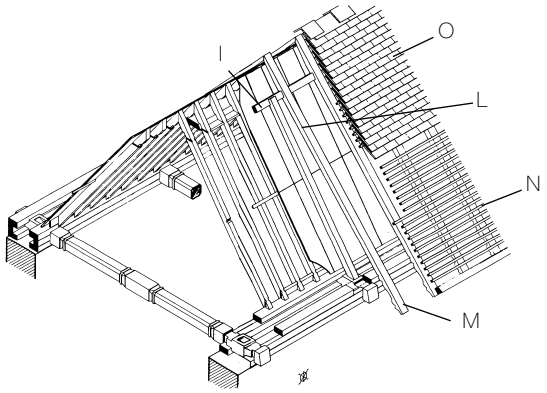
Il tetto esterno è eseguito in fasi, come il tetto interno; la differenza radicale rispetto al tetto interno è che qui i puntoni (I), benché posti in coppie, non sono collegati nel loro punto più alto, incanalando il carico e trasferendolo nella parte più bassa di essi. I puntoni esterni sono supportati da una struttura portante, posizionata vicino alla sommità del tetto e quindi il puntone di ciascuna "coppia" è separato dall'altro.

L'elemento portante, al quale sono appesi i puntoni esterni, consiste in una trave (L), una per ogni lato del tetto, situata circa 50-60 cm sotto la sommità di quest'ultimo. Questa trave è collegata direttamente alle tavole del tetto interno e, attraverso le tavole, anche ai puntoni interni. Il supporto essenziale della trave è costituito da montanti inclinati (M), che sono incastrati in speciali incisioni, eseguite nella parte superiore della catena. Quindi troviamo i montanti inclinati solo in corrispondenza delle catene. Le dimensioni della trave non sono grandi, mentre le dimensioni dei montanti inclinati sono leggermente più grandi e a sezione quadrata.



27. Assonometria ortogonale isometrica del tetto

Il posizionamento di trave e montante inclinato è tale che, terminato il tetto, questi elementi risultano invisibili. Infine, il montante inclinato, non avendo alcuna connessione con il tetto interno, è un elemento che può essere facilmente cambiato quando viene effettuata la sostituzione del tetto esterno. L'intervallo fra i puntoni del tetto esterno è a volte molto maggiore rispetto a quello interno, e si aggira attorno ai 50 cm. La sezione trasversale dei puntoni esterni ha dimensioni più grandi di quella interna e variano tra 8-12 cm e tra 9-14 cm. Questa sezione trasversale è rettangolare, ma si avvicina molto alla forma quadrata.

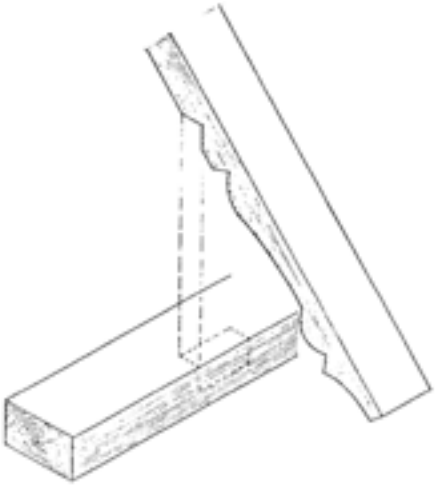


28. Assonometria ortogonale isometrica del tetto

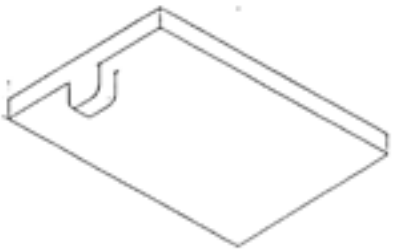
I puntoni del tetto esterno sono appesi alla trave attraverso una speciale

incisione rettangolare nel corpo del puntone.
Molte volte, specialmente nelle chiese a tre navate, viene variata la pendenza dei puntoni esterni, in modo che esternamente il tetto della navata centrale e laterale sembrino uguali.

Il supporto nella parte finale del puntone esterno si ottiene eseguendo un'incisione ortogonale al puntone, in modo che si inserisca nella sezione trasversale rettangolare della traversa (fig.29); questa incisione rettangolare offre molto sostegno al puntone, che rischierebbe di scivolare fuori dalla sua sede.
I puntoni del tetto esterno non si fermano nel punto in cui si incastrano con la traversa, ma si estendono oltre per 50-60 cm, al fine di proteggere le traverse e il muro dalla pioggia.
Sui puntoni esterni sono posti i travetti (N), che offrono una connessione ai primi e ai quali sono appese le tegole (O). Il posizionamento denso delle tegole è fatto in modo che ogni piastrella possa essere coperta per 2/3 della sua lunghezza da quella superiore. Infine i travetti sporgono di circa 10 cm rispetto ai puntoni più esterni, così da offrire una protezione ai puntoni.



29. Particolare dell'incastro tra puntone e traversa



30. Tegola e gancio speciale

Le tegole sono appese ai travetti con un gancio speciale (fig.30). Ogni tegola dello strato superiore viene posizionata per coprire una giunzione di due tegole dello strato inferiore, quindi ogni strato successivo copre quello inferiore per 2/3. Nella parte superiore, coprendo entrambe le falde del tetto, sono posizionate le tegole superiori. Il loro posizionamento le rende adiacenti l'una all'altra. I giunti così creati vengono coperti da altre tegole superiori di lunghezza minore, poste in un secondo strato e solo in corrispondenza dei giunti.

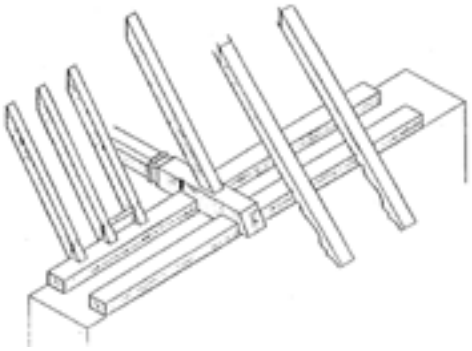
La costruzione del tetto viene integrata da alcuni altri elementi.
Può capitare che venga coperto il divario visibile esternamente tra tetto interno ed esterno, in corrispondenza dei frontoni; lo spazio viene chiuso con tavole di legno di forma triangolare, inchiodate ai puntoni (fig.31). Non è noto quando è nata questa chiusura con tavole di legno, ma è stato trovato solo nelle chiese più recenti o restaurate.
Più recentemente, nasce anche la tendenza a riempire lo spazio vuoto tra le traverse inferiori che aggettano oltre il muro della chiesa.

31. Tavole di forma triangolare della Chiesa di Ayia Marina

c. ECCEZIONI

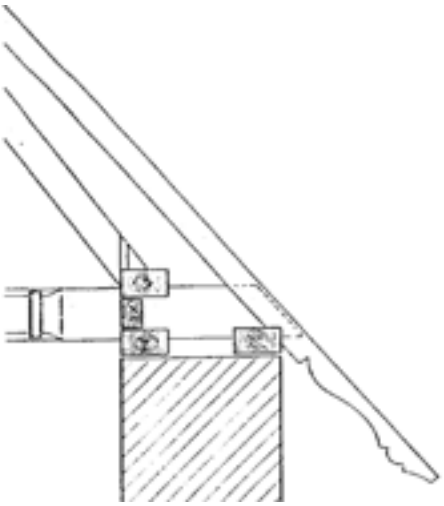
LE CHIESE A SINGOLA NAVATA: TRAVERSE

Esistono alcune varianti costruttive, ad esempio nella forma delle traverse.
La variazione più importante esiste in uno dei tetti più antichi, nella chiesa di Agias Mamas a Louvaras (fig.32), dove le traverse sono formate solo dalla coppia delle due travi inferiori, che normalmente formano il gruppo di traverse. La trave interna della coppia sostiene i puntoni del tetto interno e quella esterna i puntoni esterni.
C'è anche qui la tavola di legno tra i puntoni per garantire l'immobilità. La catena si incastra alle due traverse, ma con capacità di trazione minore rispetto alla catena tipica.



32. Chiesa di Agias Mamas a Louvaras, posizionamento di traverse, catene e puntoni

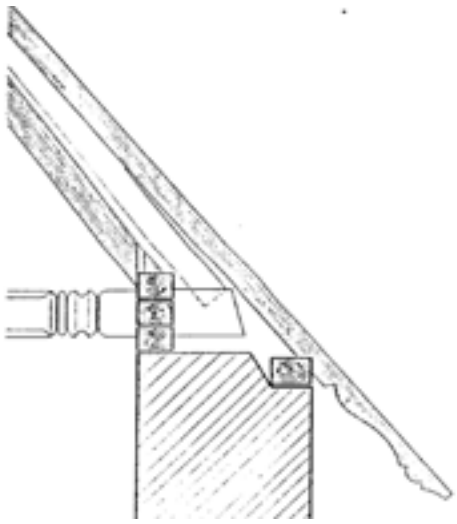
Una seconda variante di traverse si verifica quando il lato interno è formato da due traverse, mentre esternamente c'è solo la traversa inferiore (fig.33). In questo caso, i puntoni del tetto esterno si incastrano sulla traversa inferiore.
Altre varianti sono associate alle chiese del secondo periodo: nella chiesa di Ayios Mamas a Alithinos, esternamente c'è solo la traversa superiore.
L'esistenza della traversa superiore o inferiore non influisce in modo significativo sul comportamento statico del tetto. Prova di ciò è il tetto della chiesa di Agios Dimitrios nell'omonimo villaggio, dove manca il traverso superiore esterno, ma la corrispondente lastra intermedia è comunque bloccata dai puntoni esterni.



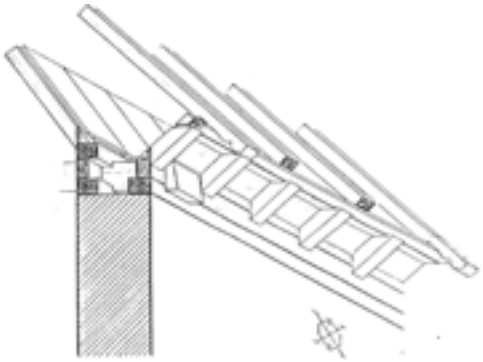
33. Particolare con due traverse interne e sola traversa inferiore esterna

Un'altra variante esiste nella chiesa di Agios Theodoros del villaggio di Agros (fig.34). Il gruppo di traverse di questa chiesa consiste solo delle traverse interne, la catena si incastra solo con le traverse interne e permette l'incastro del montante inclinato; i puntoni del tetto esterno sono sostenuti da una trave di legno indipendente, situata più in basso sulla parete esterna del muro.

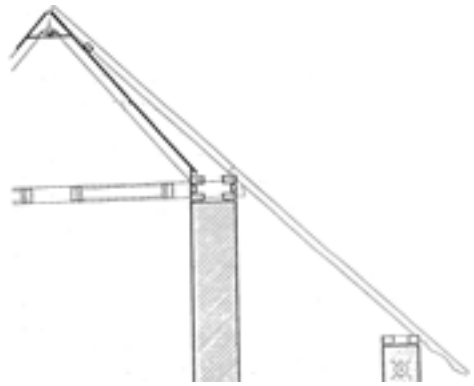
Caratteristico è un esempio unico che si trova nella chiesa dell'Arcangelo Michele del villaggio di Byzakia: i puntoni del tetto esterno non poggiano sulle traverse, ma piuttosto su una pseudo-carina, sostenuta da puntoni corti con una pendenza opposta (fig.35).
Altre varianti delle traverse sono invece collegate alla creazione delle navate laterali.



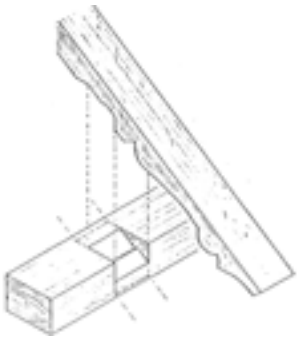
34. Chiesa di Agios Theodoros, ad Agros, con traversa esterna posizionata più in basso rispetto alle traverse interne



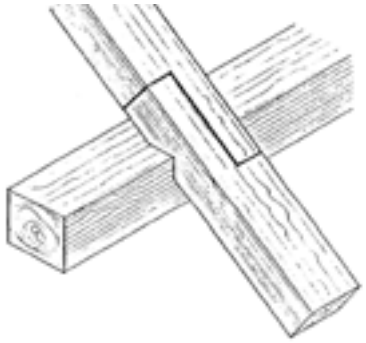
35. Chiesa dell'Arcangelo Michele del villaggio di Byzakia, particolare della pseudo-carina



36. Chiesa dell'Arcangelo Michele del villaggio di Byzakia, particolare della pseudo-carina



37. Incastro tra puntone e traversa, con intaglio su entrambi i legni



38. Incisione sul puntone e incisioni rettangolari sulle due parti del puntone

LE CHIESE CON NAVATA LATERALE

Il corridoio che forma le navate laterali si trova su uno o su entrambi i lati della chiesa principale. In tutti i casi, il tetto della navata laterale è creato dall'estensione del tetto della navata centrale, in modo tale da sembrarne la naturale continuità; può essere esteso solo il tetto esterno oppure entrambe le parti interne ed esterne. Nel caso in cui si esegua l'estensione del solo tetto esterno, significa che lo spazio da coprire non fa parte degli spazi principali della chiesa, sarà quindi adibito a semplice spazio di passaggio; se invece lo spazio fa parte della chiesa e della sue funzioni, allora tutto il tetto viene esteso per coprirlo.

Per realizzare questo tipo di estensioni, possono essere necessarie delle modifiche agli elementi originali.

LE CHIESE CON NAVATA LATERALE: TETTO ESTERNO

La forma più semplice si realizza quando lo spazio laterale è coperto solo dal tetto esterno. In questo caso, i puntoni del tetto esterno originale si estendono lateralmente sopra lo spazio laterale, e poggiano sulla seconda parete laterale della chiesa, alla cui sommità sono poste nuove traverse. Per distinguerle da quelle originali, sono chiamate "traverse laterali" (fig.36).

L'estensione dei puntoni esterni introduce un problema statico, poiché la distanza è troppo grande per essere coperta da un'unica trave ed è quindi necessaria l'unione di due travi in legno, ma il problema sta nel fatto che le due travi sono unite in modo semirigido.

Risulta ora fondamentale lo studio di come i puntoni esterni si incastrano alle traverse, cosa che può avvenire in diversi modi.

In un esempio di incastro, l'intaglio viene eseguito sia sul puntone, sia "in negativo" sulla traversa (fig.37).

Un modo più semplice di ancorare i puntoni esterni alle traverse laterali si trova in due chiese: Panagia Podethos a Galata e Agios Mamas a Moutoullas; in questi esempi, l'incisione fondamentale viene eseguita solo sul puntone (fig.38).

L'unione delle due parti di trave a formare il puntone esterno viene eseguita con un semplice metodo semipermanente, eseguendo due incisioni rettangolari sulle parti (fig.38).

LE CHIESE CON NAVATA LATERALE: TETTO INTERNO

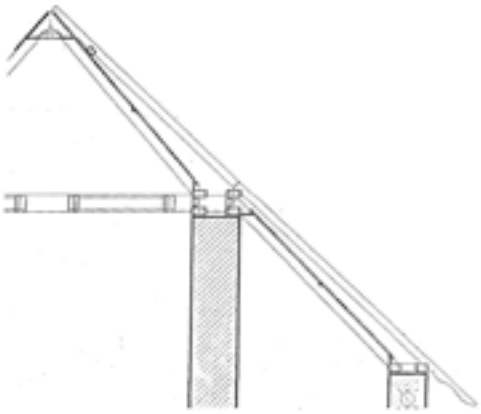
In questo caso, oltre ai puntoni esterni che vengono prolungati fino alla traversa laterale esterna, viene inserito un puntone interno laterale, poggiato

da un lato sul muro principale della chiesa e dall'altro incastrato, come il puntone interno principale, alla traversa interna laterale; esattamente come per il tetto principale, anche i puntoni interni laterali vengono coperti con il tavolato in legno.

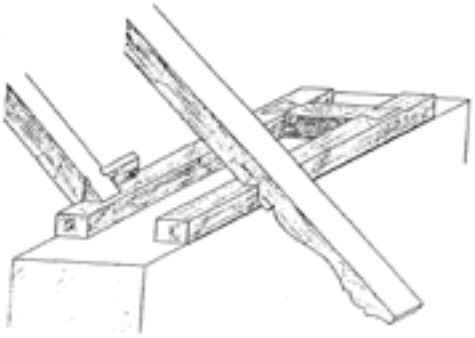
LE CHIESE CON NAVATA LATERALE: TRAVERSE

Le parti del tetto modificate maggiormente per creare i corridoi sono le traverse. Le traverse laterali sono molto diverse dalle traverse della chiesa, e soprattutto molto più semplici. Ci sono due categorie principali di traverse laterali.

Alla prima categoria appartiene il gruppo formato da sole due traverse, poste entrambe alla stessa altezza nella parte superiore del muro (fig.39). Le due traverse sono collegate l'una all'altra da travetti trasversali (fig.40), connessione necessaria poiché non esiste una catena, che ha invece il ruolo di collegamento nel tetto interno principale. La seconda categoria consiste in traverse la cui altezza non è la stessa e la cui forma non è uniforme (fig.41). Quando c'è solo il tetto esterno sul corridoio laterale, i puntoni esterni poggiano su entrambe le traverse. Se è presente anche il tetto interno sul corridoio laterale, i puntoni interni poggiano sulla traversa interna, mentre quelli esterni sulla traversa esterna.



39. Sezione tipo con due sole traverse laterali

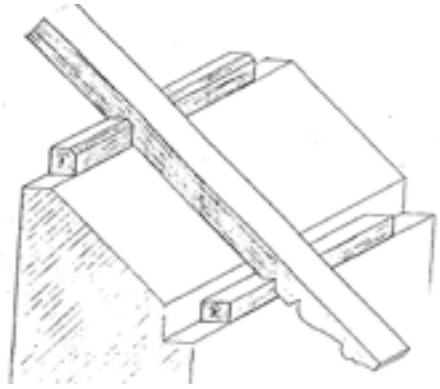


40. Particolare traverse laterali con travetti trasversali

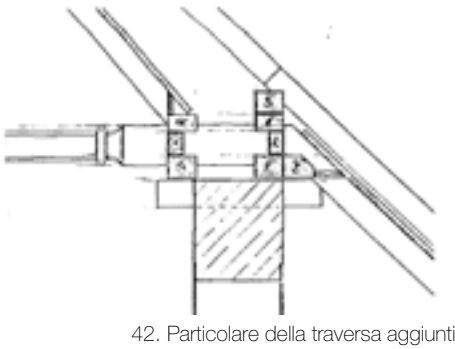
Lo sviluppo nella costruzione e nella forma delle traverse della navata centrale, portano alla naturale conseguenza di rialzare il tetto del corridoio. Infatti l'estensione di un tetto con grandi pendenze raggiunge un livello troppo basso, rendendo lo spazio dei corridoi difficilmente utilizzabile, soprattutto per la funzione religiosa. Questo è il motivo per cui in certe chiese sono elevate solo le pareti laterali, in modo che il piede dei puntoni laterali si trovi ad un livello più alto. Il limite di questa soluzione si trova nelle chiese dove i puntoni esterni sono continui, perché non si possono rialzare. Si è quindi ricercato un metodo per rialzare il muro della navata centrale.

Questa ricerca porta all'unico importante sviluppo nelle chiese, cioè la creazione di chiese a tre navate; in effetti, sembra che le chiese a tre navate provengano dalla graduale evoluzione delle chiese a singola navata.

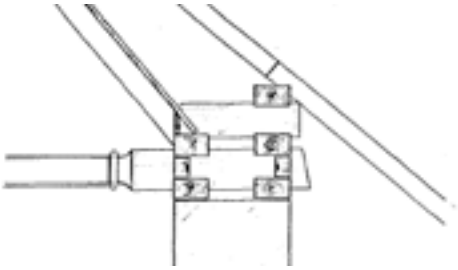
L'elevazione della traversa della navata centrale, per supportare i puntoni del tetto esterno, segue una varietà di metodi. Il più semplice è il posizionamento di una traversa aggiuntiva sulla traversa superiore esterna (fig.42). Un'elevazione maggiore si ottiene quando la traversa aggiuntiva non poggia direttamente sulla traversa superiore esterna, ma su basi di legno posizionate trasversalmente che intersecano i due elementi, incastrate alle traverse e



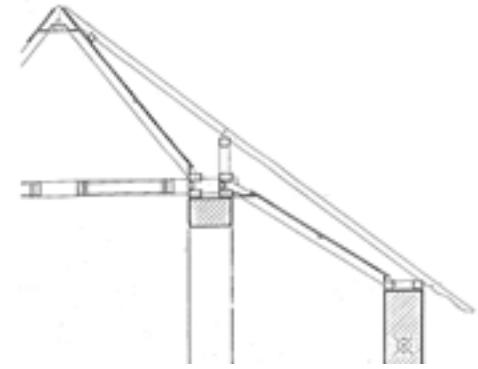
41. Particolare traverse laterali a diverse altezze



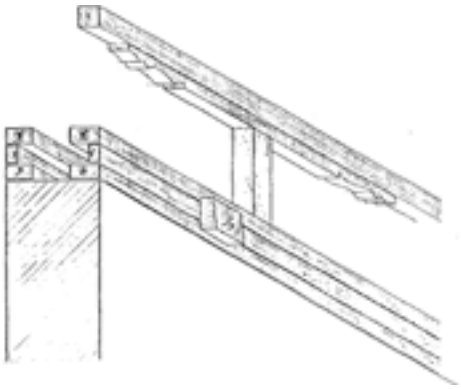
42. Particolare della traversa aggiuntiva



43. Particolare delle basi di legno posizionate trasversalmente



44. Sezione tipo di elevazione con pilastrini di legno



45. Particolare delle parti in legno per supportare la traversa

46. Sezione tipo con inserimento di una carina anche nella navata laterale

alle catene (fig.43).

Le elevazioni raggiunte con i metodi sopra citati, non sono significative. L'elevazione sostanziale è stata fatta dall'uso di pilastrini di legno, che elevano la traversa (fig.44); i pilastrini possiedono, al culmine, altre parti in legno per supportare al meglio la traversa (fig.45). Gli intervalli a cui sono posizionati i pilastrini di legno sono vari e casuali, rispetto al posizionamento delle catene. Il modo più semplice di posizionare il tetto interno laterale è poggiarlo sul muro interno e laterale; il problema è più complicato quando le traverse del tetto interno sono rialzate. Il metodo più facile è supportare i puntoni laterali interni ed esterni nello stesso punto, sopra la traversa rialzata, coprendo lo spazio tra traversa e puntone con una tavola di legno; questo metodo presenta però alcuni problemi statici.

Un ultimo particolare metodo per posizionare il tetto interno sui corridoi, dove il tetto esterno sia sopraelevato, si trova in due chiese dello stesso villaggio; entrambe le chiese sono state purtroppo restaurate e la costruzione originale è stata alterata. Anche nei corridoi viene inserita una carina, diversa da quella della navata centrale. La carina è sostenuta dai puntoni interni, che hanno la stessa inclinazione (fig.46).

Riferimenti:

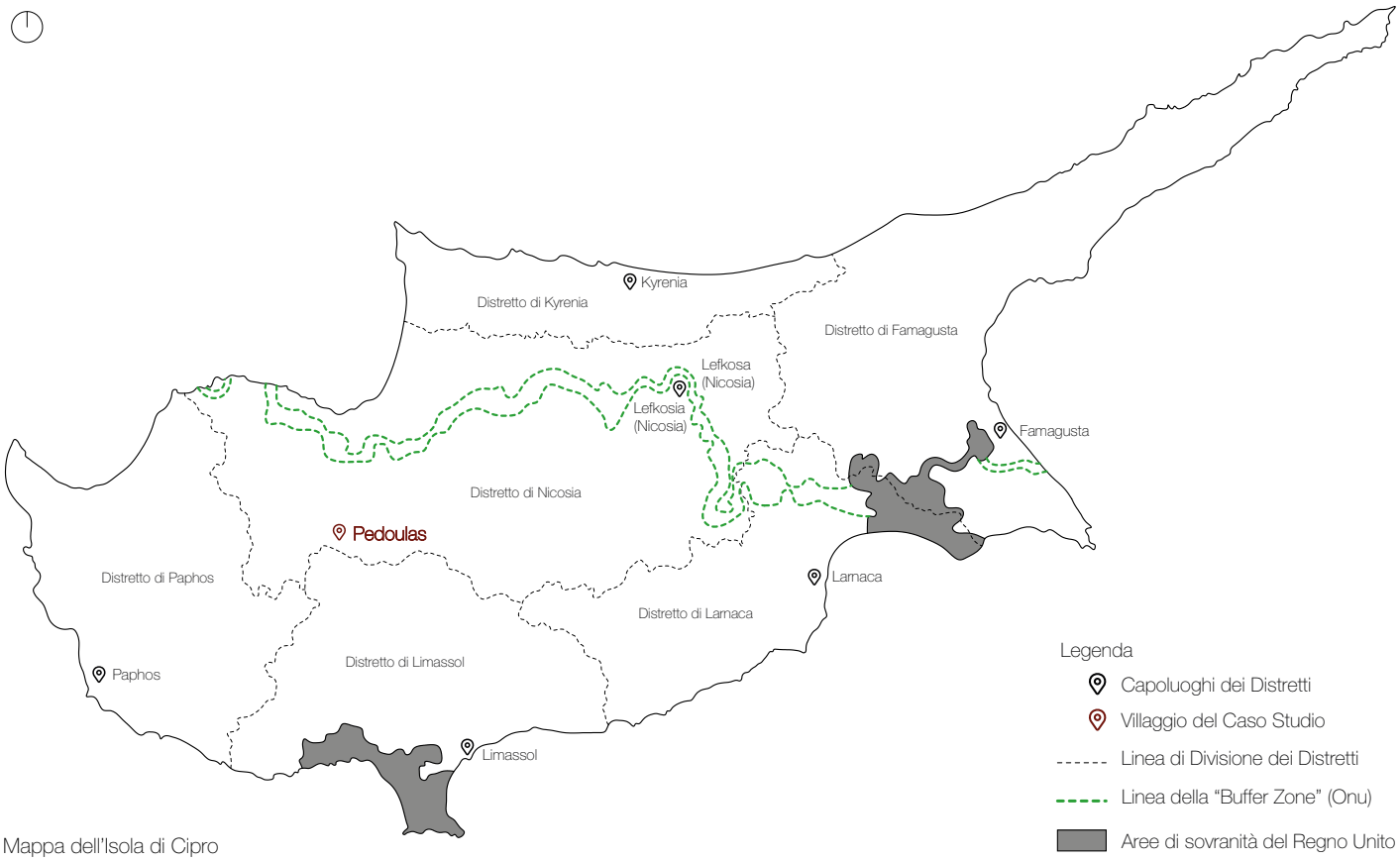
Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century)*, in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28

Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999

Pelekanos M., *The Role of a Post-Byzantine Timber Roof Structure in the Seismic Behavior of a Masonry Building - The Case of a Unique Type of Timber-Roofed Basilicas in Cyprus (15th–19th Century)*, in Historical Earthquake-Resistant Timber Framing in the Mediterranean Area, HEaRT 2015, Springer Editor, pp. 17-31

4. IL CASO STUDIO DELLA CHIESA DI AYIA MARINA A PEDOULAS

4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE



Mappa dell'Isola di Cipro

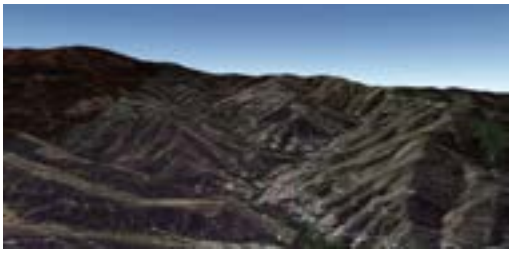
Il villaggio di Pedoulas è situato a un'altitudine di 1090 m s.l.m. sul versante nord della catena montuosa dei Monti Troodos, nella provincia di Lefkosia, ed è il capoluogo della regione Marathasa.

L'insediamento di Pedoulas, anche se non menzionato con questo particolare nome, è quasi certamente esistito su questo sito durante il periodo bizantino, poiché nella sua giurisdizione sopravvivono monumenti ecclesiastici datati XIII-XIV secolo, come le chiese di Panagia Voreini e Agio Georgios. Secondo una nota scritta a mano nel "Codice 111" della Biblioteca del Patriarcato di Gerusalemme, il villaggio di Pedoulas esisteva sin dall'anno 1472. Durante la Regola Latina (1192-1489) tutta la valle di Marathasa era di proprietà della Famiglia francescana reale dei Lusignani di Cipro e fu conosciuta come Myrianthousa o Marathases.

Fino alla metà del XX secolo. Pedoulas era popolata in modo consistente. Oggi, a causa della deriva urbana pronunciata, il villaggio soffre di un declino della popolazione. Secondo una prima interpretazione, il nome Pedoulas proviene dalla parola “pedilas”, che significa il “sandalo creatore”, molto probabilmente riferito alle concerie presenti nel villaggio in tempi precedenti. Una seconda interpretazione, essendo che il villaggio è disposto lungo berme, con terrazze sia naturali sia artificiali, l’insediamento è stato, probabilmente nominato come “pedana della terra”, in altre parole sporgenze.

A Pedoulas, sorge la chiesa di Archangel Michael, una tra le più antiche dei Monti Troodos, classificabile come chiesa del primo periodo, ed è riconoscibile come tipologia derivata, con un corridoio a “L” che segue la navata principale.
Archangel Michael fa parte di una delle dieci chiese presenti nella lista dell’UNESCO, per i peculiari affreschi ancora presenti al suo interno.

Inoltre, nel villaggio, si trovano altre tre chiese con il doppio tetto ligneo, una delle quali è il caso studio analizzato nel capitolo seguente, la chiesa di Ayia Marina. Una delle restanti chiese è Ayia Paraskevi, che presenta un impianto a doppia navata con un colonnato in legno; infine troviamo la chiesa di Agio Georgios, a singola navata, che a differenza delle chiese sopra citate è stata totalmente intonacata sia esternamente che internamente.



1.Vista aerea del Villaggio di Pedoulas

2.Vista aerea sul Villaggio di Pedoulas

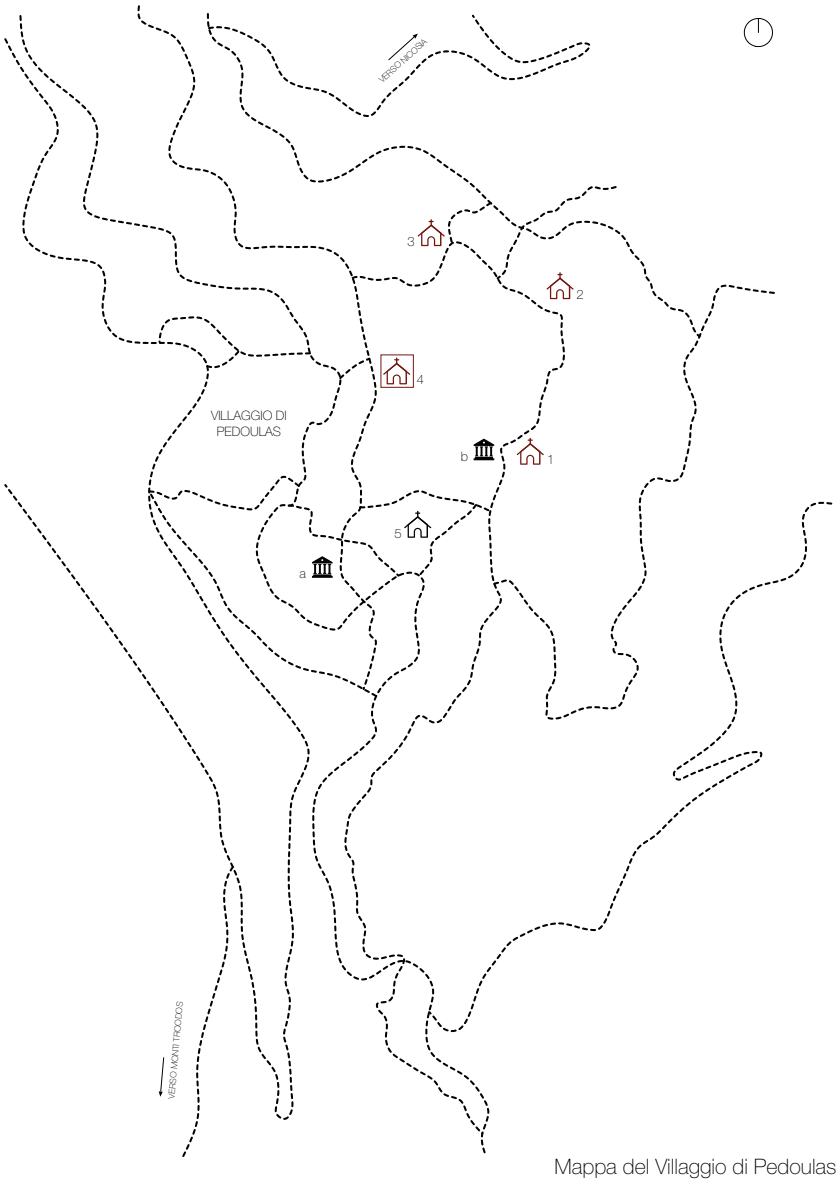
3.Ortofoto del Villaggio di Pedoulas

4.1 Chiesa di Archangel Michael

4.2 Chiesa di Agios Georgios

4.3 Chiesa di Ayia Paraskevi

4.4 Chiesa di Ayia Marina



Mappa del Villaggio di Pedoulas

Legenda:

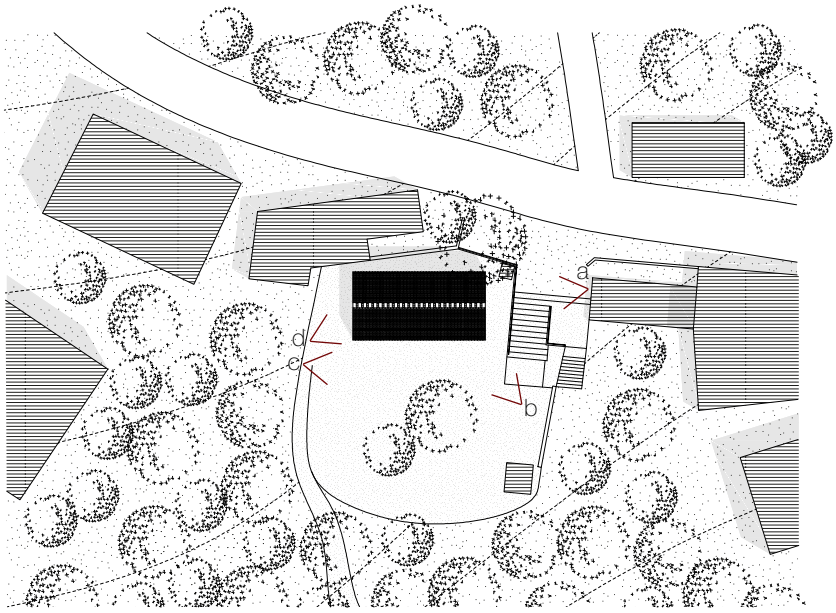
1. Chiesa di Archangel Michael
2. Chiesa di Agios Georgios
3. Chiesa di Ayia Paraskevi
4. Chiesa di Ayia Marina
5. Chiesa di Holy Cross Main
a. Museo Folcoristico
b. Museo Bizantino

LA CHIESA DI AYIA MARINA

Come abbiamo detto in precedenza nel villaggio di Pedoulas si trovano quattro chiese con il doppio tetto ligneo, la loro collacazione come mostra la mappa del paese è molto ravvicinata. Come il nostro caso studio si relaziona con il contesto e gli edifici circostanti viene raffigurato nella planimetria sottostante.

A differenza delle altre tre chiese, Ayia Marina non è posizionata a filo strada e non possiede un fronte principale, ma la sua visibilità dalla strada è quasi nulla anche percorrendo la stessa da entrambi i versi.

Inoltre l'ubicazione delle chiese è all'interno di un tessuto urbano molto compatto che si differenzia ancora una volta dal nostro caso studio, il quale si trova ad una quota inferiore dalla strada di 2,60 m su un terrazzamento, spazio ridefinito in età moderna per diventare un'area attrezzata destinata a parco giochi.



Planimetria della Chiesa di Ayia Marina a Pedoulas

5.a Chiesa di Ayia Marina

5.b Chiesa di Ayia Marina

5.c Chiesa di Ayia Marina

5.d Chiesa di Ayia Marina

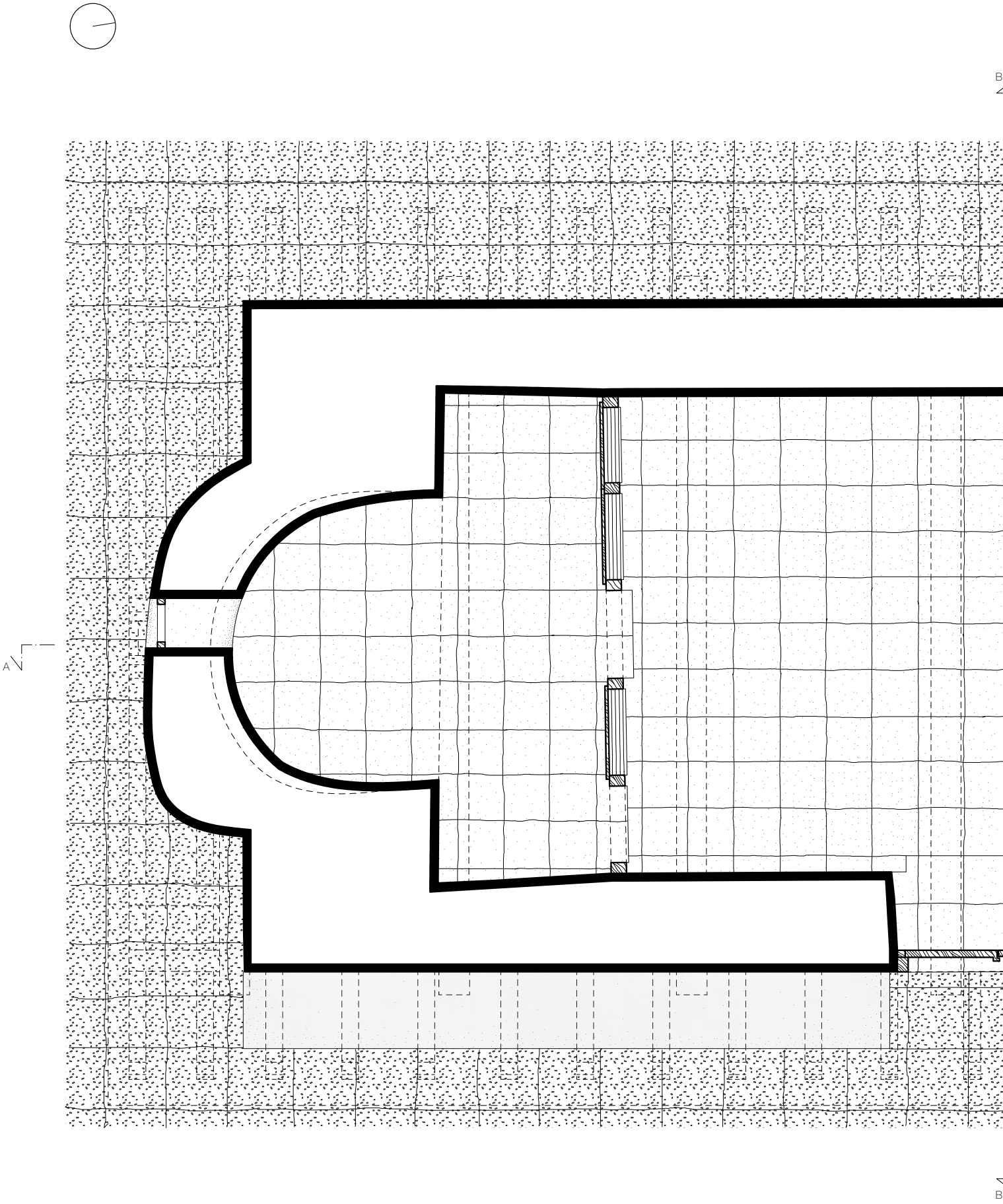
4.2 RILIEVO GEOMETRICO

"E' noto che all'obbiettività della documentazione grafica il rilievo manuale contrappone la soggettività delle scelte tra ciò che si rappresenta e ciò che si trascura. Tuttavia quando il rilevatore, come in questo caso, ha la consapevolezza di ciò che è significativo per l'indagine che si persegue, compie nell'atto del rilievo una prima fase di comprensione e rappresenta elementi che l'occhio acritico della macchina fotografica lascia nel chiaroscuro o affonda nella prospettiva".[1]

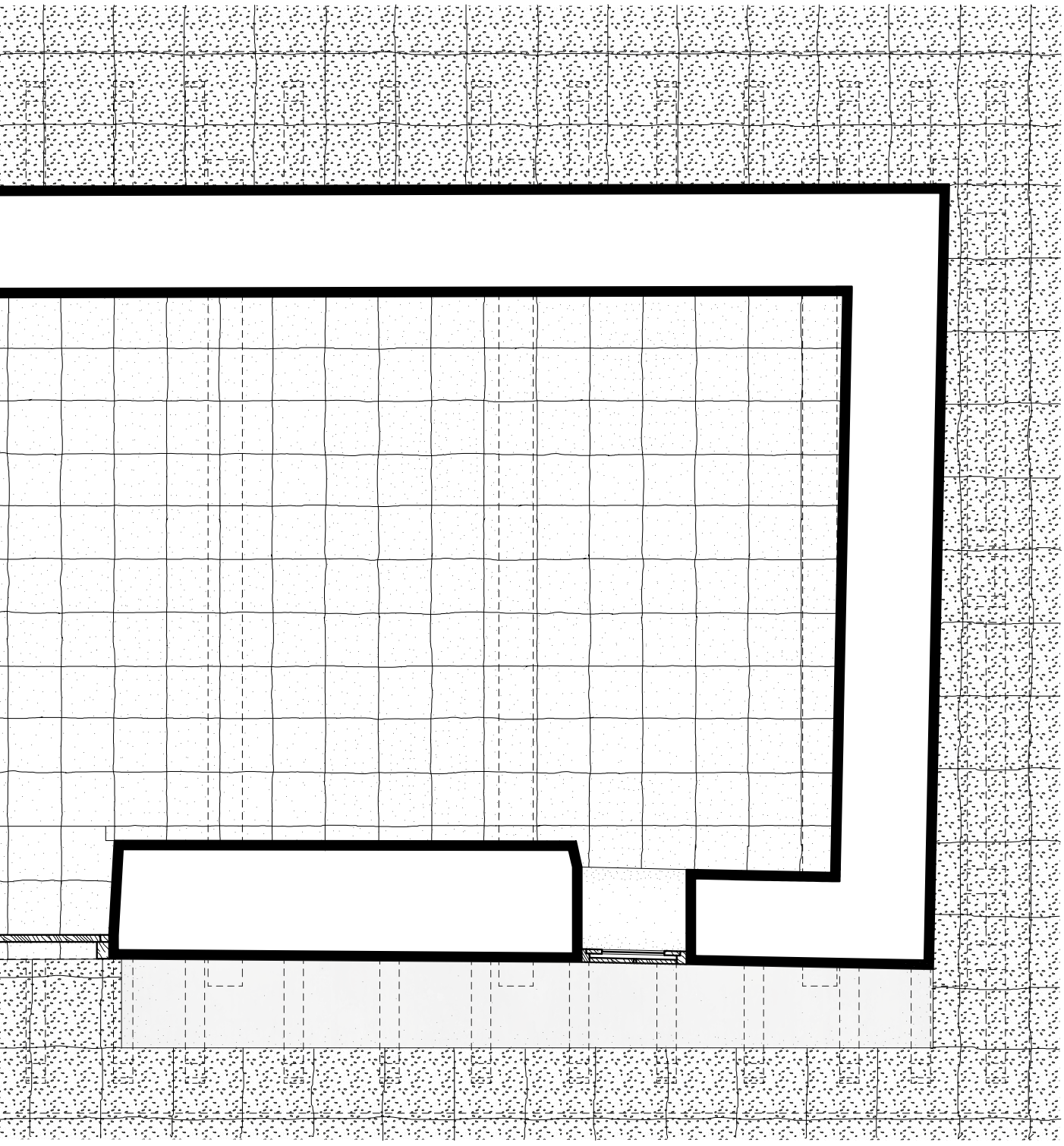
Il rilievo della chiesa di Ayia Marina è stato effettuato senza l'ausilio di documenti, schizzi, rilievi storici, documentazione fotografica o disegni tecnici già acquisiti, bensì tramite disegni e misurazioni eseguiti in loco con l'attrezzatura a nostra disposizione, quale rotella metrica, distanziometro laser e teodolite; inoltre è stato utile eseguire anche un rilievo fotografico.

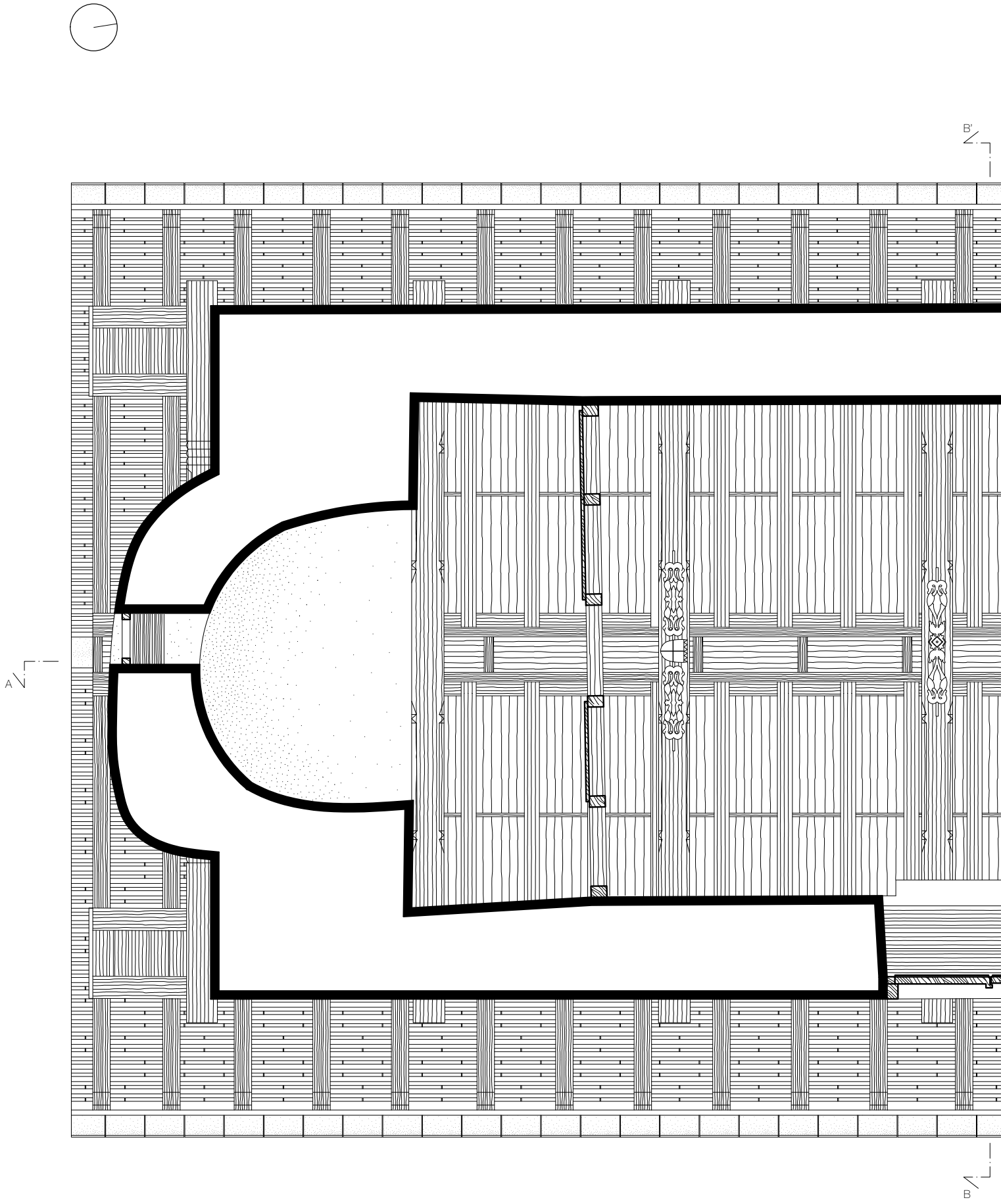
La scelta della rappresentazione grafica è stata conseguita dopo aver seguito il corso universitario del professor Marios Pelekanos, il quale, negli anni, insieme ai suoi studenti, ha perfezionato una restituzione grafica a mano dei casi studio; per il nostro rilievo abbiamo cercato di avvicinarci il più possibile al suo metodo grafico.

[1] Carocci C. F., Tocci C., *Leggendo il libro delle antiche architetture: aspetti statici del restauro. Saggi 1985-1997*, Giuffrè A. (a cura di), Roma, Gangemi Editore, 2010

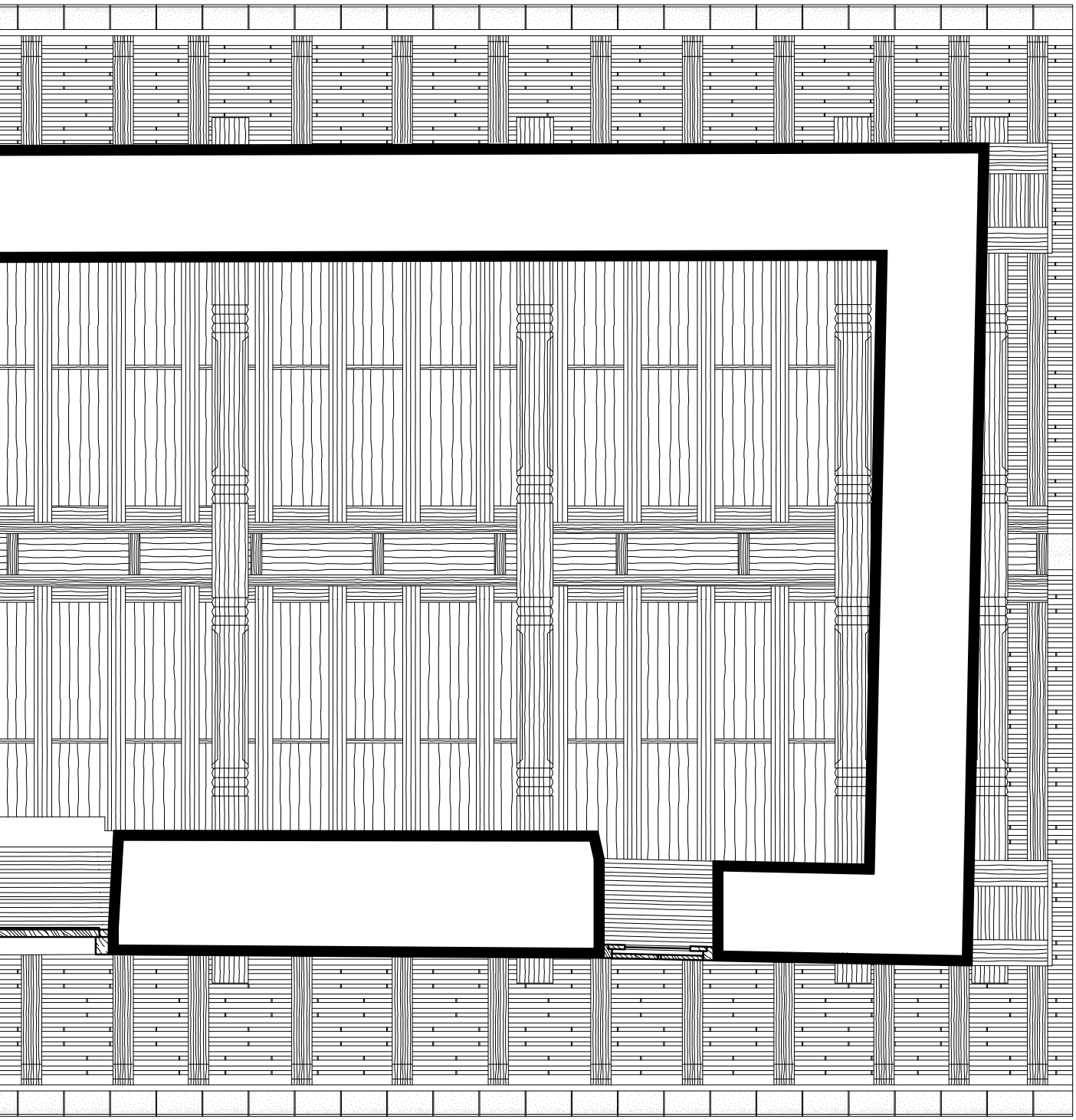


PIANTA_scala 1:20

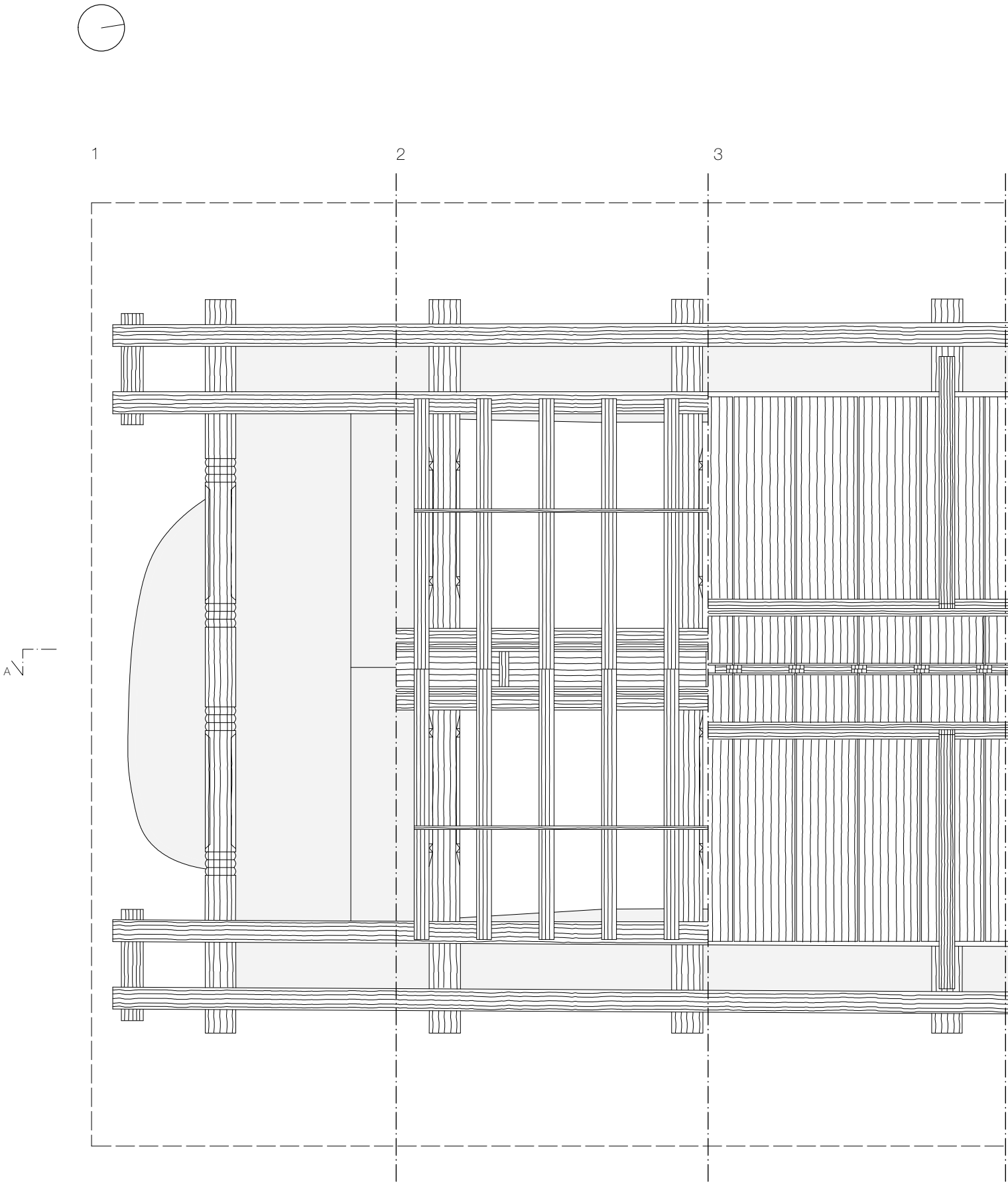

A'
0
0,5
1
3m



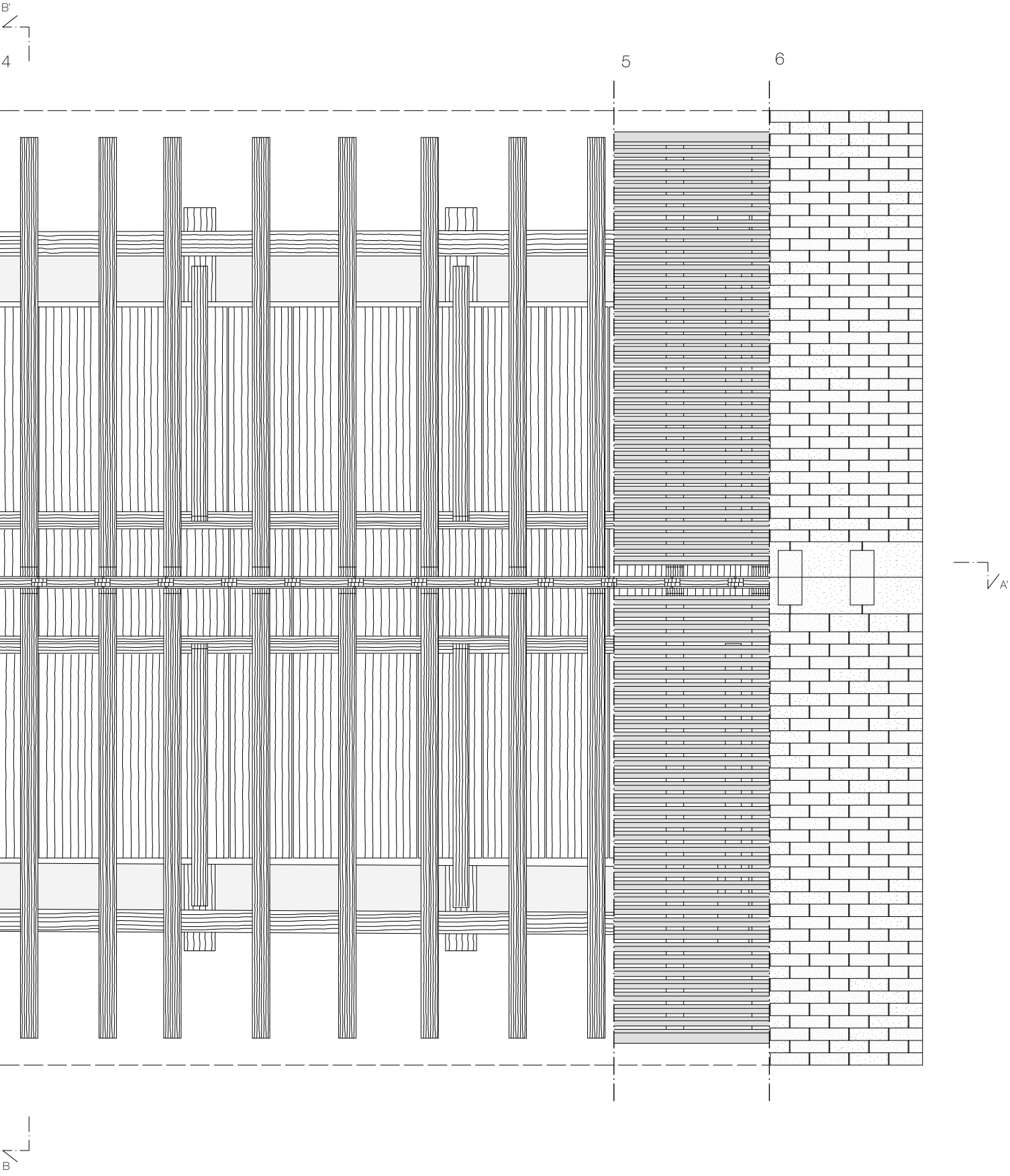
PIANTA PROIEZIONE TETTO RIFLESSA_scala 1:20



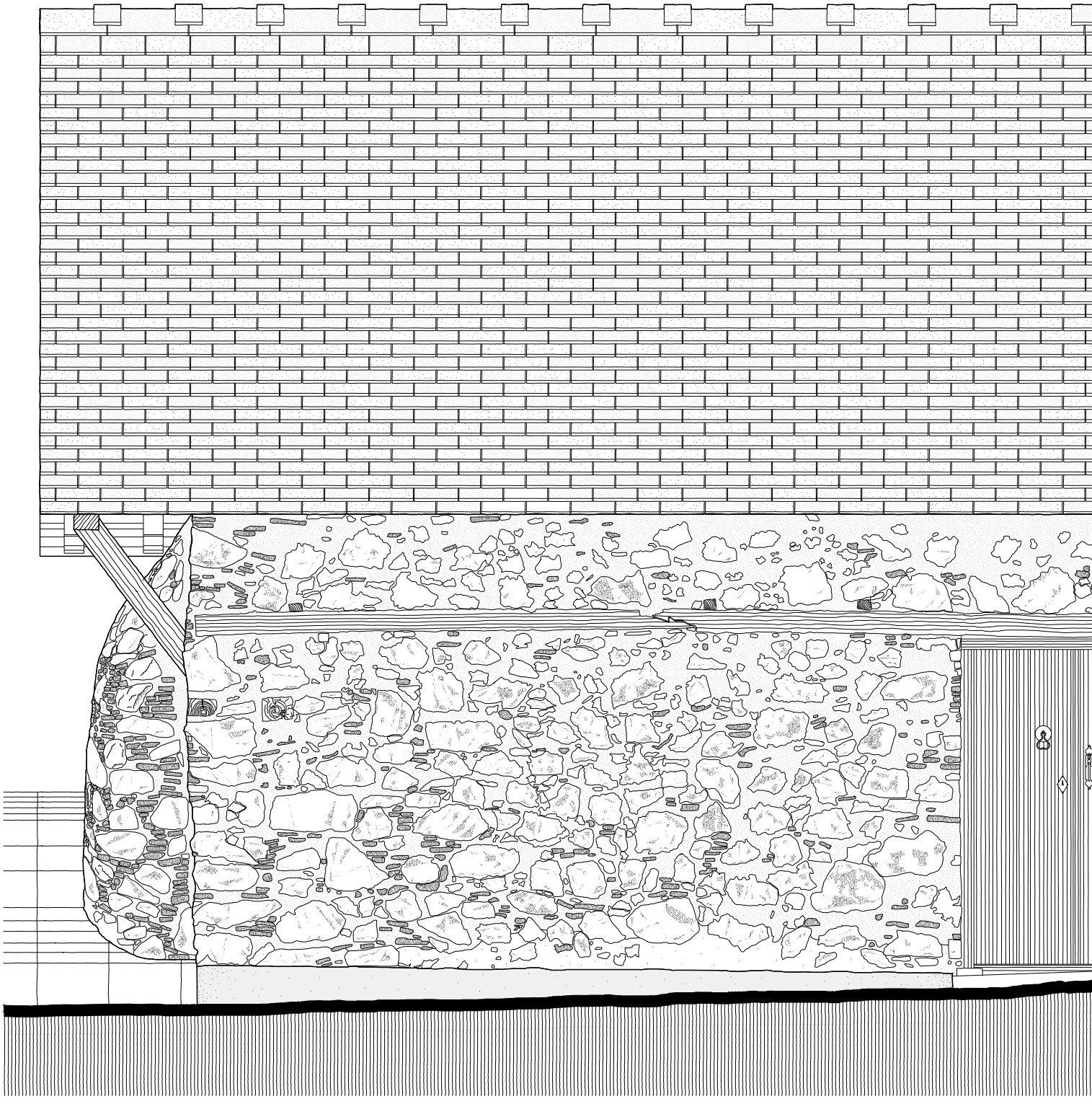
0 0,5 1 3m



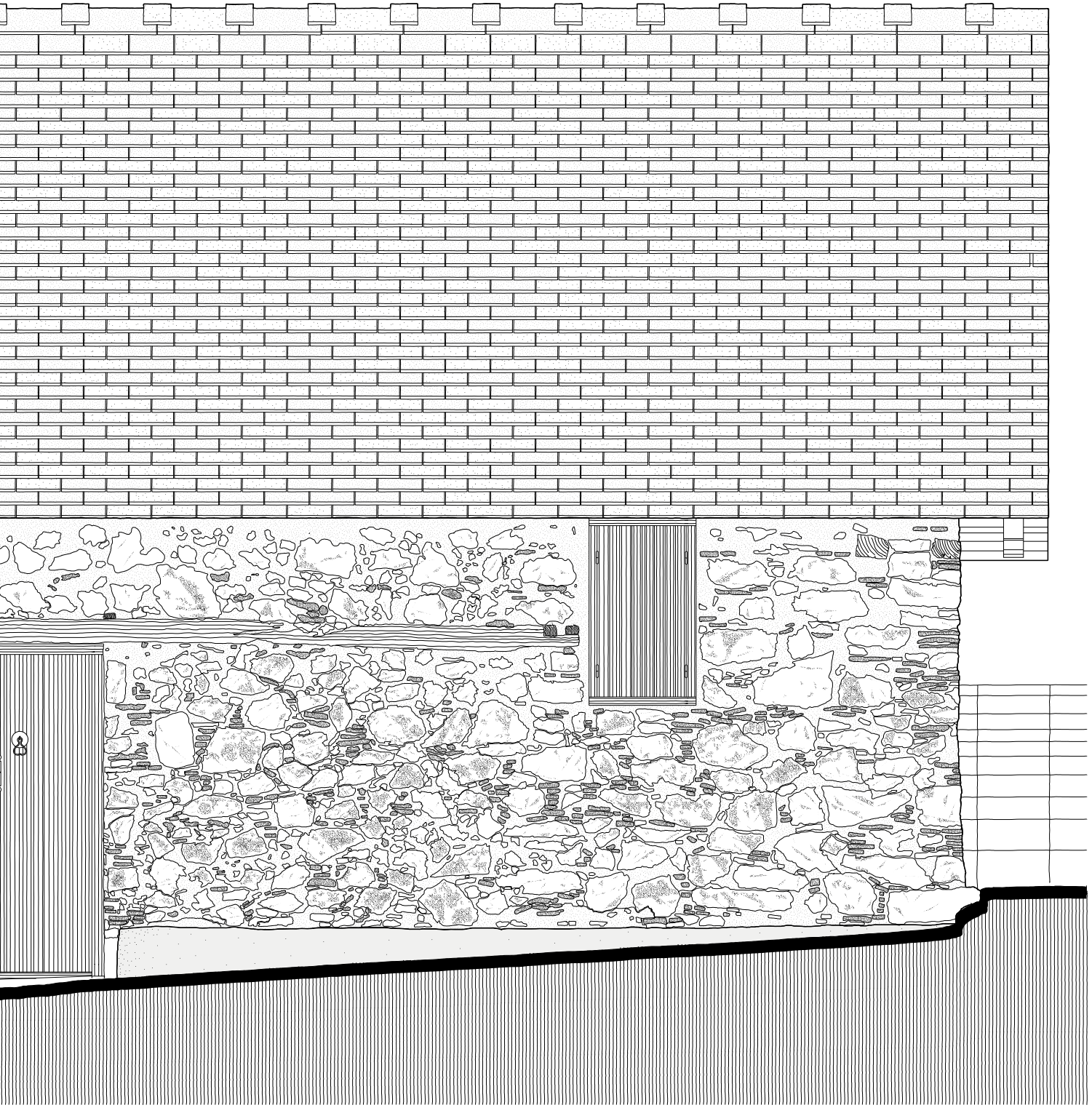
PIANTA DELLE COMPONENTI DELLA COPERTURA_scala 1:20



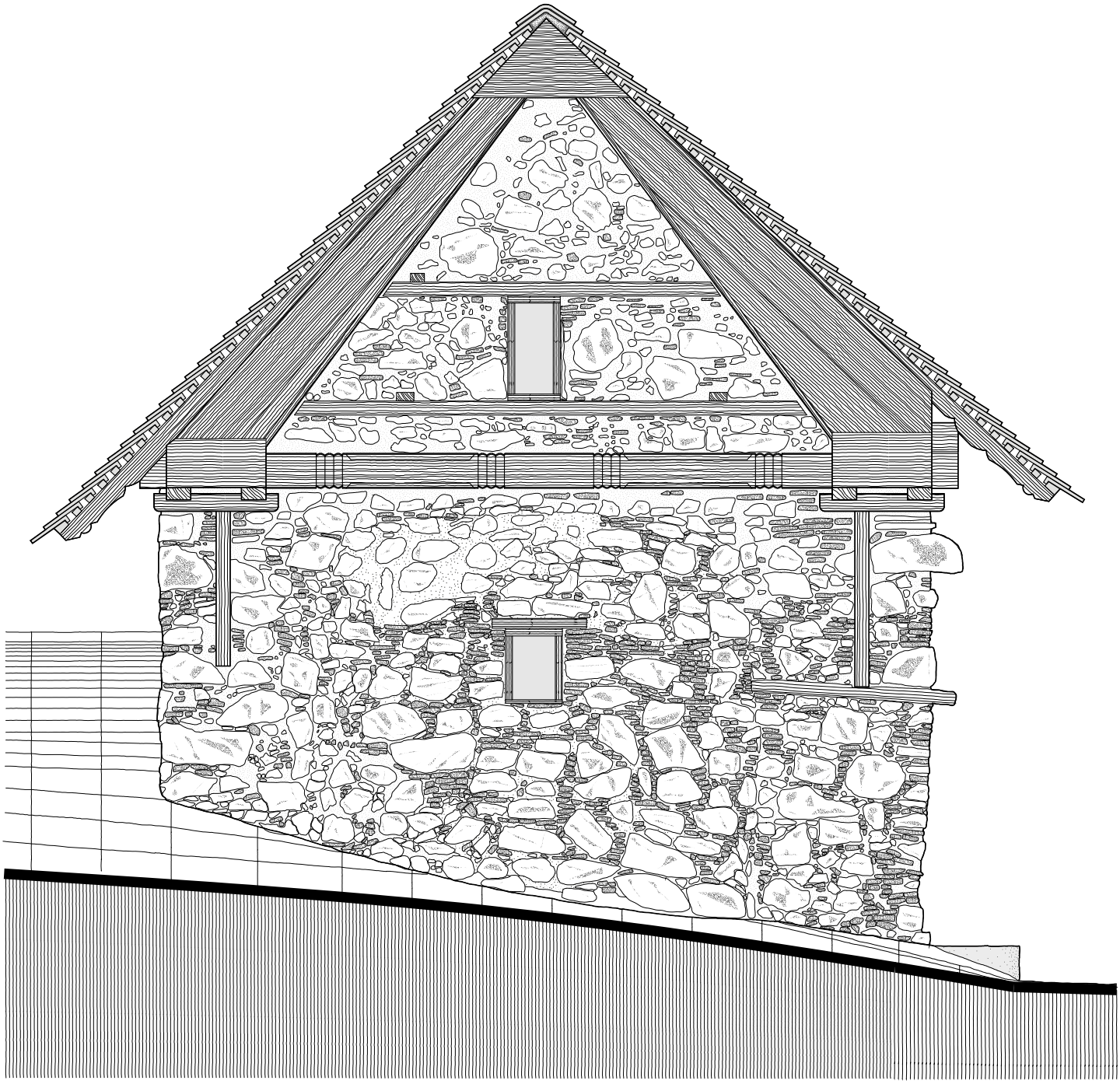
0 0,5 1 3m



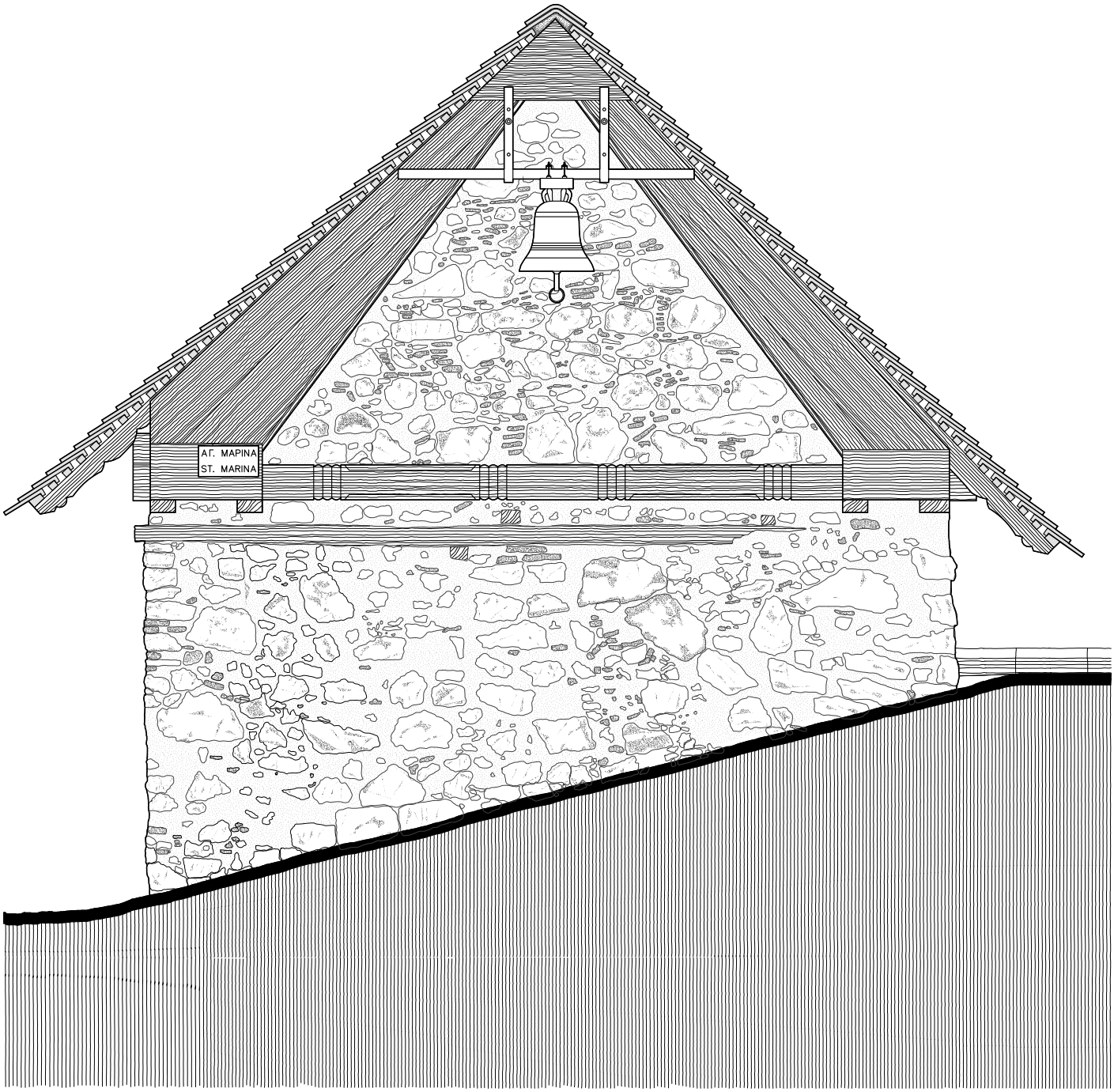
PROSPETTO EST_scala 1:20



0 0,5 1 3m

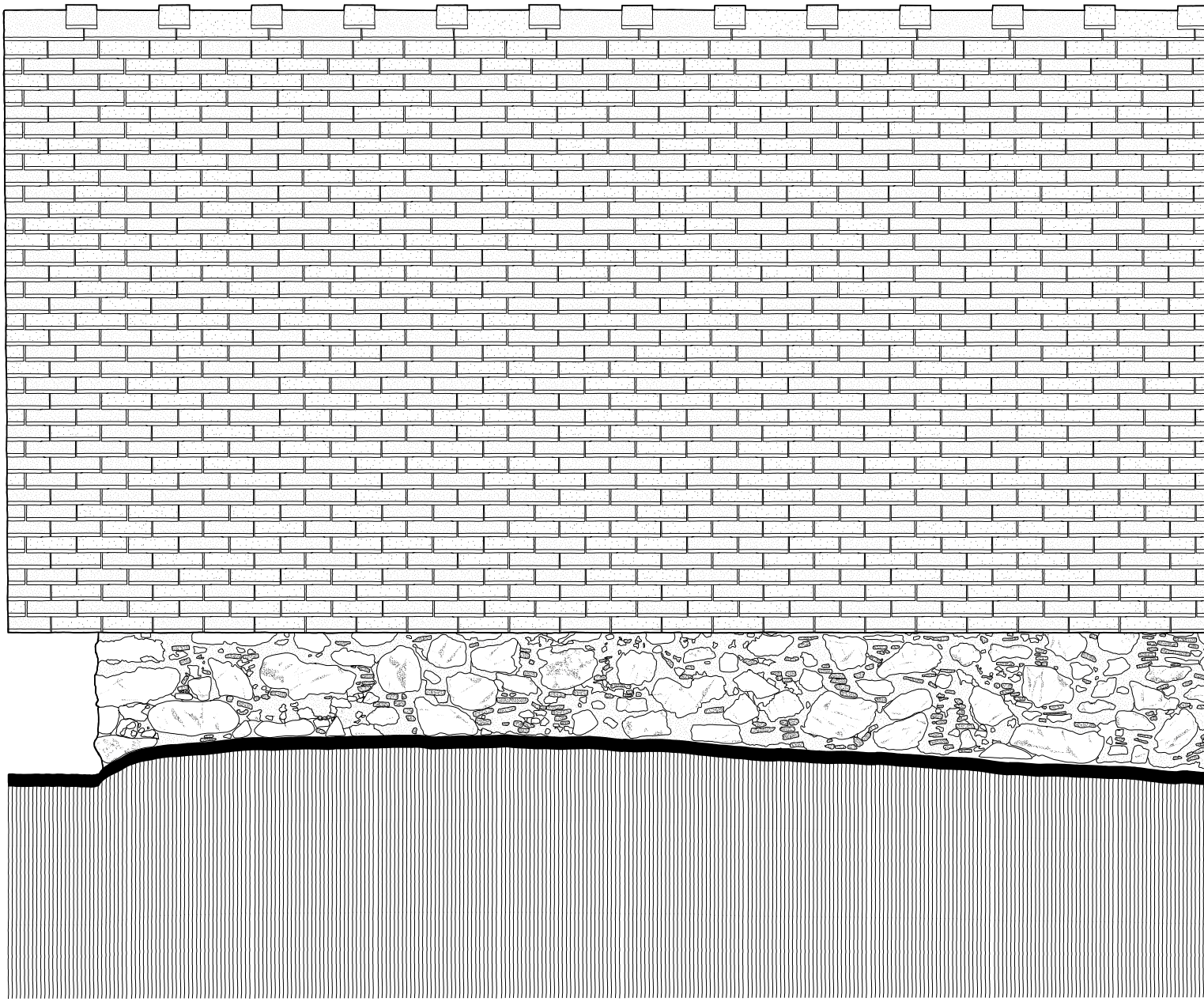


PROSPETTO SUD_scala 1:20

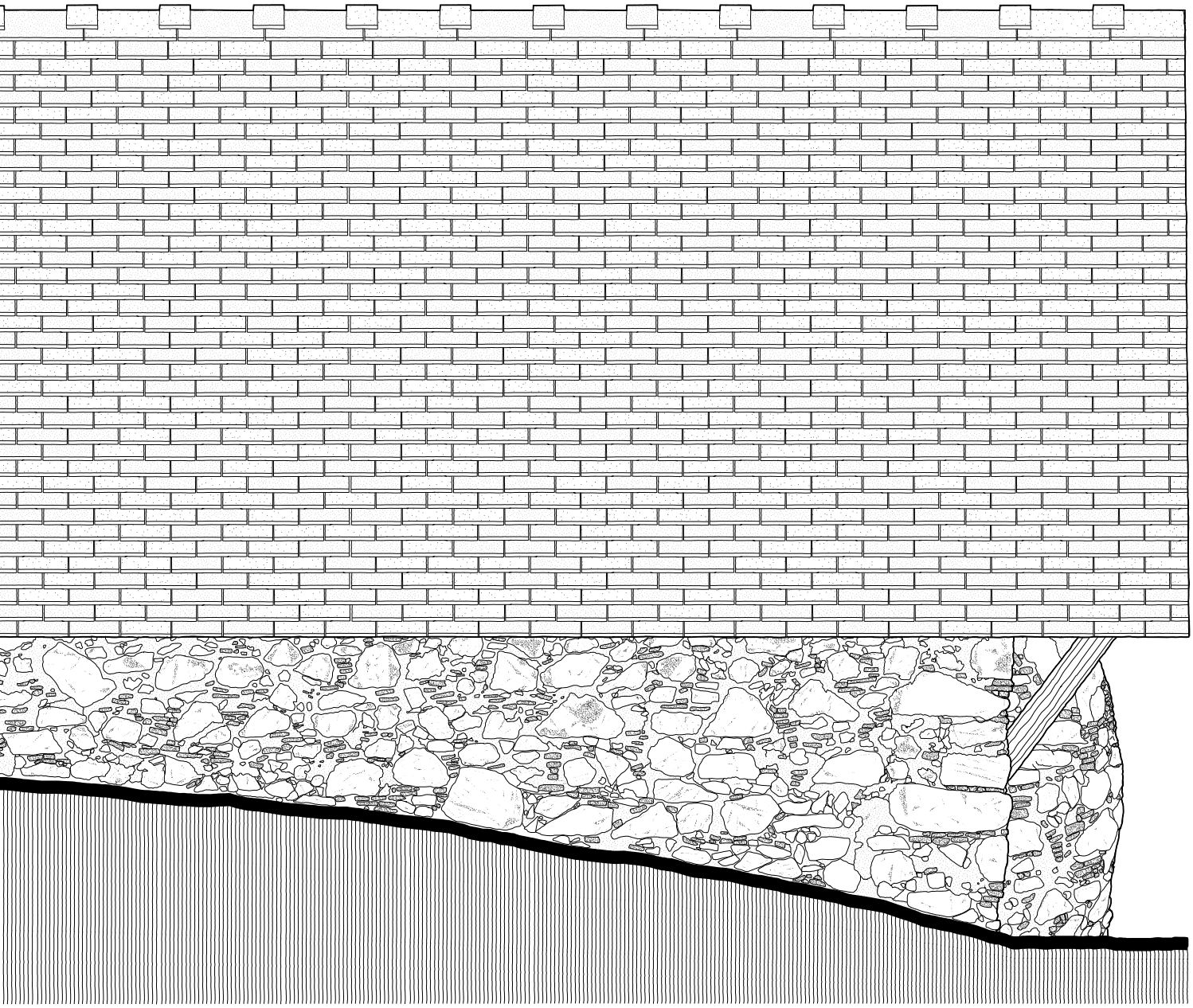


PROSPETTO NORD_scala 1:20

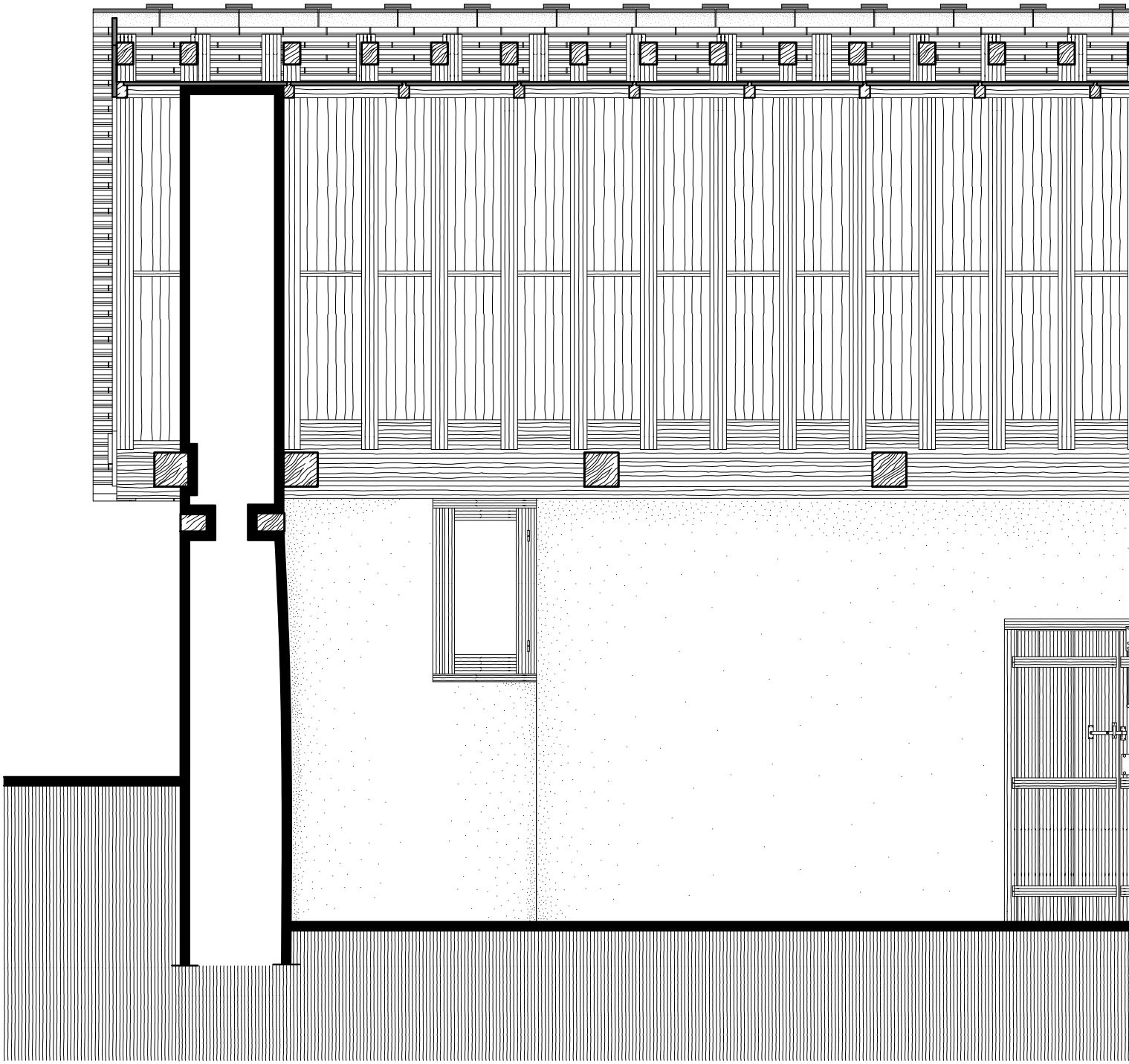
0 0,5 1 3m



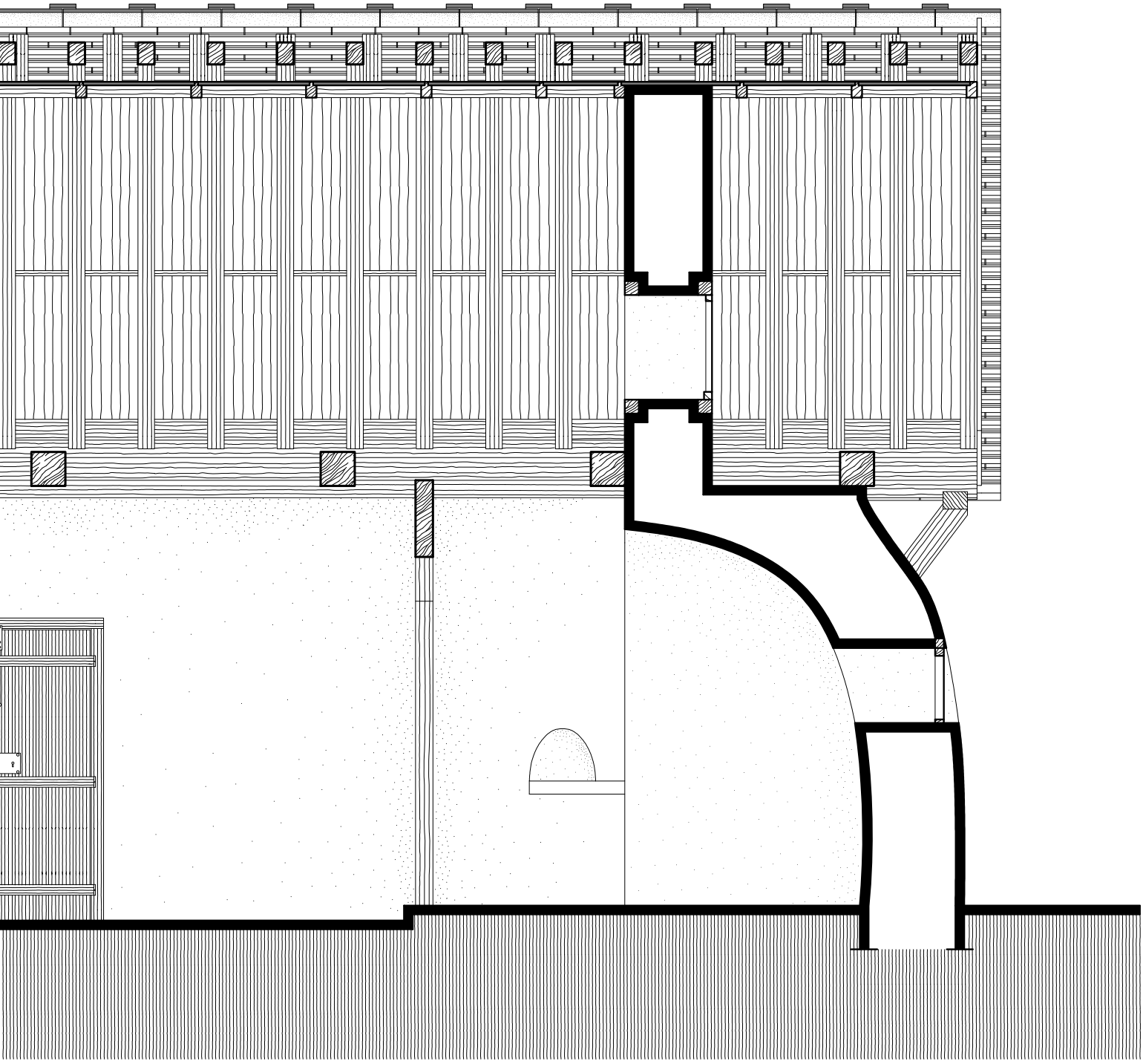
PROSPETTO OVEST_scala 1:20



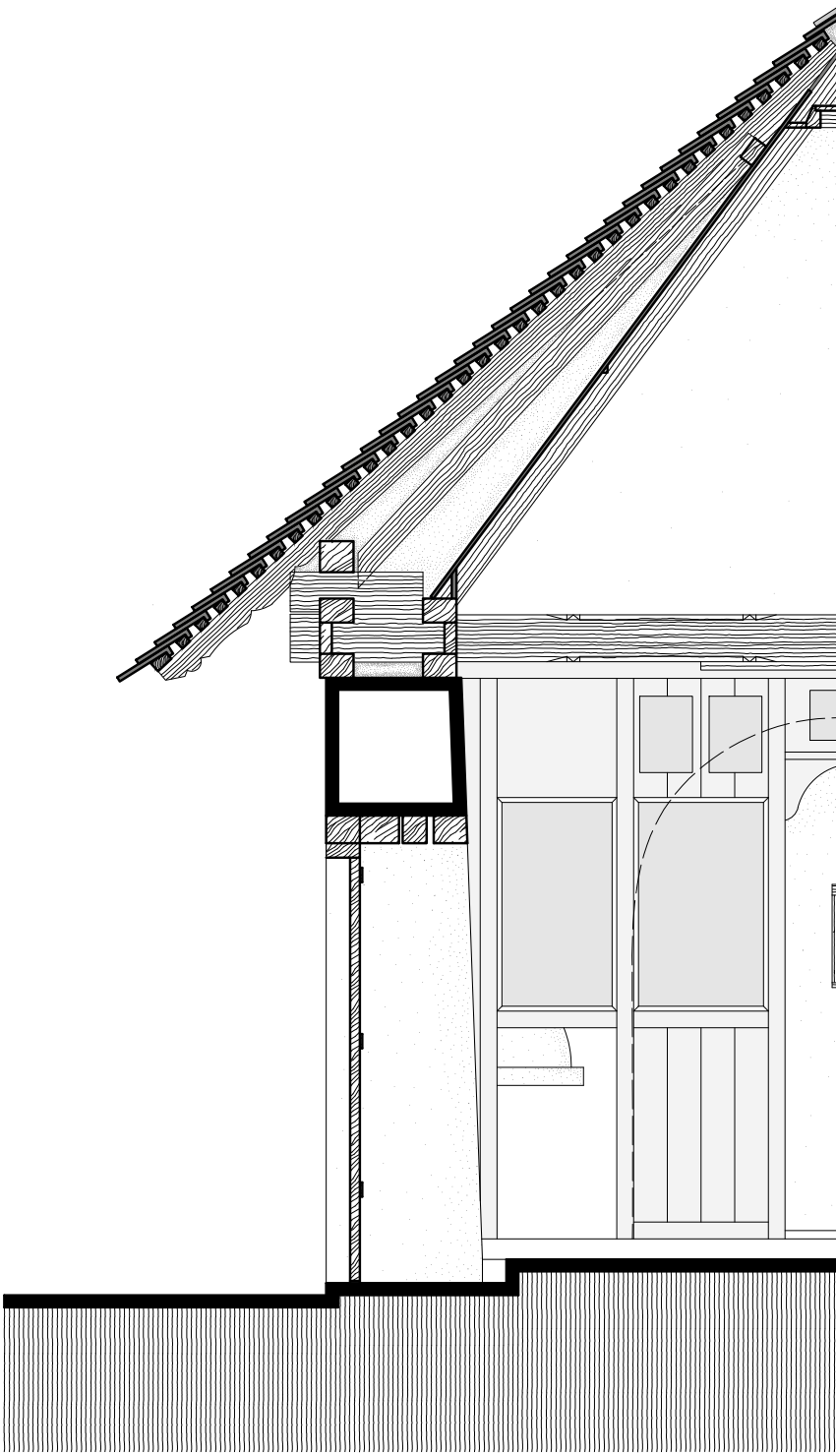
0 0,5 1 m



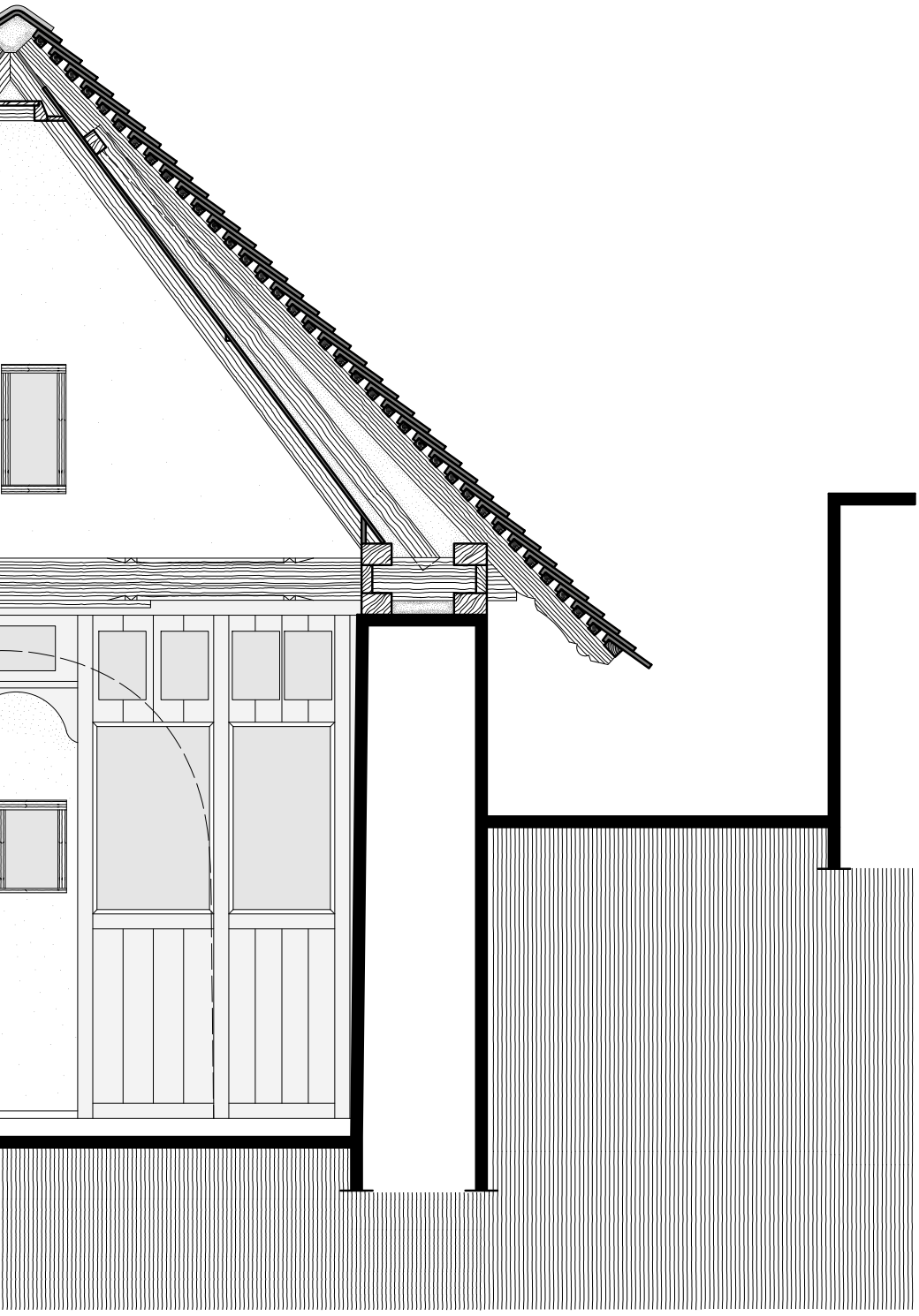
SEZIONE AA'_scala 1:20



0 0,5 1 3m



SEZIONE BB'_scala 1:20



0 0,5 1 3m

RILIEVO FOTOGRAFICO ESTERNO

RILIEVO FOTOGRAFICO INTERNO

4.3 RILIEVO COSTRUTTIVO

4.3.1 MURATURA

La muratura nelle chiese con doppio tetto ligneo dei Troodos, è solitamente realizzata con pietre naturali non squadrate e malta. La muratura con pietre squadrate è usata raramente e, quando appare, è principalmente usata per le pietre angolate, archi e nicchie. In alcuni rari casi si possono trovare mattoni crudi, ma sono limitati a piccole parti nelle pareti.

I grandi spazi vuoti che per questo motivo rimangono tra le pietre, vengono riempiti con piccole pietre o frammenti di mattoni, usati in larga misura. Nella muratura raramente si osservano orizzontamenti dati dal posizionamento delle pietre.

Le piccole pietre e i frammenti di laterizio riempiono i vuoti tra le pietre grandi, ma la bontà dell'apparecchio è in primo luogo dovuta a quest'ultime.
Nei casi in cui i frammenti di mattoni siano numerosi e posti in strati orizzontali, l'effetto di resistenza dovuto ai frammenti ripristina completamente gli svantaggi di una altrimenti frammentata muratura in pietra.

Il legante delle pietre viene realizzato con il fango, in cui viene aggiunta della paglia per aumentare la sua resistenza. Il fango si insinua fra i diversi elementi, mantenendo intatto il contorno delle pietre in facciata, conferendo alla muratura una sorta di stile grafico.

Non esistono grandi aperture sui muri; le porte non sono grandi e sono le principali aperture. Ci sono poche finestre, sempre di piccole dimensioni, principalmente sulla parete laterale, quando non è presente una porta. Infine, le aperture più piccole sono quelle sulla parete dell'abside o sui frontoni.
Nel paragrafo che segue si andrà ad analizzare la muratura del nostro caso studio, secondo i principi della regola dell'arte.

REGOLA DELL'ARTE

Per la conoscenza dell'opera architettonica e del suo comportamento sismico è necessario individuare le caratteristiche strutturali e costruttive con riferimento alla regola dell'arte, qualità ontologica e fondativa dell'architettura.
Il termine "regola dell'arte" è da attribuire all'illuminato scienziato delle costruzioni Antonino Giuffrè, il quale parte dall'analisi dei principi teorici della

meccanica determinando una “regola” che li precede.

Per “regola dell’arte” si intende un insieme di prescrizioni riguardanti l’arte dell’edificare, tramandate attraverso la letteratura e nelle pratiche di cantiere, da seguire al fine di realizzare strutture durevoli nel tempo e che siano resistenti agli eventi ordinari e straordinari che possono verificarsi nella vita utile dell’edificio.

In “La meccanica delle murature storiche” Giuffrè enuncia: “*...il giudizio meccanico su una parete muraria quindi coincide con il giudizio sulla qualità della sua fattura, sulla competenza con cui il muratore ha apllicato le “regole dell’arte”. Una realizzazione che non rispetta tali regole, una muratura non eseguita a regola d’arte, è meccanicamente insufficiente...*” [1]

Riconoscere le qualità meccaniche delle murature storiche è sicuramente più complesso in quanto, anche seguendo le prescrizioni della “regola dell’arte”, bisogna essere in grado di riconoscere l’organizzazione e la composizione della struttura muraria, al fine di identificare:
- la presenza o l’assenza di componenti di collegamento trasversali (diatoni)
- la dimensione, la forma e la tipologia degli elementi
- la tessitura
- l’orizzontalità delle giaciture
- lo sfalsamento regolare dei giunti
- la presenza di frammenti di pietre e mattoni

Aspetto non meno importante sta nell’andare ad individuare lo stato di conservazione dei componenti della muratura, la dimensione in sezione e in alzato della struttura muraria ovvero i rapporti proporzionali e le condizioni di vincolo delle singole pareti.
La “regola dell’arte” fa una distinzione di prescrizioni in base al fatto che si tratti di murature con elementi squadrati o con pietre sbozzate, come avviene ad esempio per le murature medievali.
Seguendo le indicazioni date dalla “regola dell’arte”, per raggiungere una disposizione ottimale bisognerebbe utilizzare pietre perfettamente squadrate di notevoli dimensioni, posizionate con una regolare scansione, al fine di realizzare gli orizzontamenti, di diatoni ed ortostati.

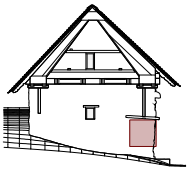
[1] Francesco Andreani, *Quaderni d’arte della città. Vol 3*, Edizioni Nuova Cultura, 2012
Giuffrè, A. *Letture sulla meccanica delle murature storiche*, Kappa, Roma ,1991

Non è quindi sufficiente studiare la parte esterna di un muro, ma è necessario analizzare anche il suo spessore, ricorrendo anche all'utilizzo di manuali, che esplicano le tradizioni costruttive locali e i materiali adoperati.

FORMA E DIMENSIONE DEGLI ELEMENTI

La muratura dell'intero edificio è costituita primariamente da semilavorati locali o pietre vulcaniche di colore grigio di varie dimensioni, tenute in posizione per mezzo di fango mescolato a paglia. I riempimenti tra una pietra e l'altra sono colmati da frammenti della stessa tipologia di pietra sopra citata e da mattoni, principalmente posizionate orizzontalmente.

Ai fini dell'analisi della muratura si è deciso di distiguere le differenti tipologie di elemeti presenti nella stessa.La presenza di due facce sufficientemente piane, posizionate orizzontalmente, come avviene con elementi il più possibile di forma squadrata, permette la presenza di forze d'attrito, cui si deve la resistenza a sollecitazioni di una parete.



Pezzatura grande

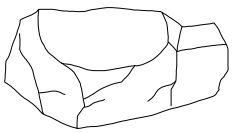
ANALISI MORFOLOGICA DELLA PEZZATURA LAPIDEA

PEZZATURA GRANDE: ELEMENTO A

Questo elemento ha la funzione di occupare il maggior spazio possibile all'interno della muratura con lo scopo di conferire la massima stabilità al muro. Di conseguenza è riconoscibile come elemento di dimesione maggiore.

Dimensioni e forme ricorrenti dei blocchi

altezza: 20 cm
larghezza: 20 cm
lunghezza: 60 cm



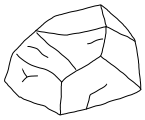
Pezzatura media

PEZZATURA MEDIA: ELEMENTO B

Questo elemento occupa lo spazio che inevitabilmente viene lasciato dal posizionamento degli elementi A, ed è riconoscibile negli elementi di dimensioni medie come supporto nel riempimento della muratura.

Dimensioni e forme ricorrenti dei blocchi

altezza:15 cm
larghezza: 15 cm
lunghezza: 20 cm



PEZZATURA PICCOLA: ELEMENTO C1

Questo elemento viene utilizzato per andare a colmare gli spazi residui di dimensioni minori dati dagli elementi A e B, è riscontrabile negli elementi di piccole dimensioni.

Dimensioni e forme ricorrenti dei blocchi

altezza: 5 cm
larghezza: 5 cm
lunghezza: 10 cm

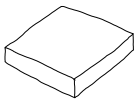
Pezzatura piccola C1

ELEMENTO C2

Questo elemento, come quello precedente, ha la funzione di andare a colmare gli spazi minori ed è riconoscibile essendo una mattone. Data la sua forma rettangolare viene utilizzato spesso per conferire un grado di orizzonatamento maggiore alla muratura.

Dimensioni e forme ricorrenti dei blocchi

altezza: 4 cm
larghezza: 15 cm
lunghezza: 15 cm



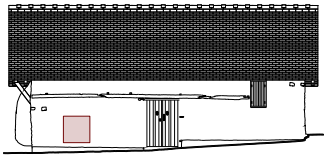
Pezzatura piccola C2

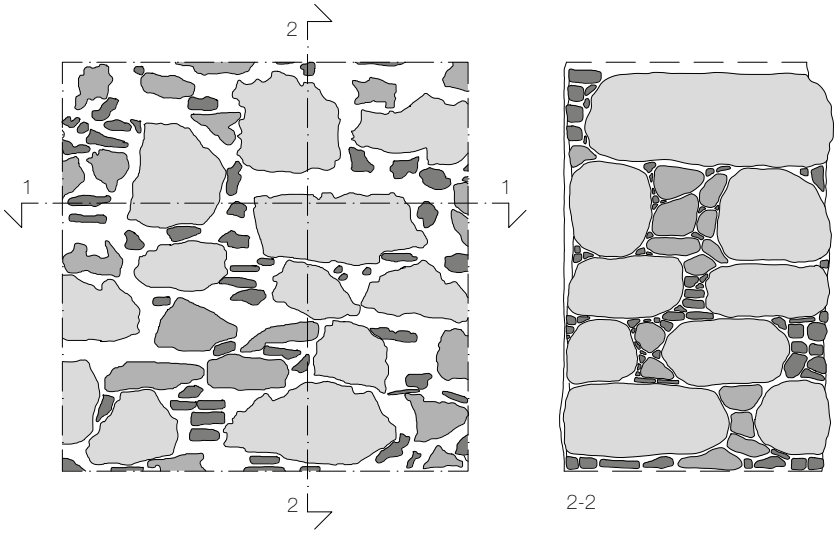
ORTOSTATI E DIATONI

Al fine di ottenere un giusto ingranamento nello spessore murario, la trattatistica indicava come idoneo l'utilizzo di diatoni (blocchi disposti di punta nello spessore murario) di tipo lapideo, utilizzati nelle murature a sacco.

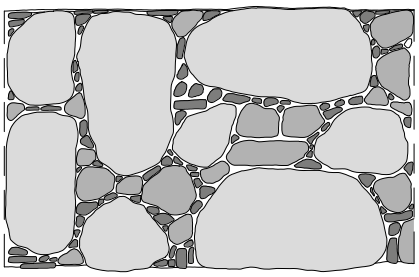
Ovviamente, minore è la grandezza delle pietre che compongono l'apparecchiatura muraria, maggiore è il numero di elementi di collegamento che è necessario inserire nel paramento murario.

In assenza di pietre passanti in una parete a doppio paramento, si possono aggiungere elementi di laterizio o pietra come collegamento trasversale.





2-2



1-1

LEGENDA:

- Elemento Grande
- Elemento Medio
- Elemento Piccolo

QUANTITÀ E QUALITÀ LEGANTE

Uno degli accorgimenti costruttivi che costituiscono la regola dell'arte è la qualità della malta. La malta rende regolare il contatto tra le pietre, trasmettendo e ripartendo in modo uniforme le azioni e, se di ottima qualità, garantisce una giusta resistenza coesiva alla muratura.

In caso di malta degradata, il trasferimento dei carichi ed il contatto tra i componenti sono possibili con l'aiuto di pietre piccole inserite nei giunti, chiamate "zeppe".
Diventa importante la resistenza della malta nel caso in cui manchino alcuni criteri della regola dell'arte, per garantire la monoliticità della muratura.

MALTA PARZIALMENTE RISPETTATA

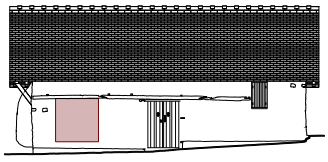
CAMPIONI 1 e 2

La qualità della malta di questi campioni è parzialmente rispettata, in quanto i giunti non sono eccessivamente erosi. Le murature hanno elementi irregolari con l'inserimento di zeppe che vanno a colmare efficacemente gli spazi fra gli elementi.

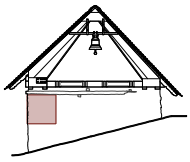
Per essere totalmente rispettata è necessario che la muratura sia composta da grandi elementi squadrati, senza l'utilizzo di malta, oppure con un sottile strato di malta, al fine di ottenere il giusto contatto tra le pietre.

CAMPIONE 1

CAMPIONE 2



Campione 1

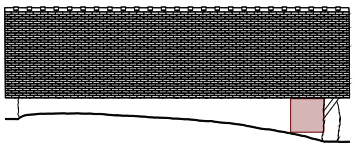


Campione 2

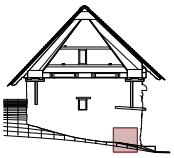
MALTA NON RISPETTATA

CAMPIONI 3 e 4

Questi campioni possiedono una malta degradata o scadente, priva di coesione. In alcuni punti della muratura, evidenziati dal contorno rosso in figura, si può notare come la malta sia assente, soprattutto nella parte basamentale della muratura, probabilmente a causa della risalita capillare che ha portato ad un degrado della malta.



Campione 3



Campione 4

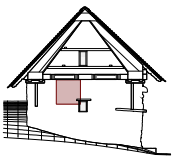
CAMPIONE 3

CAMPIONE 4

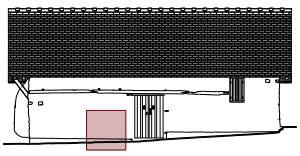
RINZAFFO CON CEMENTO

CAMPIONI 1 e 2

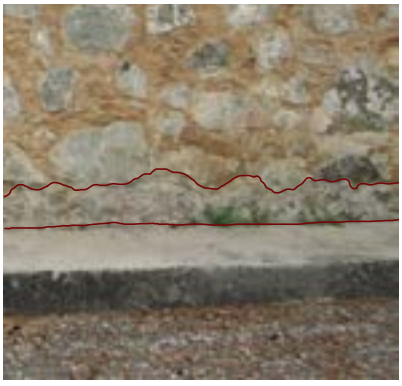
In questi campioni possiamo notare l'utilizzo del cemento come supporto. Nel campione 1è possibile che sia stato utilizzato per rinforzare la parte superiore dell'abside, in quanto irregolare oppure degradata a causa dell'azione degli agenti atmosferici. Per quanto riguarda il campione 2 è possibile che sia stato utilizzato per andare a rinforzare la parte basamentale del muro con evidenti problemi di risalita capillare.



Campione 1



Campione 2



SFALSAMENTO GIUNTI VERTICALI

La presenza dello sfalsamento dei giunti verticali è la condizione tale per cui si ha l'"effetto catena" che fornisce resistenza a trazione al muro, condizione che si possiede anche grazie alla presenza di pietre con forma squadrata.

Nel caso in cui le pietre non siano squadrate, se si hanno giunti sfalsati si deve tener conto di un'ulteriore risorsa della muratura, ovvero l'ingranamento tra gli elementi resistenti.

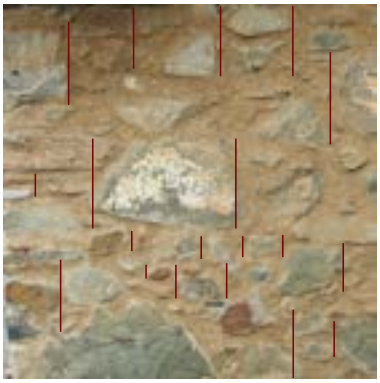
Lo sfalsamento dei giunti verticali può essere rispettato, parzialmente rispettato e non rispettato, andando a considerare sia il metodo qualitativo che quantitativo.

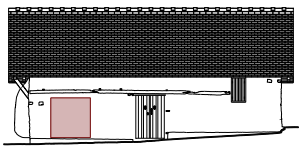
CAMPIONI 1, 2, 3 e 4

I giunti di malta sono allineati verticalmente e, in alcuni casi, interessano due o più elementi su ampie porzioni della muratura. Come si può notare dai campioni, sono più i giunti verticali sfalsati che quelli perfettamente allineati. E' evidente l'assenza di ingranamento su diverse linee verticali della parete.

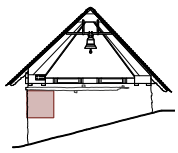
CAMPIONE 1 [PROSPETTO EST]

CAMPIONE 2 [PROSPETTO NORD]

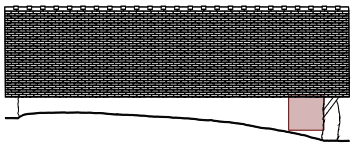




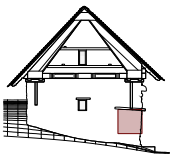
Campione 1



Campione 2



Campione 3



Campione 4

CAMPIONE 3 [PROSPETTO OVEST]

CAMPIONE 4 [PROSPETTO SUD]

PRESENZA DI ORIZZONTAMENTI

Il requisito dato dalla presenza di orizzontamenti è indispensabile se si vuole ottenere una giusta distribuzione dei carichi verticali, per ottenere un appoggio regolare.

I conguagli acquisiscono importanza in presenza di azioni sismiche, poichè permetteno l'oscillazione intorno a cerniere cilindriche orizzontali, non danneggiando la muratura. Per questi motivi acquisiscono importanza anche gli orizzontamenti di mattoni, che, con interasse periodico, regolarizzano i muri in pietre e ciottoli.

L'orizzontalità dei filari è il requisito che conferisce una giusta distribuzione dei carichi verticali, ottenendo un vincolo di appoggio. Inoltre, l'orizzontalità dei filari acquisisce importanza anche in presenza di azioni sismiche poichè consente l'oscillazione intorno a cerniere cilindriche, evitando di danneggiare la muratura. Nel nostro caso, si sono individuate solo orizzontalità discontinue.

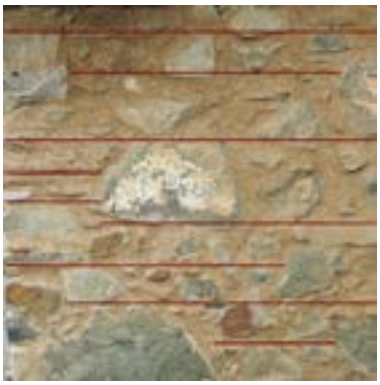
CAMPIONI 1, 2, 3 e 4

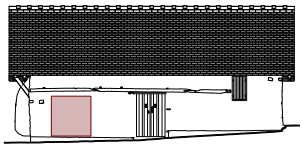
L'orizzontalità è parzialmente rispettata, non sempre gli orizzontamenti sono continui per tutta la lunghezza di una parete; ma avere anche orizzontamenti parziali è importante.

Nel nostro caso studio, la diffusione dei tratti orizzontali interessa l'intera lunghezza della parete muraria e sono interrotti continuamente, presentando sfalsamenti evidenti sull'intera superficie muraria.

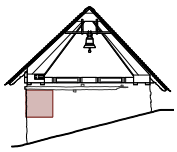
CAMPIONE 1 [PROSPETTO EST]

CAMPIONE 2 [PROSPETTO NORD]



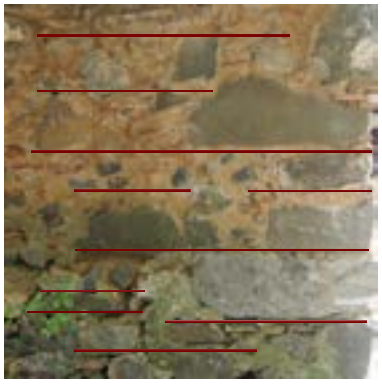


Campione1

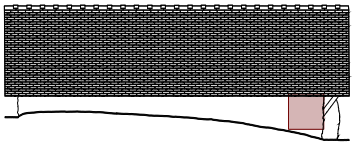


Campione 2

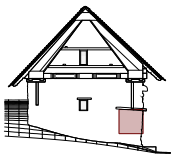
CAMPIONE 3 [PROSPETTO OVEST]



CAMPIONE 4 [PROSPETTO SUD]



Campione 3



Campione 4

Oltre che analizzare campioni di muratura da tutti e quattro i lati della chiesa, si è ritenuto opportuno andare a individuare i filari orizzontali su tutta l'estensione di uno dei prospetti lunghi della chiesa; si è scelto il prospetto est in quanto è quello che si presta meglio all'osservazione di questo requisito.

PROSPETTO EST

Riferimenti:
Andreani F., *Quaderni d'arte della città. Vol 3*, Roma, Edizioni Nuova Cultura, 2012
Breymann G. A., *Muri : costruzioni in mattoni ed in pietre artificiali naturali*, Roma, Edizioni Dedalo, 1995
Breymann G. A., *Trattato di costruzioni civili*, Roma, Edizioni Dedalo, 2003
Cangi G., *Manuale del recupero: strutturale e antisismico*, Roma, Dei Tipografia Del Genio Civile, 2012
Carocci C. F., Tocci C., *Leggendo il libro delle antiche architetture: aspetti statici del restauro. Saggi 1985-1997*, Giuffrè A. (a cura di), Roma, Gangemi Editore, 2010
Carocci C. F., Tocci C., *Le tecniche costruttive nella ricostruzione post 1703 a l'Aquila,* in "Tecniche costruttive nel Mediterraneo. Dalla stereotomia ai criteri antisismici", Nobile M. R., Scibilia F. (a cura di), Palermo, Edizioni Caracol, 2016
Doglioni F., *Nel restauro: progetti per le architetture del passato,*Venezia, Marsilio Editori, 2011
Donà C. (a cura di), *Manuale delle murature storiche, Vol. 1 Analisi e valutazione del comportamento strutturale, Vol. 2 Schede operative per gli interventi di restauro strutturale,* Borri A. (Direttore Scientifico), Roma, Dei Tipografia Del Genio Civile, 2011
Giuffrè A., *Sicurezza e conservazione dei centri storici: il caso Ortigia*, Bari, Editori Laterza, 1993
Giuffrè, A. *Letture sulla meccanica delle murature storiche*, Roma, Kappa, 1991

4.3.2 “LEGAMENTI”[1] LIGNEI

I “legamenti”, così chiamati secondo l’espressione di Alberti, *“svolgono il ruolo di vere e proprie cerchiature poste all’interno dello spessore delle pareti murarie. Nonostante la difficoltà connaturata alla realizzazione di una cerchiatura completa delle cellule murarie [...] e la minor efficacia che consegue all’imperfetta chiusura della stessa, le fabbriche murarie [...] contengono diffusamente tali dispositivi”.*[2]

I “legamenti” lignei sono noti fin dall’epoca bizantina con il nome di “IMANTOSIS” (dalla parola greca “imantas” che significa “cintura”), che consiste nell’utilizzo di travi di legno, collegate fra loro, al fine di rafforzare la connessione e la stabilità delle murature. L’“imantosis” è formata da travi di legno, disposte orizzontalmente nel corpo in muratura, di varia lunghezza; di solito circonda l’intero perimetro della chiesa, tranne nel caso in cui l’abside sia circolare. Solitamente sono presenti due elementi, disposti a coppie sulla parte interna ed esterna delle pareti. Lungo la loro lunghezza sono uniti da una serie di incastri, che sono gli stessi che troviamo negli angoli, dove le travi cambiano direzione. Il posizionamento delle travi avviene nei punti più alti delle pareti, oppure in alcuni casi coincidono con le aperture, porte o finestre, al fine di rendere più stabile la struttura. Le travi si trovano anche e soprattutto nei frontoni triangolari creati sui muri est e ovest; ciò è giustificato dal fatto che queste parti della muratura sporgono “liberamente” ad un’altezza considerevole, forma conseguente alla grande pendenza del tetto. Le travi vengono infine utilizzate nei casi in cui vengano realizzate estensioni successive della chiesa, in modo da collegare la nuova alla vecchia muratura, per mezzo di incastri.

“Si tratta nel complesso di una concezione dell’organismo costruttivo nuova derivata dall’osservazione degli effetti del terremoto e di come esso principalmente metta in crisi le pareti sollecitate ortogonalmente al proprio piano provocandone il ribaltamento e, nello stesso tempo, cimenti fortemente le pareti sollecitate nel piano qualora siano presenti incatenamenti in grado di scongiurare ribaltamenti generalizzati. I principali espedienti di questa tecnica di ricostruzione sono finalizzati prioritariamente a impedire il ribaltamento delle pareti esposte garantendo al contempo una migliore tenuta a taglio delle pareti ad esse ortogonali”.[2]

---

[1] ALBERTI L. B., *De re aedificatoria*, cit.
[2] Carocci C., Tocci C., *Le tecniche costruttive nella ricostruzione post 1703 a l’Aquila,* in “Tecniche costruttive nel Mediterraneo. Dalla stereotomia ai criteri antisismici”, Nobile M. R., Scibilia F. (a cura di), Palermo, Edizioni Caracol, 2016

Analizzando la nostra chiesa, si possono ritrovare diversi legamenti lignei; i primi si trovano sulla parete sud, al fine di ammorsare quella parte di muratura, che pensiamo essere un'aggiunta successiva rispetto alla costruzione della chiesa, come analizzato nel capitolo sull'evoluzione storica del caso studio (fig.1).

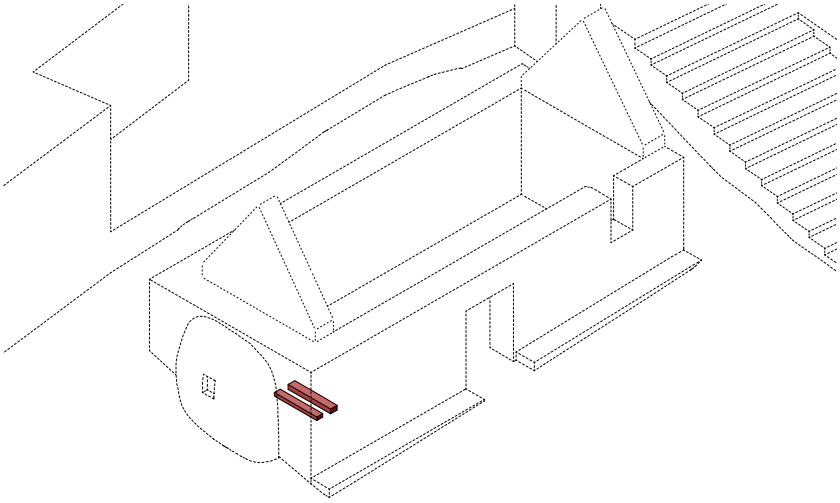


Figura 1

Altri legamenti lignei si trovano sulla parete est; in questo caso troviamo due travi parallele, posizionate sul lato interno ed esterno del muro, su cui sono poggiati quattro travetti perpendicolari alle travi sopra citate.
La trave longitudinale esterna, come specificato nel capitolo sull'evoluzione storica del caso studio, sembra essere stata tagliata, probabilmente per permettere l'inserimento della finestra, perdendo così la sua funzione di imantosis, poichè non più collegata al muro nord (fig.2).

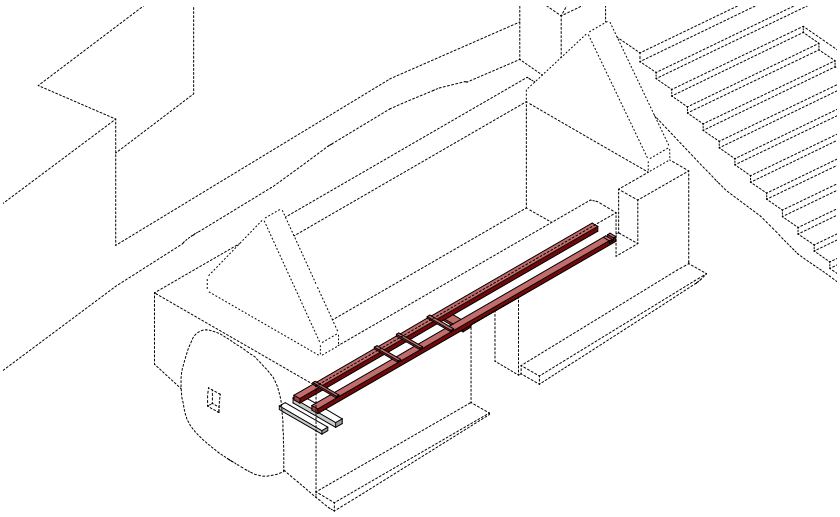


Figura 2

Anche sulla parete nord si trovano due travi parallele, posizionate sul lato interno ed esterno del muro, e tre travetti perpendicolari alle travi.
La trave longitudinale esterna, anche in questo caso descritta nel capitolo sull'evoluzione storica del caso studio, non raggiunge il muro ovest, perdendo la sua funzione di "cintura" per la muratura (fig.3).

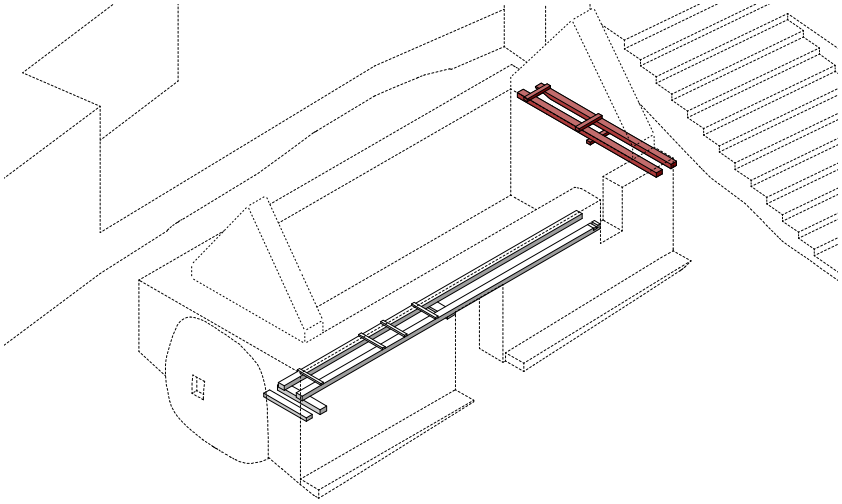


Figura 3

Si può osservare, infine, come la parte di muratura triangolare, quella più debole, venga migliorata meccanicamente attraverso il posizionamento di due coppie di travi, a contatto con il muro interno ed esterno, con i relativi travetti perpendicolari (fig.4).

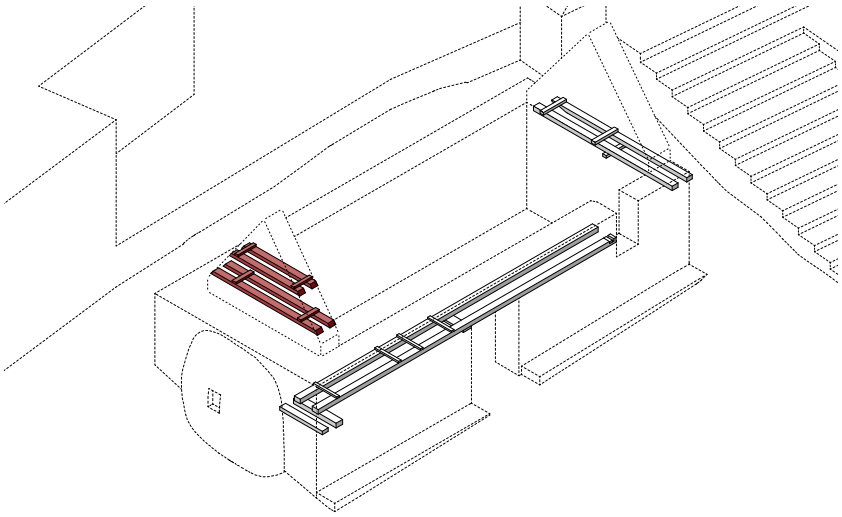


Figura 4

Abbiamo infine rappresentato la corretta disposizione dell'imantosis sulla nostra chiesa, realizzata in modo che le travi si incastrino fra loro e, al contempo, uniscano saldamente i muri fra loro (fig.5).

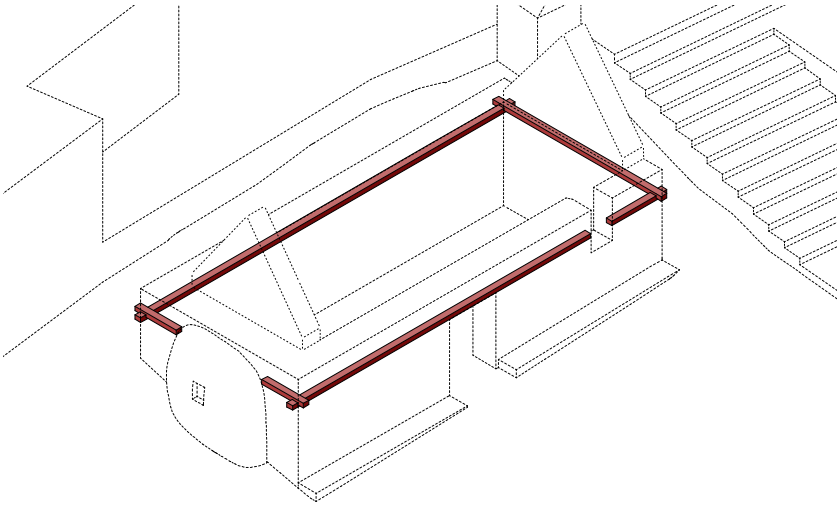
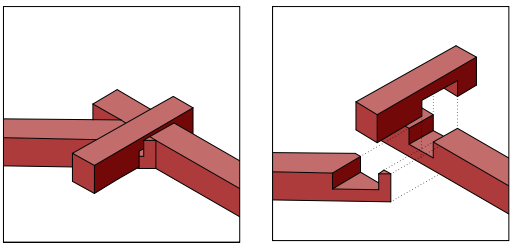


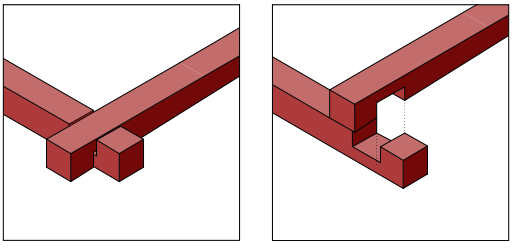
Figura 5

6. Chiesa di Agioi Ioakim e Annis a Kaliana

Nella Chiesa di Agioi Ioakim e Annis a Kaliana, vediamo come l'imantosis circonda la muratura della chiesa, includendo anche l'abside (fig.6).
Nella figura 7, si possono vedere due tipologie di incastri presenti nella chiesa sopra citata.



7.a



7.b

Riferimenti:
ALBERTI L. B., *De re aedificatoria*, cit.
Carocci C., Tocci C., *Le tecniche costruttive nella ricostruzione post 1703 a l'Aquila,* in "Tecniche costruttive nel Mediterraneo. Dalla stereotomia ai criteri antisismici", Nobile M. R., Scibilia F. (a cura di), Palermo, Edizioni Caracol, 2016
Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century)*, in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28
Touliatos P., *Approach, Identification and Intervention in the Historic Costructions. The technological point of view.*, National Techinal University of Athens, 2003

4.3.3 COPERTURA

Fino a qualche anno fa, analizzando la morfologia del tetto, la ripida inclinazione delle falde era stata associata ai tetti europei occidentali ed attribuita all'influenza dei Franchi, che hanno governato l'isola di Cipro dal XIII al XVI secolo. Questa visione non tiene conto dei risultati dell'approfondita analisi strutturale compiuta dal Professor Pelekanos a partire dall'anno 2011, che collega fortemente questo particolare tipo di tetto con il cosiddetto sistema di costruzione "orientale". I sistemi di costruzione "orientali", rispetto ai sistemi "occidentali", sono principalmente caratterizzati da un comportamento iper-statico sotto l'effetto di carichi dinamici, la mancanza di uniformità fra gli elementi portanti e un tipo di costruzione con comportamento "scatolare".

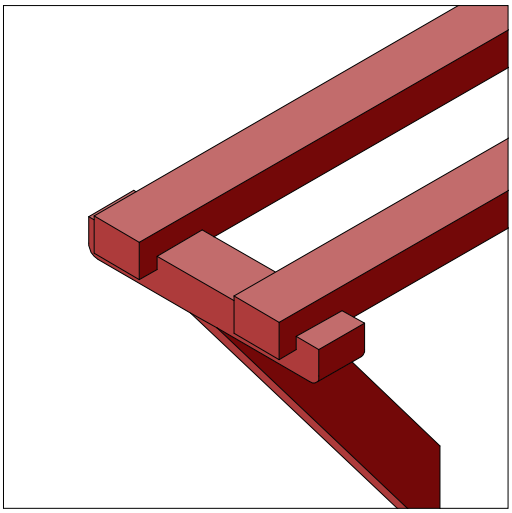
Ci sono molte teorie sulle origini di queste chiese; alcune indicano come fattore più importante la necessità di proteggere le chiese dalle forti piogge e dalla neve dei monti Troodos. Tuttavia, questa teoria non può spiegare come mai questo tipo di chiesa si trovi a 200 metri sul livello del mare, insieme al fatto che non esista una sola chiesa di questo tipo sulla catena montuosa dei Pentadaktylos. La mappa geologica di Cipro rivela che esiste un fattore ancora più importante: i confini della zona rocciosa vulcanica dei monti Troodos; la maggior parte delle chiese si trova entro questi confini e solo cinque sono state costruite appena fuori dal confine meridionale, nel XVIII secolo. La pietra locale dei monti Troodos è estremamente dura e non può essere sagomata ed utilizzata per la realizzazione di archi e cupole. Si può pensare che questo fatto, insieme all'abbondante legname derivante dalle foreste di pini, abbia avuto un ruolo preponderante nell'evoluzione di questo tipo di costruzione.

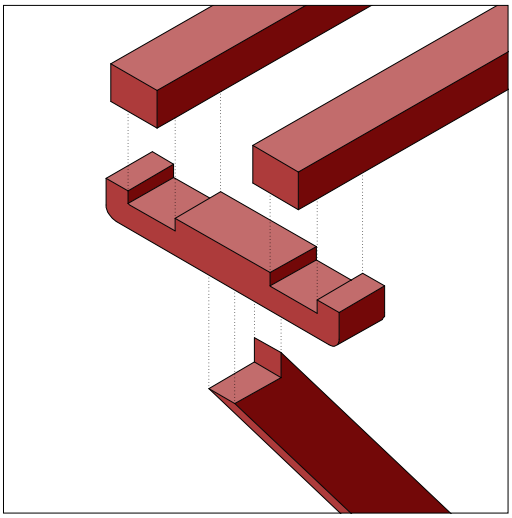
TETTO INTERNO

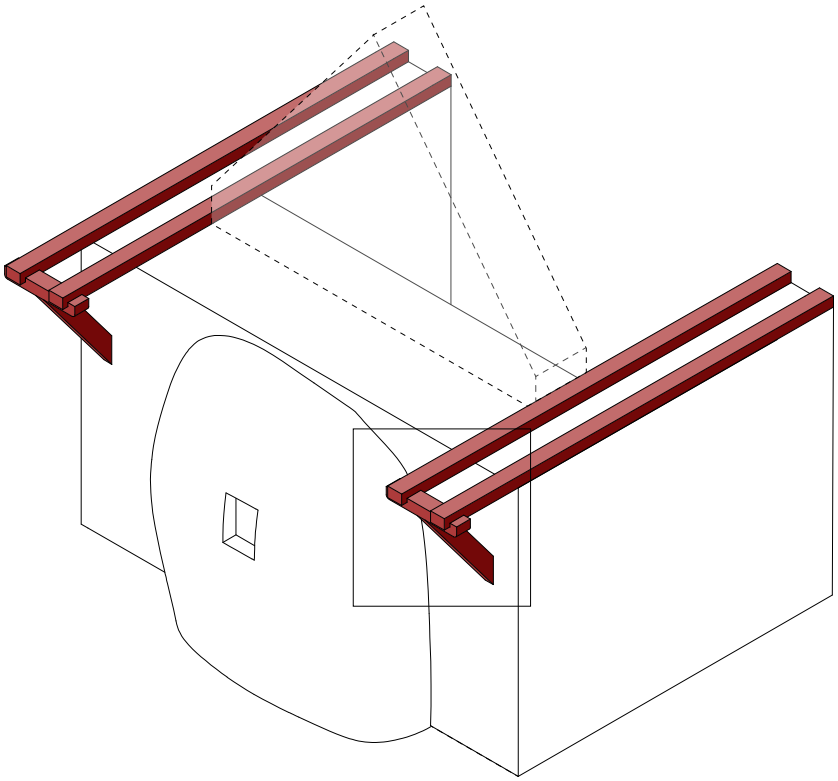
TRAVERSE INFERIORI

Le traverse sono in realtà raggruppate in due gruppi e sono gli elementi più bassi della struttura lignea, che ricevono i carichi e li trasmettono alle pareti laterali su cui sono alloggiati. In sostanza, ogni gruppo di traverse è costituito da un sistema di travi di legno, posto sulla sommità delle pareti longitudinali, seguendo l'intera lunghezza del tempio. Nella sua forma più comune, ogni gruppo di traverse è costituito da quattro fasci, disposti a coppie su due livelli. I due piani inferiori sono posti uno su ciascun lato, interno ed esterno, nella parte superiore del muro. La posa di queste travi avviene direttamente sulla muratura.

Essendo sporgenti, in modo da coprire l'abside, è necessario aggiungere due travi inclinate che scarichino il peso sulle pareti laterali e sostengano la parte terminale delle traverse; questo incastro si può trovare solo se il tetto arriva a coprire l'abside, altrimenti non è necessario.

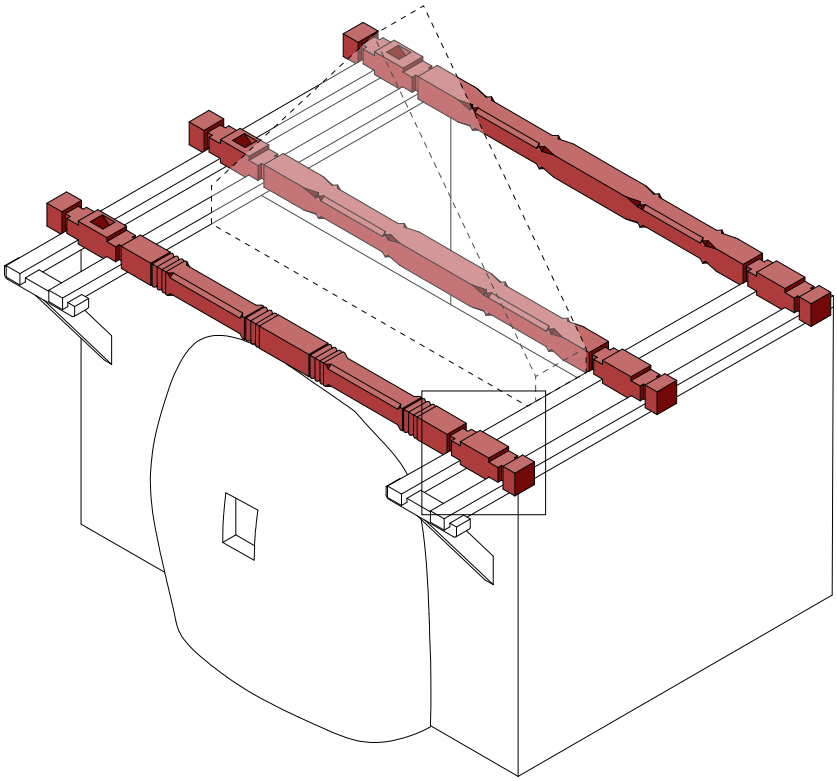


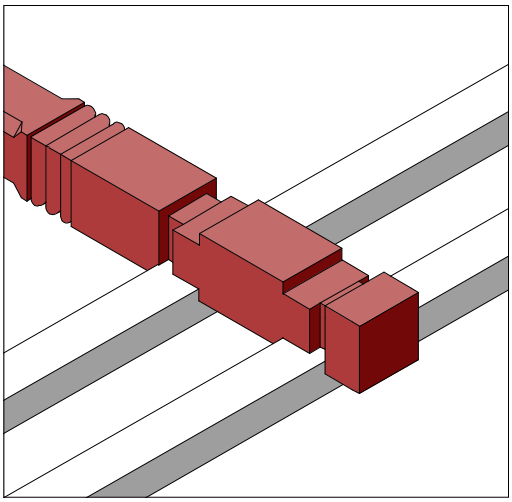


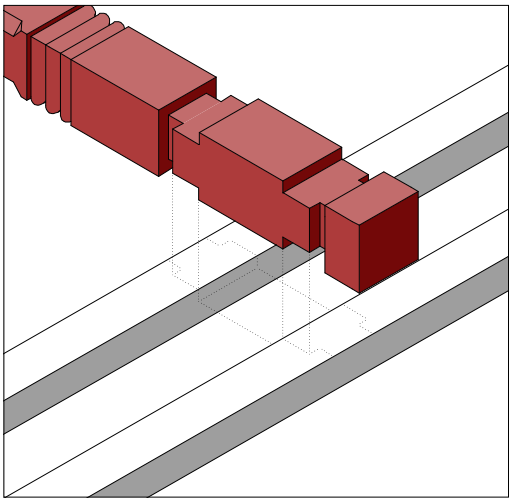


CATENE

Trasversalmente a questa coppia inferiore di travi, sono poste le catene, collegando quindi fra loro le traverse delle due pareti laterali. Le catene sono travi di collegamento in legno, che fungono anche da tirante. Sulla catena sono presenti intagli adeguati in corrispondenza dei punti d'incastro con le traverse, in modo da garantire l'immobilità della struttura ed evitare il cedimento delle traverse verso l'esterno. Così, oltre all'azione di tirante, la catena ha un secondo ruolo, ugualmente importante, nella costruzione del tetto: funge da connettore fra le traverse.

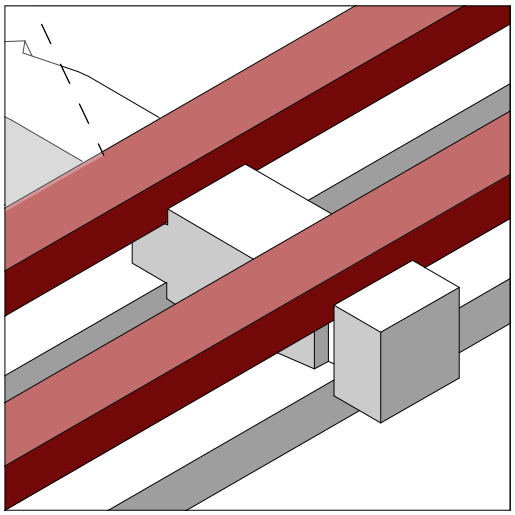


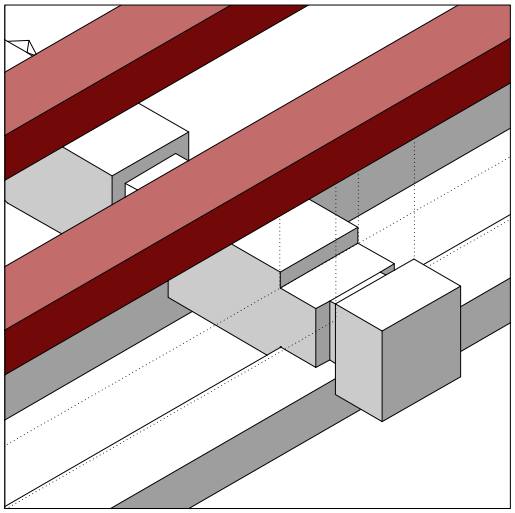


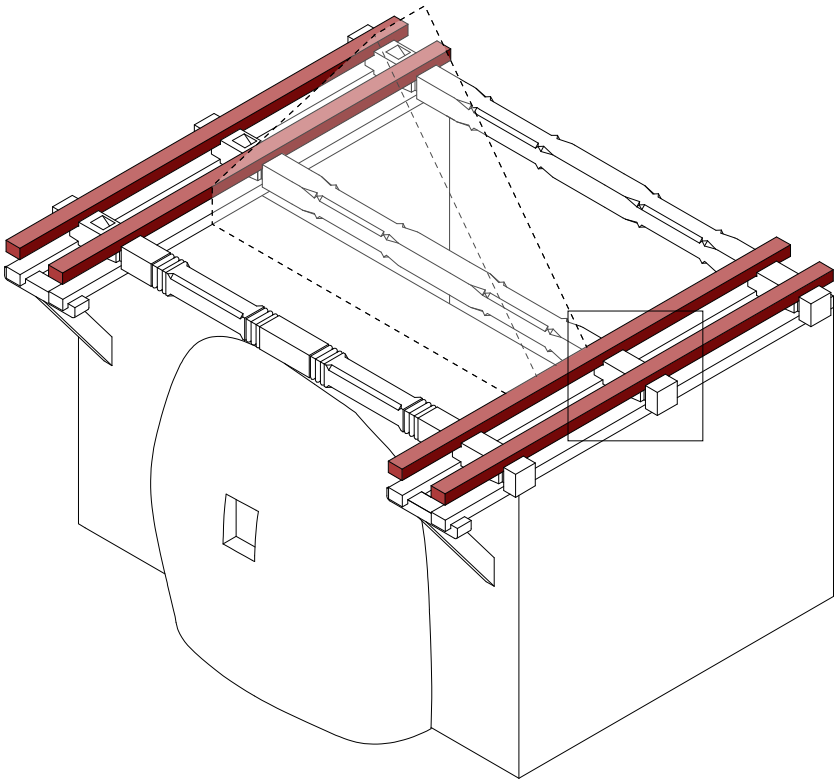


TRAVERSE SUPERIORI

Sulle catene è poi posta la seconda coppia di traverse, negli stessi incastri delle traverse sopra citate. Come prima, la coppia superiore di traverse ha come unica connessione la catena.

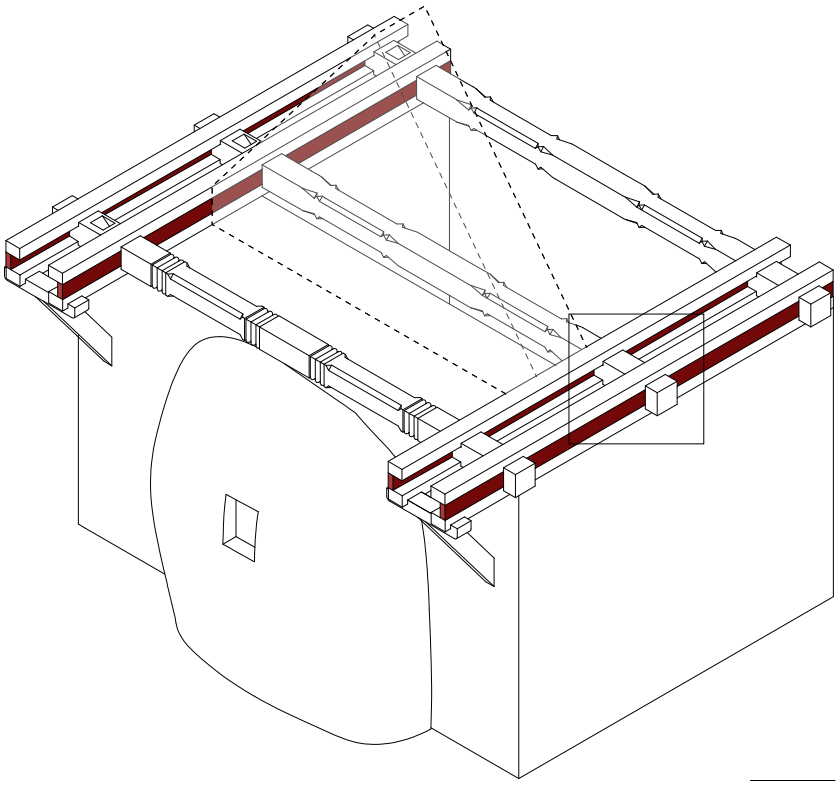


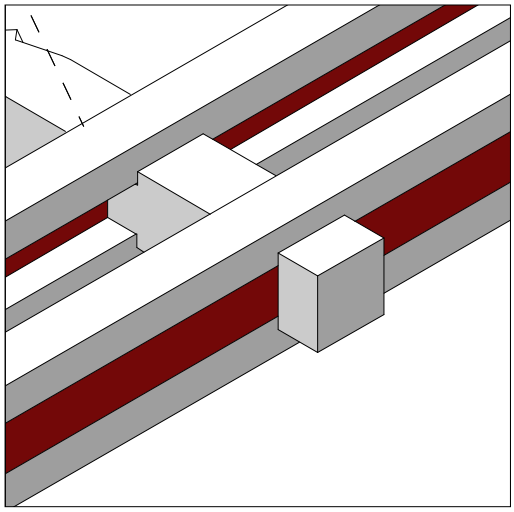


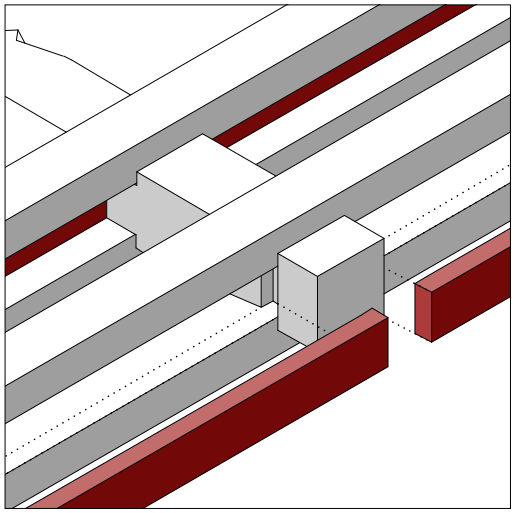


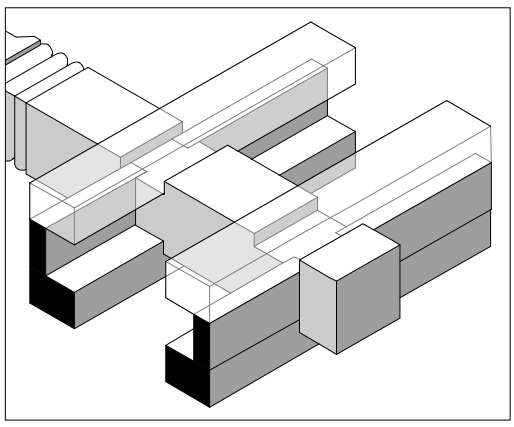
TAVOLE

Tra la coppia superiore e quella inferiore delle traverse si crea un vuoto, il cui riempimento è realizzato con tavole di legno, con lunghezza pari alla distanza fra le catene; anche queste tavole si incastrano in speciali spazi scavati sulla catena, al fine di immobilizzarli. Il posizionamento delle tavole, sia all'esterno che all'interno del muro, costituiscono, insieme alle traverse, un'unica superficie. Le tavole svolgono anche l'importante compito di garantire che la distanza fra le catene sia mantenuta in ogni condizione.

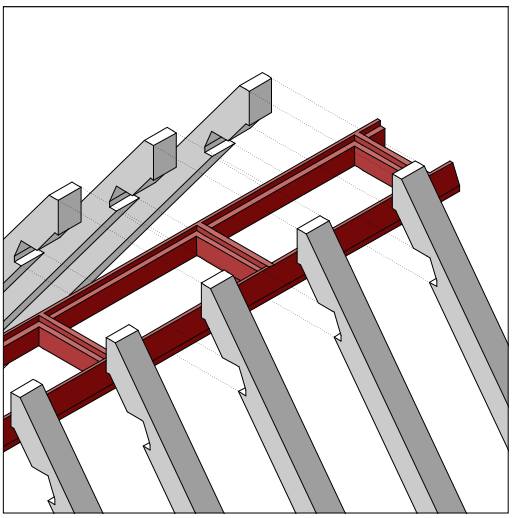




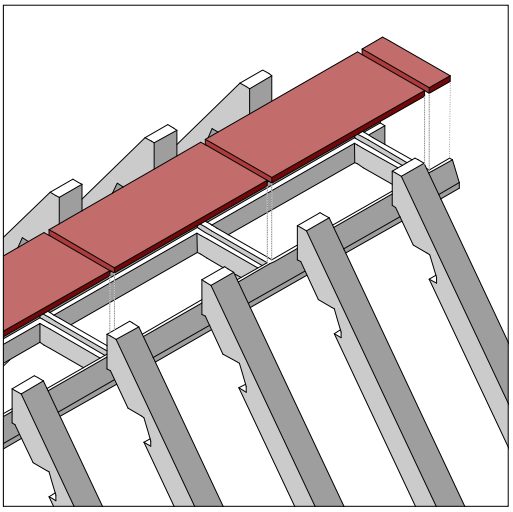




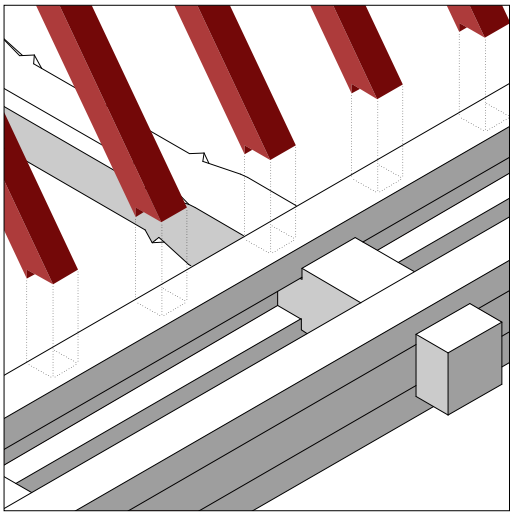
Particolare dell'incastro di traverse e catena



A.1



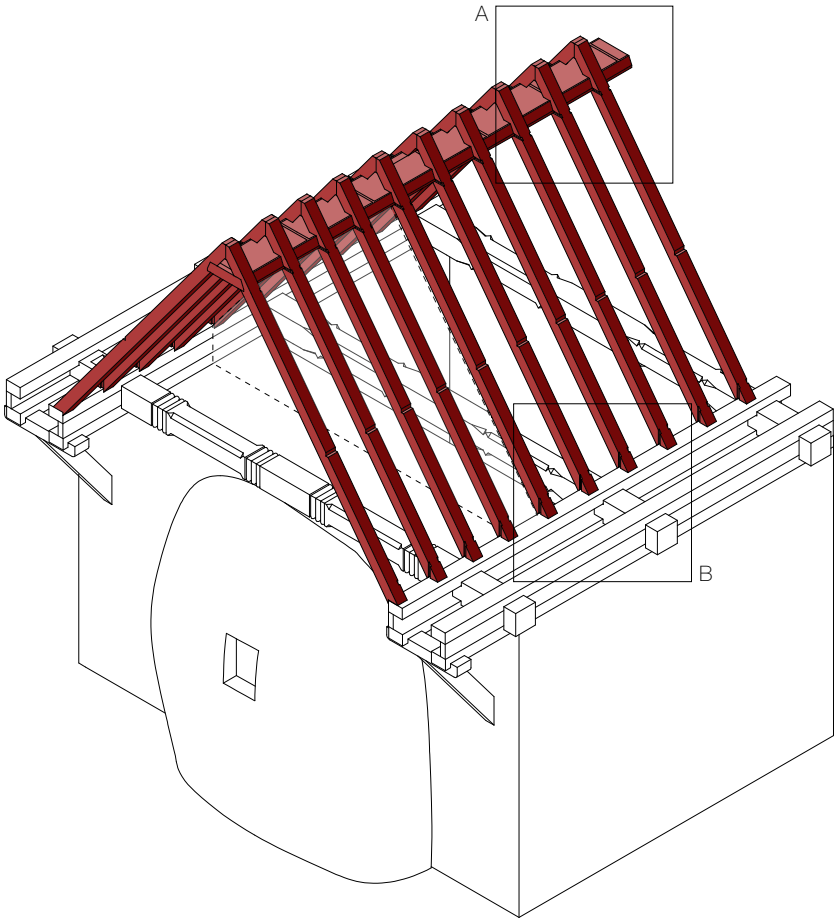
A.2



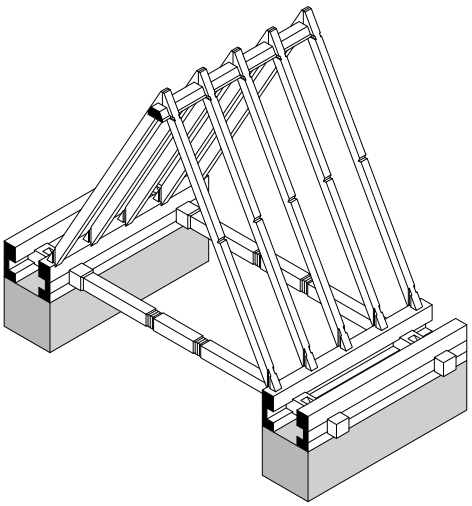
B

PUNTONI E CARINA

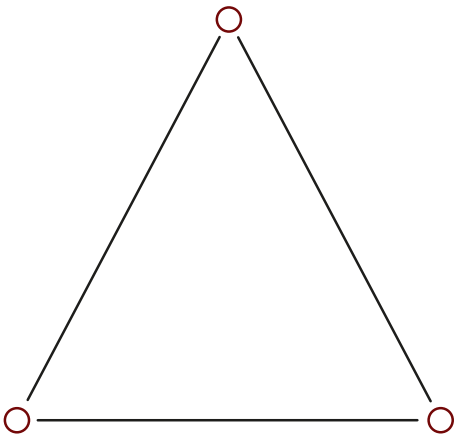
I puntoni (B) sono posizionati con un'ampiezza di 45-60 gradi ogni 30-40 centimetri. La posa di ciascun puntone sulla traversa è effettuata con l'incisione di un angolo retto sul puntone, che si incastra sullo spigolo della traversa. Nella parte superiore, i puntoni sono uniti da un semplice giunto verticale, la carina, una trave che collega le parti terminali dei puntoni lungo la sua lunghezza. Il compito principale della carina è di creare un nodo forte per ciascuna coppia di puntoni e garantire l'immobilità longitudinale dell'intero tetto. Costruttivamente, le carine sono divise in due gruppi: il primo gruppo include le carine formate da un unico pezzo di legno, il secondo gruppo include le carine non formate da un singolo elemento; queste carine sono formate da due travi di legno che corrono per tutta la lunghezza del tetto, uniti insieme da altri pezzi di trave trasversali, formando così una sorta di scatola (A.1). Le scatole sono riempite nella parte superiore da pannelli (A.2), posti uno alla volta in ciascuna scatola, poggiandosi su apposite tacche scavate sulle travi che formano la carina; le carine di entrambi i gruppi sono poste in una incisione particolare realizzata sulla parte terminale dei puntoni.



Analizzando i due differenti tipi di carina, quella formata da un singolo elemento e quella formata da due travi di legno, travetti trasversali e pannelli, si può notare una differenza fondamentale.
Il primo tipo (fig.1a), dal punto di vista statico, risulta essere un elemento triangolare rigido, dove i puntoni e la catena sono i lati del triangolo, mentre la carina e gli incastri tra le traverse e la catena sono i vertici del triangolo, nonchè i vincoli della struttura (fig.1b). Questa conformazione è quella che meglio risponde alle azioni a cui può essere sottoposta la struttura.

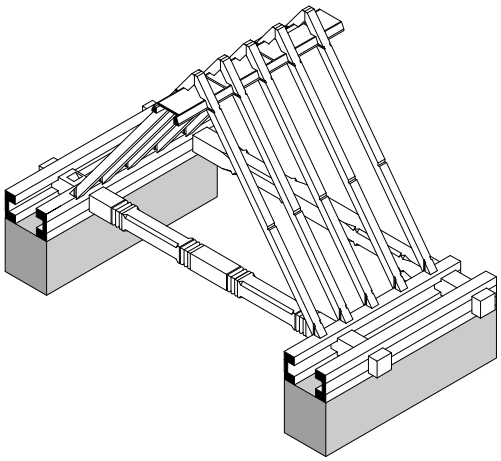


1a. Spaccato assonometrico della struttura di primo tipo

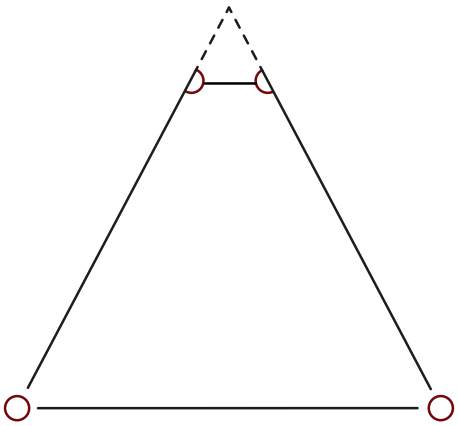


1b. Schema statico della conformazione di primo tipo

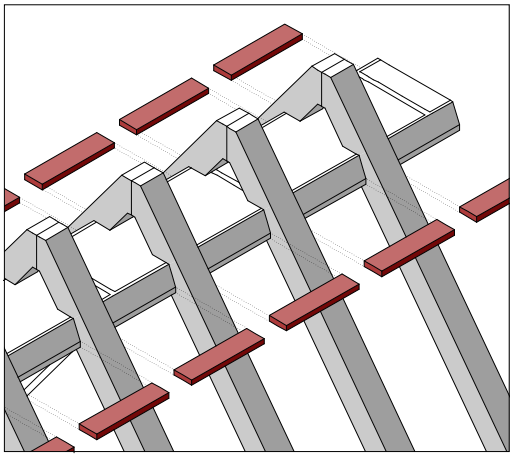
Il secondo tipo (fig.2a), come nel nostro caso studio, dal punto di vista statico (fig.2b), risulterebbe labile, in assenza di un collegamento al contatto tra le teste dei puntoni, poichè il vincolo costituito dalla carina renderebbe insufficiente a impedire atti di moto rigido. Il collegamento tra le teste dei puntoni è ottenuto mediante chiodatura.



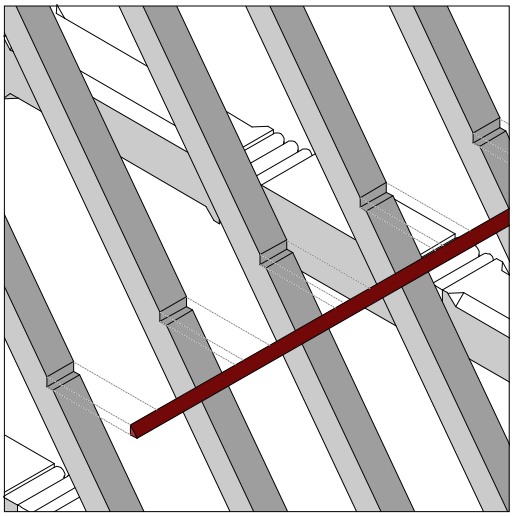
2a. Spaccato assonometrico della struttura di secondo tipo



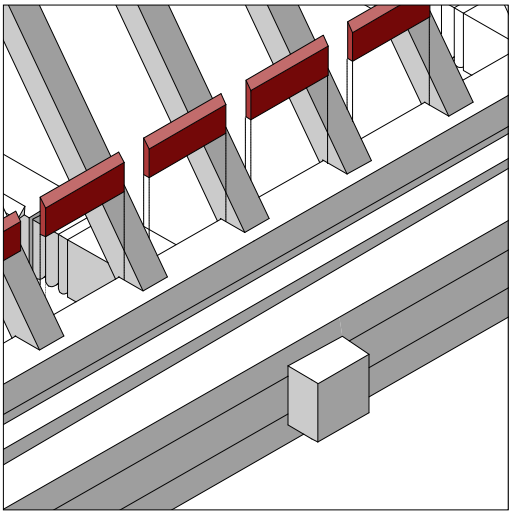
2b. Schema statico della conformazione di secondo tipo in assenza di chiodatura dei puntoni



A



B

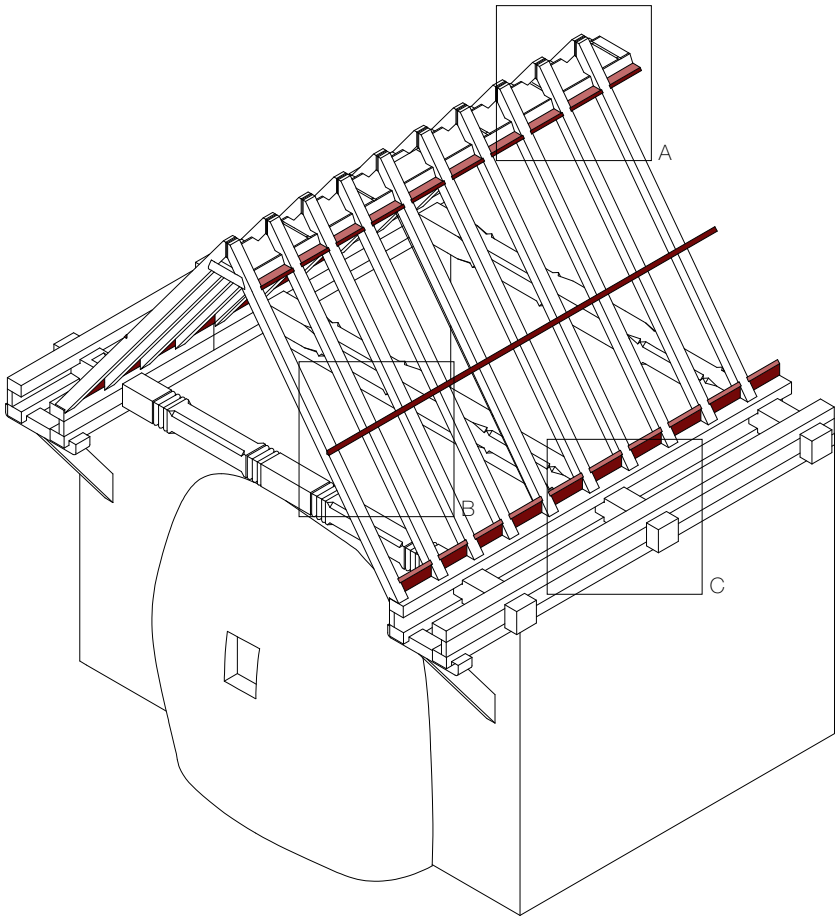


C

TAVOLE

Anche in questo caso, si può assicurare l'assenza di movimento dei puntoni senza bisogno di chiodi, ma posizionando delle tavole di legno negli intervalli tra i puntoni (A e C), poste in appositi incastri.

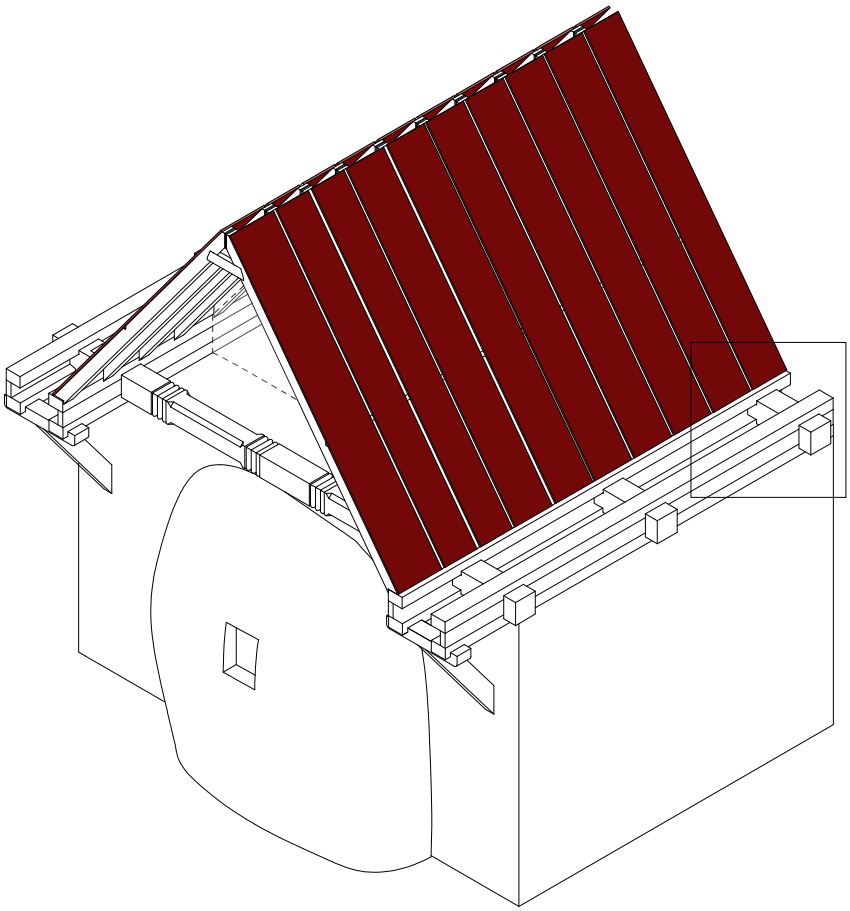
Uno speciale pezzo di legno a sezione triangolare è posto in una scanalatura poco profonda sulla superficie dei puntoni, per collegarlo saldamente alle tavole di legno (B).

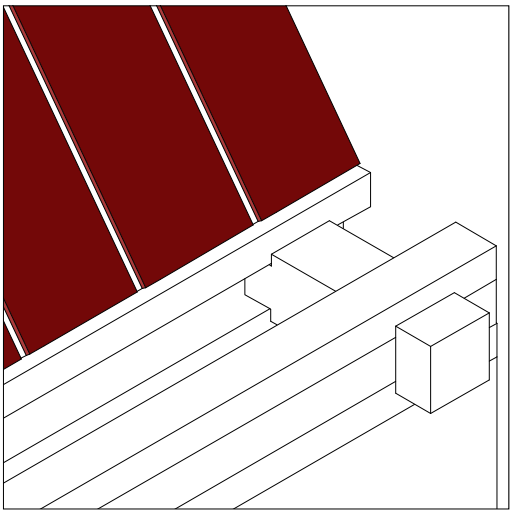


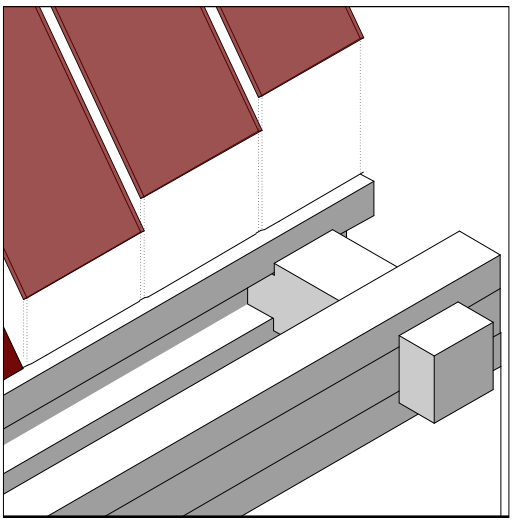
TAVOLATO

Lo spazio vuoto che rimane tra i puntoni è riempito da tavole di legno, che formano anche il soffitto stesso della chiesa. Le tavole sono poggiate direttamente sui puntoni e collegate con semplici chiodi; la loro lunghezza è pari a quella dei puntoni.

Con la disposizione delle tavole, il tetto interno è completato.

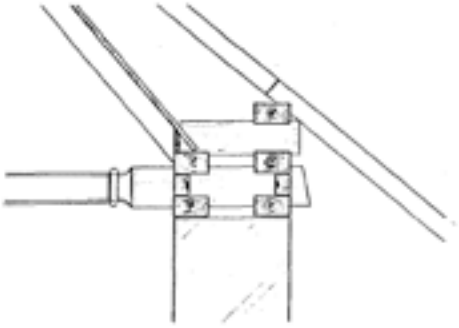


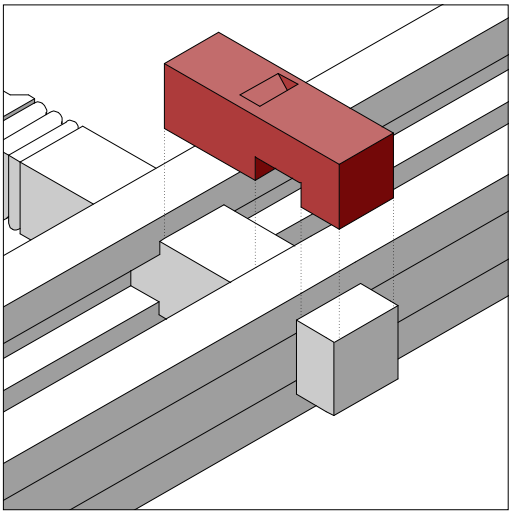


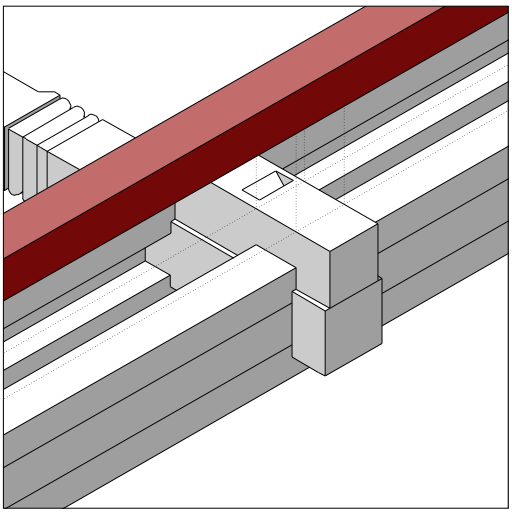


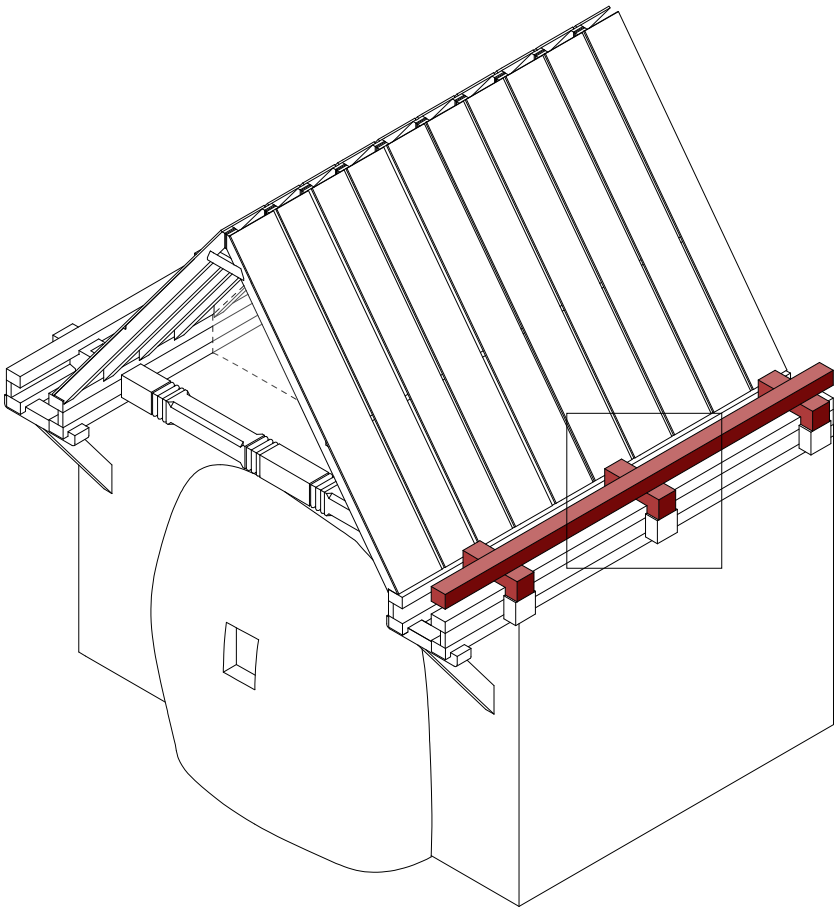
TETTO ESTERNO

Alle diverse parti del tetto, si aggiungono ora due elementi che non si trovano in nessuna delle altre chiese dei monti Troodos, che rendono quindi il caso studio un unicum rispetto alle altre chiese.
Gli elementi permettono di modificare l'inclinazione di una delle due falde, rendendola meno acuta.
Questa modifica al tetto veniva effettuata quando si voleva aumentare l'ampiezza della chiesa, aggiungendo ad esempio una seconda navata, modificando quindi la pendenza della falda.







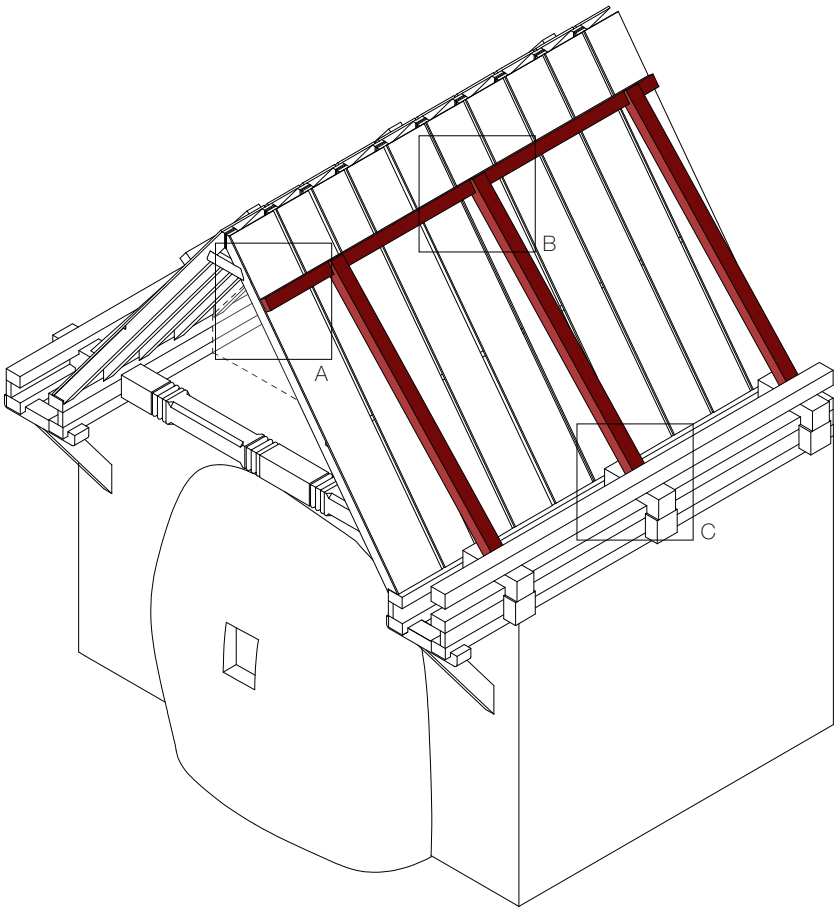


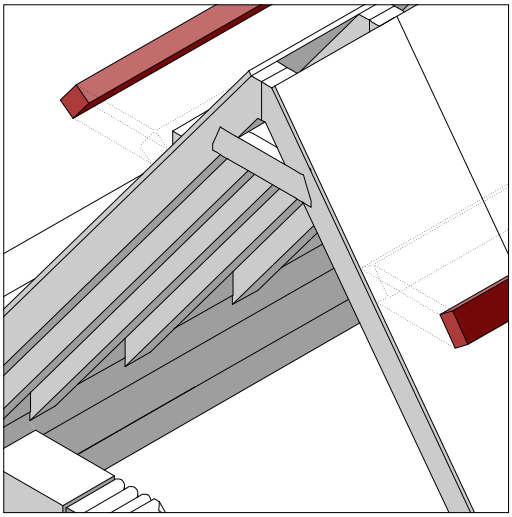
MONTANTI INCLINATI

L'elemento portante, al quale sono appesi i puntoni esterni, consiste in una trave, una per ogni lato del tetto, situata circa 50-60 cm sotto la sommità di quest'ultimo (A). Questa trave è inchiodata temporaneamente alle tavole del tetto interno e, attraverso le tavole, anche ai puntoni interni.

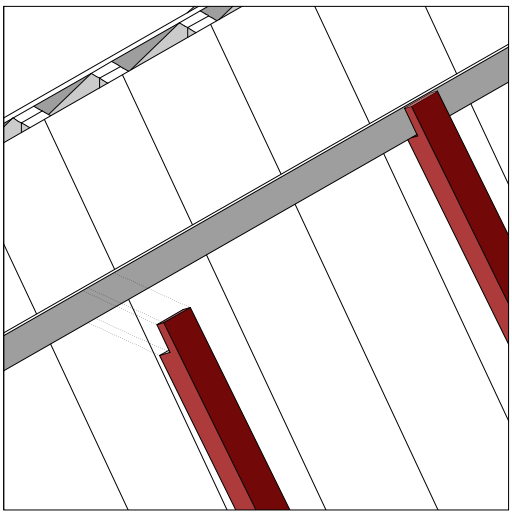
Il supporto essenziale della trave è costituito da montanti inclinati (B), che sono incastrati in speciali incisioni, eseguite nella parte superiore della catena (C). Quindi troviamo i montanti inclinati solo in corrispondenza delle catene. Le dimensioni della trave non sono grandi, mentre le dimensioni dei montanti inclinati sono leggermente più grandi e a sezione quadrata.

Il posizionamento di trave e montante inclinato è tale che, terminato il tetto, questi elementi risultano invisibili. Infine, il montante inclinato, non avendo alcuna connessione con il tetto interno, è un elemento che può essere facilmente cambiato quando viene effettuata la sostituzione del tetto esterno.

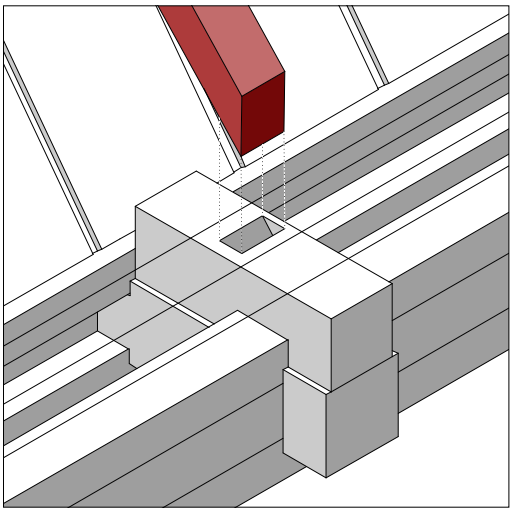




A



B



C

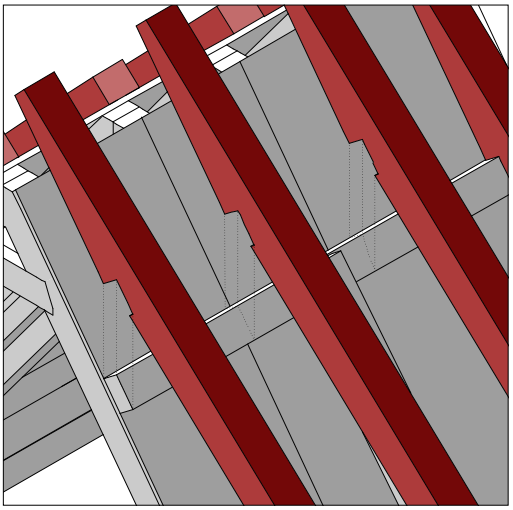
PUNTONI

Dopo il completamento del tetto interno, il tetto esterno è pronto per essere sospeso sopra quest'ultimo, utilizzando la trave orizzontale sostenuta da montanti inclinati. L'intervallo fra i puntoni del tetto esterno è a volte molto maggiore rispetto a quello interno, e si aggira attorno ai 50 cm. La sezione trasversale dei puntoni esterni ha dimensioni più grandi di quella interna e variano tra 8-12 cm e tra 9-14 cm. I puntoni del tetto esterno sono appesi alla trave attraverso una speciale incisione rettangolare nel corpo del puntone.

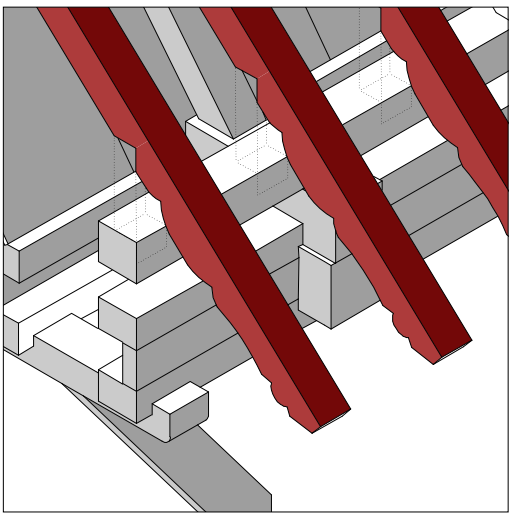
Molte volte, specialmente nelle chiese a tre navate, viene variata la pendenza dei puntoni esterni, in modo che esternamente il tetto della navata centrale e laterale sembrino uguali.

Il supporto nella parte finale del puntone esterno si ottiene eseguendo un'incisione ortogonale al puntone, in modo che si inserisca nella sezione trasversale rettangolare della traversa; questa incisione rettangolare offre molto sostegno al puntone, che rischierebbe di scivolare fuori dalla sua sede.

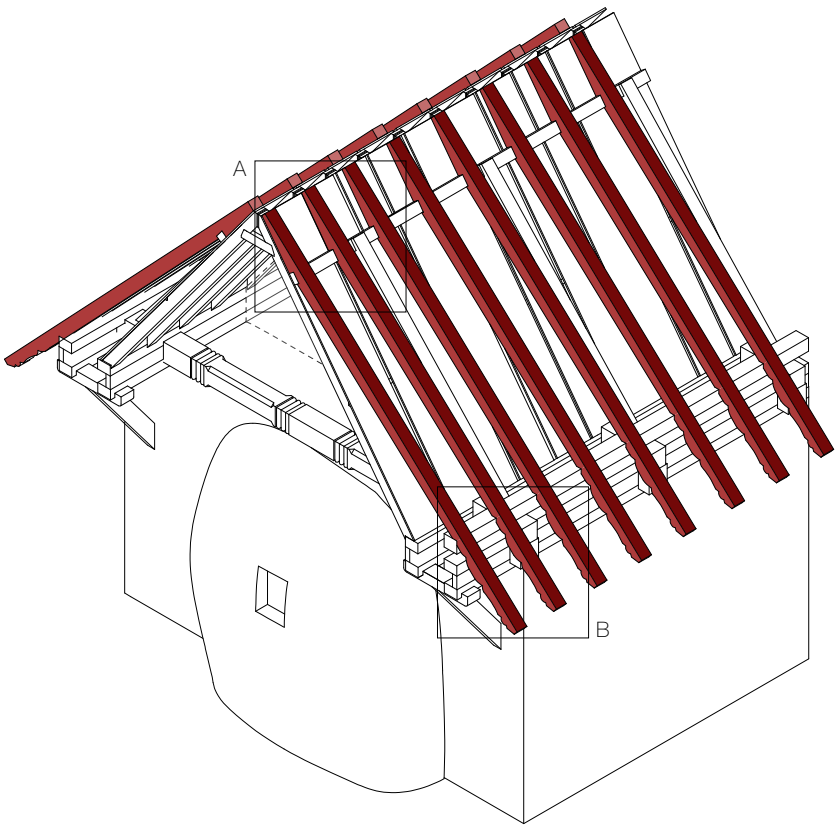
I puntoni del tetto esterno non si fermano nel punto in cui si incastrano con la traversa, ma si estendono oltre per 50-60 cm, al fine di proteggere le traverse e il muro dalla pioggia.

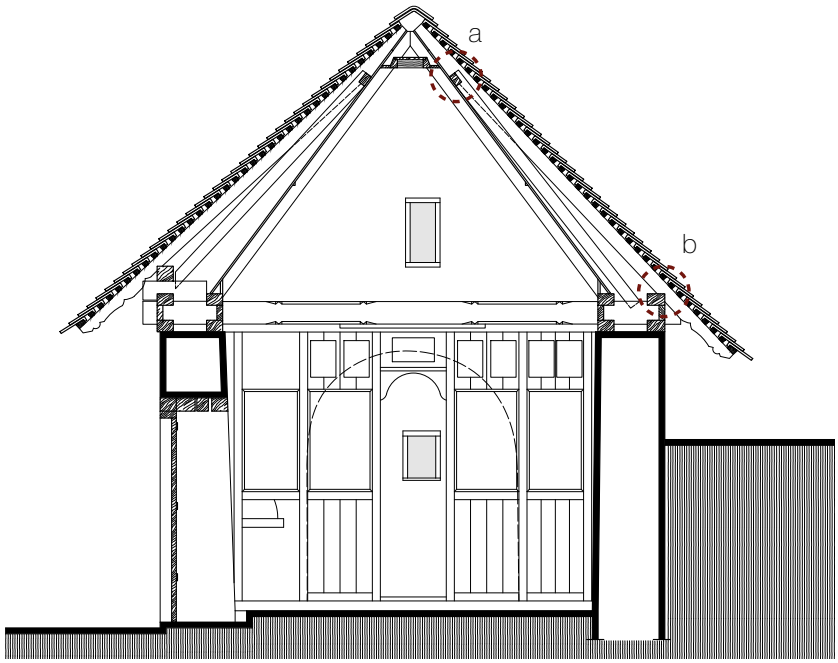


A



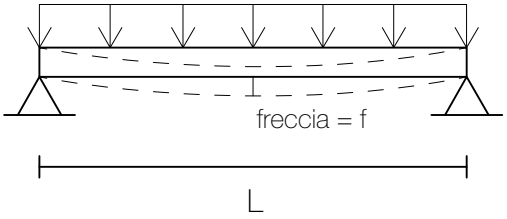
B



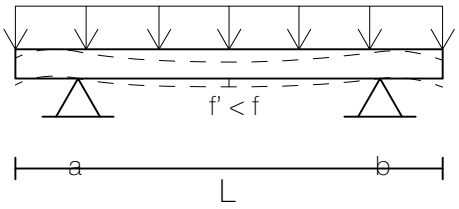


Sezione trasversale del caso studio

La scelta di incastrare i puntoni nei precisi punti a e b non è casuale.
Dato un elemento di lunghezza L (fig.1a), se l'elemento è appoggiato agli estremi, anzichè in punti intermedi a e b, subisce, a parità di carico, deformazioni più pronunciate.
Visto il carico delle tegole e della neve che i puntoni devono sopportare, risulta efficace che i puntoni esterni siano appoggiati nei punti a e b, come in sezione, rispecchiando lo schema statico in figura 1b.



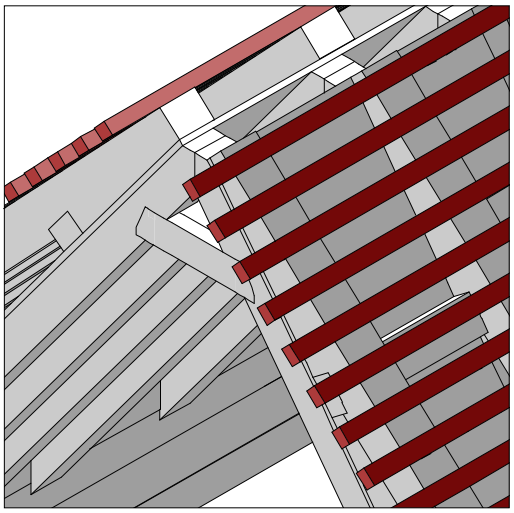
1a. Schema statico 1a

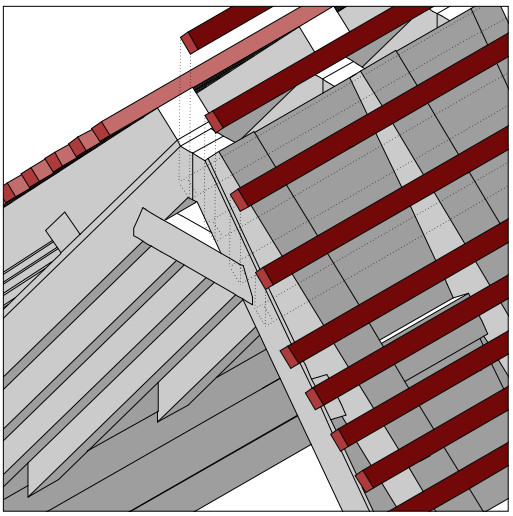


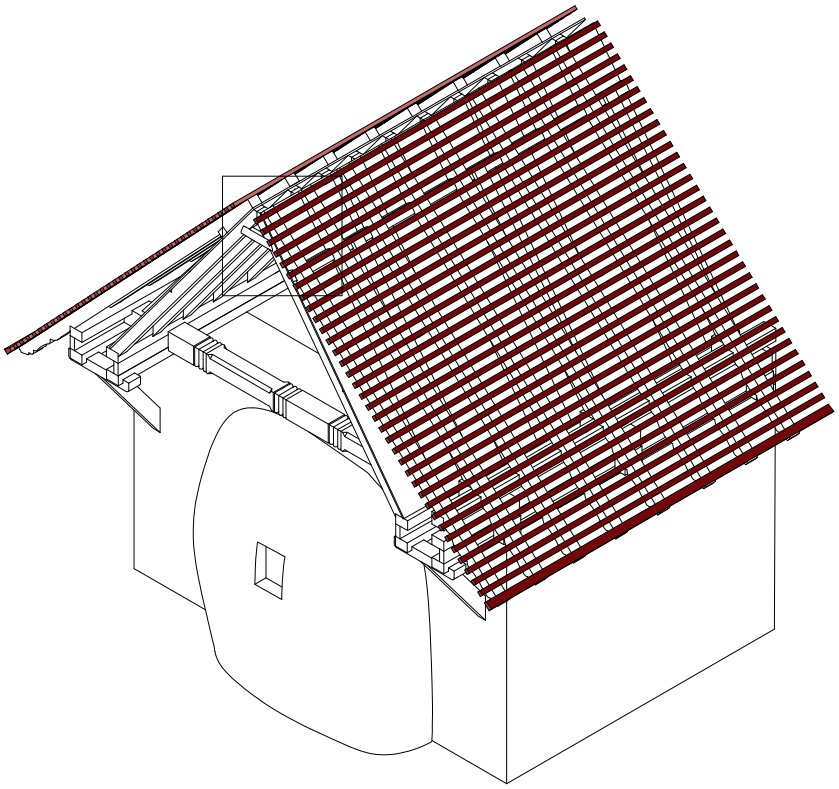
1b. Schema statico 1b

TRAVETTI

Sui puntoni esterni sono posti i travetti, ogni 10 centimetri, ai quali sono appese le tegole, ma che allo stesso tempo offrono una connessione reciproca tra i puntoni esterni.



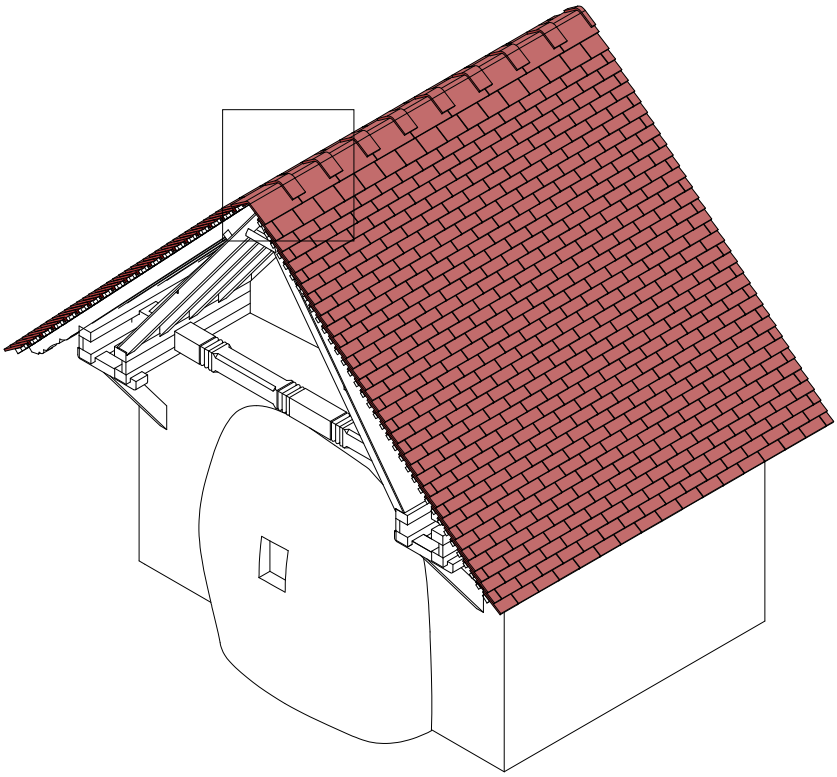


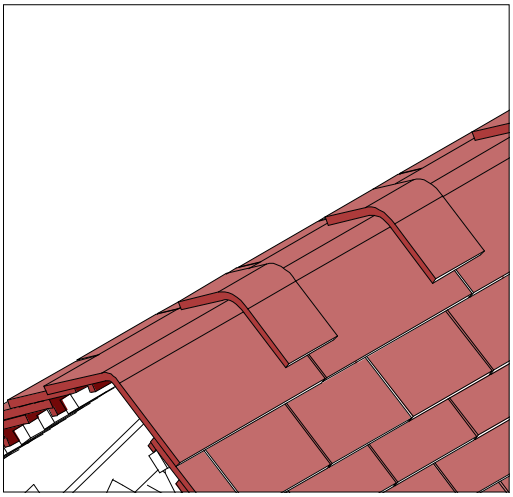


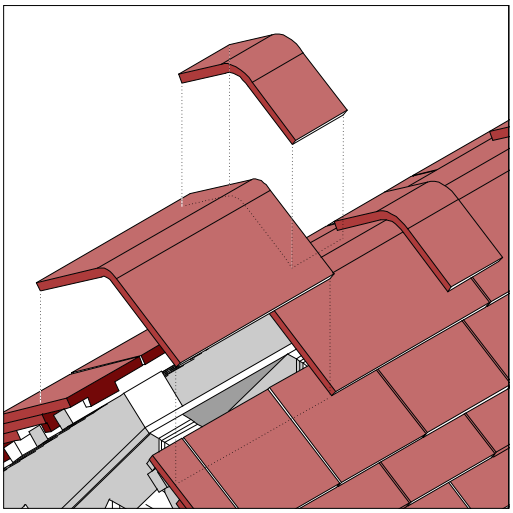
TEGOLE

Le tegole sono appese ai travetti con un gancio speciale. Ogni tegola dello strato superiore viene posizionata per coprire una giunzione di due tegole dello strato inferiore, quindi ogni strato successivo copre quello inferiore per 2/3.

Nella parte superiore, coprendo entrambe le falde del tetto, sono posizionate le tegole superiori. Il loro posizionamento le rende adiacenti l'una all'altra. I giunti così creati vengono coperti da altre tegole superiori di lunghezza minore, poste in un secondo strato e solo in corrispondenza dei giunti.



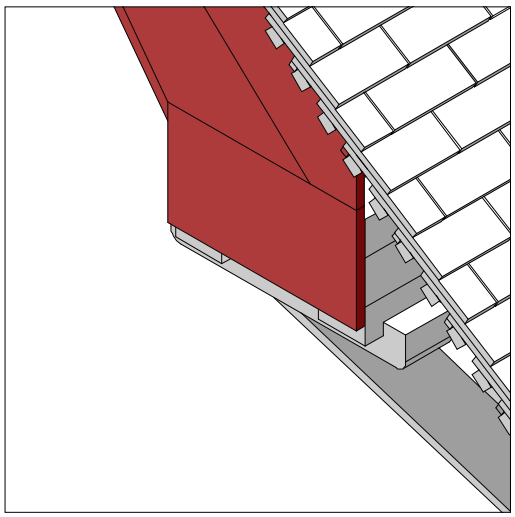


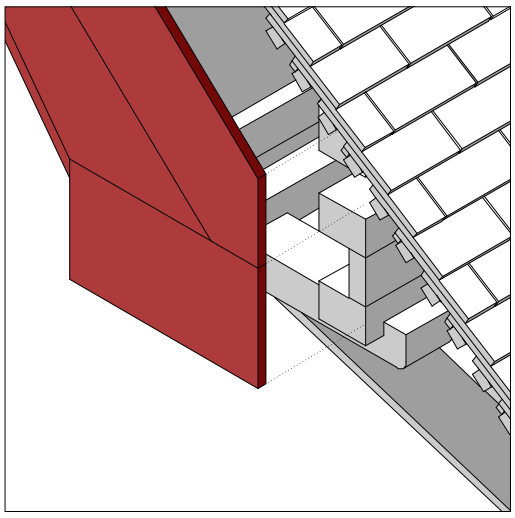


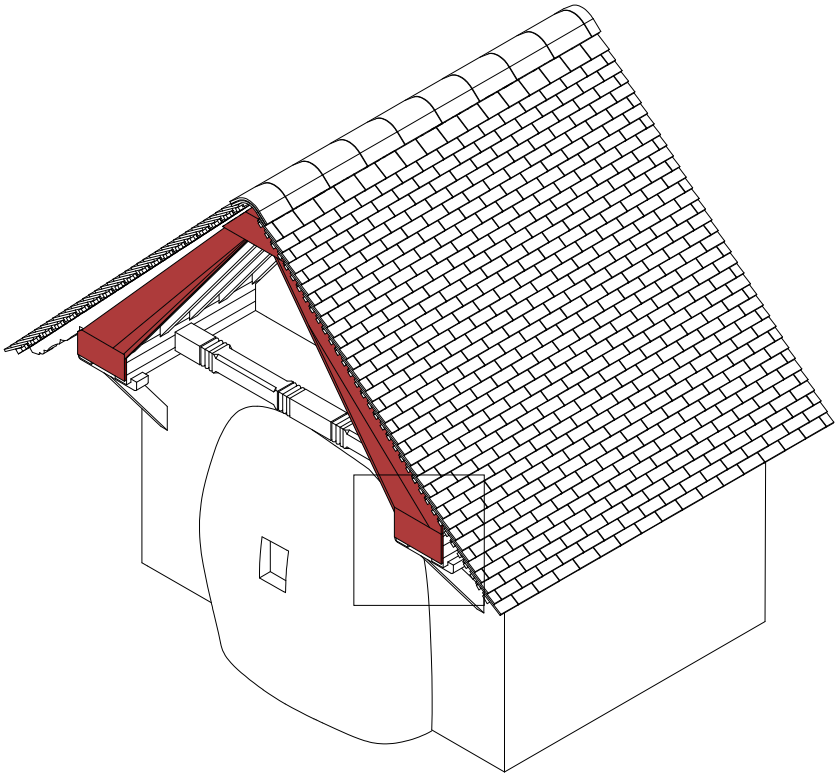
INTEGRAZIONI

La costruzione del tetto viene integrata da alcuni altri elementi, che completano la descrizione del doppio tetto ligneo.

Può capitare che venga coperto il divario visibile esternamente tra tetto interno ed esterno, in corrispondenza dei frontoni; lo spazio viene chiuso con tavole di legno di forma triangolare, inchiodate ai puntoni. Non è noto quando è nata questa chiusura con tavole di legno, ma è stata trovata solo nelle chiese più recenti o restaurate.







Riferimenti:

Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century)*, in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28

Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999

Pelekanos M., *The Role of a Post-Byzantine Timber Roof Structure in the Seismic Behavior of a Masonry Building - The Case of a Unique Type of Timber-Roofed Basilicas in Cyprus (15th–19th Century)*, in Historical Earthquake-Resistant Timber Framing in the Mediterranean Area, HEaRT 2015, Springer Editor, pp. 17-31

4.4 INTERPRETAZIONE DEL SISTEMA COSTRUTTIVO

I due capitoli che seguono, "resistenza al sisma" e "caratteristiche bioclimatiche", espongono i concetti e le teorie prodotti dallo studio e dalla ricerca del Professor Pelekanos.
Anche a seguito di numerose pubblicazioni, la ricerca del professore è tutt'ora in evoluzione dovuta alle peculiarità di ogni singola chiesa, che porta sempre a nuove rivelazioni.

4.4.1 RESISTENZA AL SISMA

"Il sisma non disintegra in modo disordinato le case ma seleziona le parti strutturali e le soluzioni tecnologiche più deboli provocando danni o collassi mediante meccanismi definibili in anticipo. A differenza di quanto avviene negli edifici concepiti e costruiti come un'unica struttura continua, la mancanza di connessione tra le parti che caratterizza le costruzioni in muratura permette il verificarsi di collassi parziali. Solo la parte più debole della costruzione cede al sisma, senza trascinare con sé le porzioni adiacenti".[1]

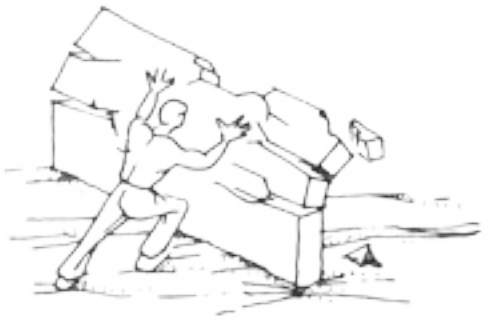
Le azioni sismiche sono parte delle azioni dinamiche. La resistenza al sisma dipende non solo dalla qualità degli elementi, ma anche delle connessioni, che possono entrare in crisi a causa di sollecitazioni impulsive sismiche.
L'effetto del terremoto può manifestarsi come una sconnessione (riduzione dell'efficacia dei vincoli) degli elementi che compongono l'intera struttura, con la manifestazione di problemi di stabilità degli elementi strutturali.
La configurazione assunta dagli elementi strutturali, in seguito a moti come rotazioni e scorrimenti, prende il nome di meccanismo di collasso, che raramente interessa interamente l'edificio, mentre più spesso si verificano collassi parziali, lasciando intatte parti consistenti dell'edificio; il meccanismo di collasso può rappresentare uno strumento di interpretazione delle lesioni subite dagli edifici in caso di terremoto.
Osservare il quadro fessurativo, o i crolli parziali, permette di riconoscere i meccanismi cinematici e di collegare l'effetto, cioè la lesione, alla causa, cioè il terremoto, anche in caso di previsione di danni per terremoti futuri. La previsione è basata sul fatto che i terremoti, seppur diversi, evidenziano simili precarietà costruttive.

1_A. Giuffrè, *Sicurezza e Conservazione dei Centri Storici, il caso Ortigia*, Laterza, 1993, p.133.

Si possono trovare due differenti meccanismi di collasso:

I MODO - MECCANISMI FUORI PIANO DELLA PARETE
- Ribaltamento semplice
- Flessione verticale
- Flessione orizzontale
- Ribaltamento composto

II MODO - MECCANISMI NEL PIANO DELLA PARETE
- Meccanismi di rottura a taglio con formazione di lesioni diagonali sulle pareti



Disegno di Panayiotis Touliatos

I MODO - MECCANISMI FUORI PIANO DELLA PARETE

La sconnessione più frequente è rappresentata dal ribaltamento di pareti di facciata verso l'esterno dell'edificio, per effetto di azioni che agiscono ortogonalmente al piano delle facciate.

Diversi fattori possono influire su questi meccanismi: la disposizione e il numero delle aperture, la presenza di lesioni, la distanza delle pareti di controvento, che determinano configurazioni diverse, che vanno dal ribaltamento totale a ribaltamenti parziali; in ogni caso, il meccanismo implica la qualità meccanica degli elementi murari, poiché murature scadenti crollano a maceria, anche con intensità sismiche di molto inferiori.

RIBALTAMENTO SEMPLICE

Si verifica quando il muro risulta libero in sommità e non è ammorsato alle pareti ortogonali. Può interessare uno solo o più piani dell'edificio.

FLESSIONE VERTICALE

Si verifica quando il muro è vincolato agli estremi e libero nella zona centrale. Esempi: edificio con cordolo in sommità e solai intermedi privi di connessione; porzione di parete tra due solai ben collegati ad essa. Il meccanismo è favorito da qualità della muratura scadente e da spinte orizzontali localizzate (es. archi).

FLESSIONE ORIZZONTALE

Si verifica in pareti efficacemente vincolate alle pareti ortogonali con il lato sommitale non trattenuto. La risposta strutturale si manifesta con un effetto arco orizzontale.

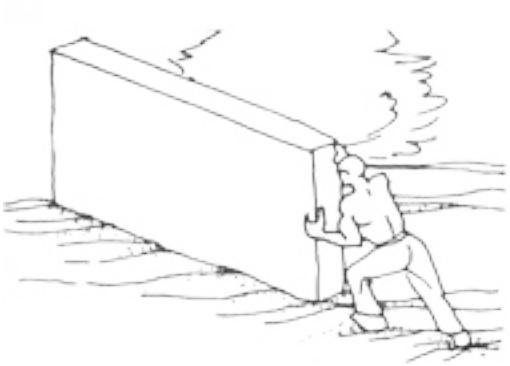
RIBALTAMENTO COMPOSTO

Si verifica quando il ribaltamento della parete ortogonale al sisma si accompagna al trascinamento di una porzione muraria appartenente all'angolata libera o al muro di spina. Condizione: assenza di vincoli in sommità e buon ammorsamento con le pareti ortogonali.

II MODO - MECCANISMI NEL PIANO DELLA PARETE

Nel caso in cui il moto di una facciata sia impedito, per esempio con incatenamenti, l'azione sismica è trasmessa alle pareti di controvento, sollecitate nel proprio piano; quando viene superata anche la resistenza di quest'ultime, si genera un ulteriore meccanismo di danno, con lesioni diagonali posizionate sulle pareti di controvento, con manifestazioni di scorrimento e rotazione. Questo meccanismo si innesca ad intensità sismica maggiore rispetto all'intensità che provoca i ribaltamenti sopra descritti.

I meccanismi di secondo modo sono influenzati, come i precedenti, da disposizione e numero di aperture, quantità e qualità meccanica delle pareti di controvento, così come dalla qualità meccanica delle murature; anche la realizzazione di interventi non compatibili può introdurre ulteriori alterazioni.



Disegno di Panayiotis Touliatos

MECCANISMI DI ROTTURA A TAGLIO CON FORMAZIONE DI LESIONI DIAGONALI SULLE PARETI

Le lesioni diagonali sulle pareti possono verificarsi per due differenti motivi:

- Per discontinuità altimetrica: martellamento che produce lesioni con andamento inclinato;

- Deformazione angolare: lesioni presenti nei pannelli murari fra le aperture di uno stesso piano o tra un piano e l'altro.

Riferimenti:

Cesare Tocci, *Dissesti nelle costruzioni murarie*, slide corso Atelier Restauro e valorizzazione del patrimonio, a.a. 2016-2017

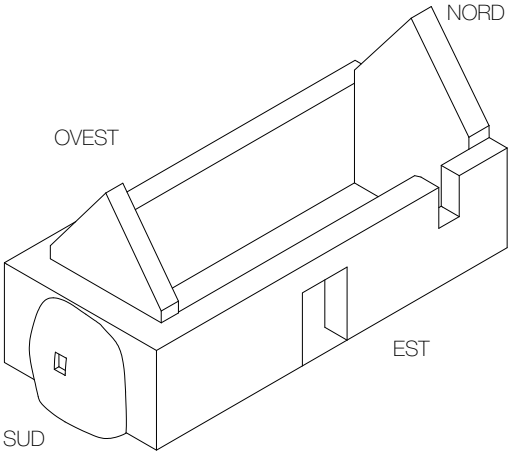
F. Doglioni, P. Mazzotti (a cura di), *Codice di Pratica per gli interventi di miglioramento sismico nel restauro del patrimonio architettonico. Integrazioni alla luce delle esperienze nella Regione Marche*, Ascoli Piceno, 2007

A. Giuffrè (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici: il caso Ortigia*, Laterza, Bari, 1993

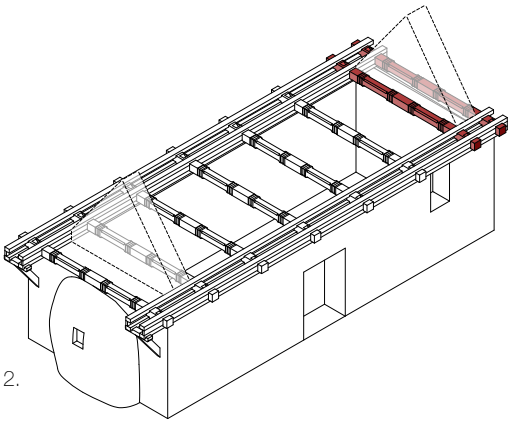
S. Mastrodicasa, *Dissesti statici delle strutture edilizie*, Hoepli, Milano, 1993

Fiammetta Venuti, Paolo Napoli, *Meccanismi locali di collasso*, slide corso Atelier Restauro e Strutture, a.a. 2013-2014

Touliatos P., *Approach, Identification and Intervention in the Historic Costructions. The technological point of view.*, National Techinal University of Athens, 2003



1. Sezione trasversale del caso studio



2.

Basandoci sulle informazioni acquisite nel precedente capitolo, si può analizzare la condizione delle chiese con il doppio tetto ligneo in relazione al sisma e, in particolare, come collaborano muratura e copertura.

Il carico totale del tetto viene scaricato, attraverso le travi, sulle pareti longitudinali. In relazione alla resistenza a compressione delle pareti, il carico statico dal tetto è relativamente piccolo. Una domanda importante che sorge è come l'intera struttura si comporterà nel caso venga applicato il carico dinamico di un terremoto. L'isola di Cipro, infatti, appartiene ad una zona a elevata pericolosità sismica.

È noto che le pareti in muratura non possono resistere a carichi dinamici significativi perpendicolari al loro piano. In termini di vulnerabilità, le pareti longitudinali sono a rischio minimo, grazie alla loro modesta snellezza e al contributo stabilizzante della copertura (fig.1).
La parete meridionale può d'altra parte contare sulla funzione di controventamento esercitata dall'abside.

Il più alto livello di vulnerabilità compete alla parete nord in virtù della maggiore snellezza e della assenza di una efficace connessione con la copertura. Tale precarietà è sanata dalla presenza delle catene orizzontali adiacenti ai due paramenti della parete e connesse alle traverse longitudinali (fig.2).

Malgrado la consapevolezza dei problemi causati dall'esposizione di travi di legno a condizioni climatiche severe, la decisione è stata considerata necessaria al fine di ottenere la piena collaborazione tra il tetto in legno e il muro in pietra.

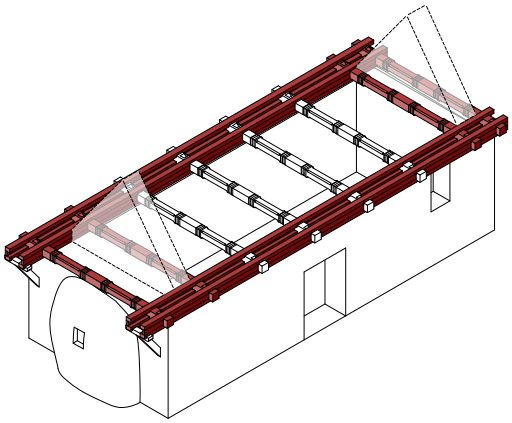
Infine, le catene alle estremità trasversali formano, insieme alle travi composite sulle pareti settentrionali e meridionali, una "cintura" circonferenziale in legno, nota nei tempi antichi e bizantini come "IMANTOSIS" (dalla parola greca "imantas" che significa "cintura").

Una rappresentazione tridimensionale mostra le parti orizzontali del tetto interno, con la serie di catene perpendicolari alla direzione della navata.
Due coppie di catene abbracciano le pareti trasversali, connettendole a quelle longitudinali e formando, una sorta di "cintura" che permette il funzio-

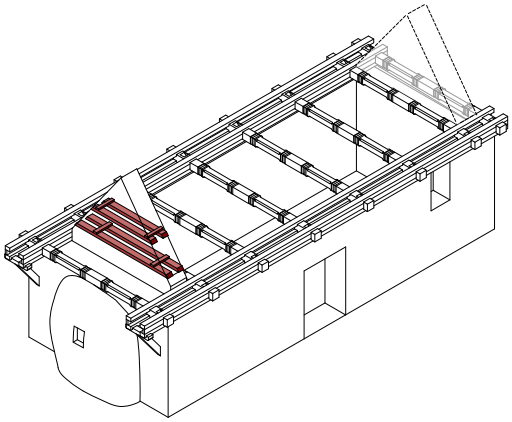
namento scatolare dell'edificio durante un terremoto (fig.3).

La parte più debole della muratura è il frontone triangolare per renderlo più stabile vengono introdotti ulteriori legamenti lignei a quote più alte (fig.4).
Il ruolo importante per tutta la struttura di queste catene, uniche nel loro genere, può essere chiaramente mostrato in alcuni casi, dove la rottura della trave porta ad un significativo movimento e ad una successiva fessurazione sull'angolo della muratura.

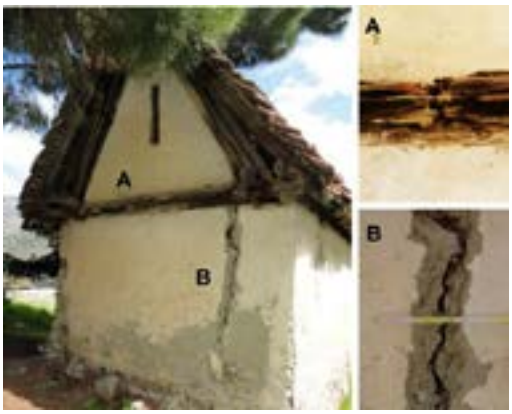
Possiamo trovarne un esempio nella Chiesa di St. Sergios e Vakhos nel villaggio di Kalopanayiotis, chiesa a navata singola, realizzata nel XVIII secolo (fig.5). A seguito della rottura della catena sulla parte trasversale a causa degli agenti atmosferici, la muratura in pietra si è lesionata molto vicino alla connessione angolare, a causa delle spinte laterali, che non sono più controbilanciate dalla catena. Si può notare che la fessura sulla parete di pietra ha la stessa larghezza di quella sulla trave di legno. In questo caso, sulla parete non era presente una catena interna.



3.



4.



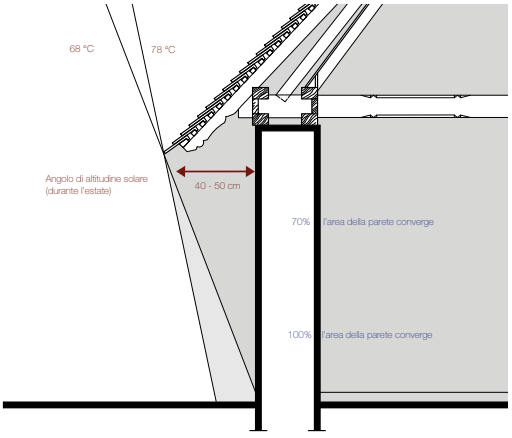
5. Figura da Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century)*, in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28

5.4.2 CARATTERISTICHE BIOCLIMATICHE

I risultati e gli studi, esposti di seguito, derivano dalle ricerche del Professor Pelekanos, che negli ultimi sette anni si è impegnato nello studio del comportamento bioclimatico del doppio tetto ligneo.

Il comportamento bioclimatico di un monumento, specialmente quello di una chiesa, dovrebbe essere analizzato tenendo conto della sua funzione specifica. Le chiese vengono utilizzate sporadicamente, solitamente una mattina a settimana. Quindi, si prevede che l'involucro della chiesa soddisfi questo scopo principale, cioè quello di creare un ambiente piacevole per le persone, per un paio d'ore, una o due volte alla settimana.

Il secondo parametro fondamentale da discutere è uno dei principali scopi di un involucro, cioè quello di proteggere da freddo o calore estremi. Cipro è un'isola caratterizzata da inverni miti ed estati molto calde. Nonostante tutte le chiese siano state costruite sulla catena montuosa dei Troodos, dove le temperature sono notevolmente inferiori al resto dell'isola, è ovvio che la protezione dal caldo sia più importante della protezione dal freddo.
L'involucro delle chiese consiste nelle pareti in pietra per il perimetro e nel suo tetto in legno, coperto di tegole. L'area della superficie esterna di una chiesa tipica a navata unica è di circa 150 mq e quella di una a tre navate è di circa 450 mq. Le pareti in pietra coprono, in media, circa il 50% di queste aree, mentre il restante 50% della superficie esterna è coperto dal tetto in legno.

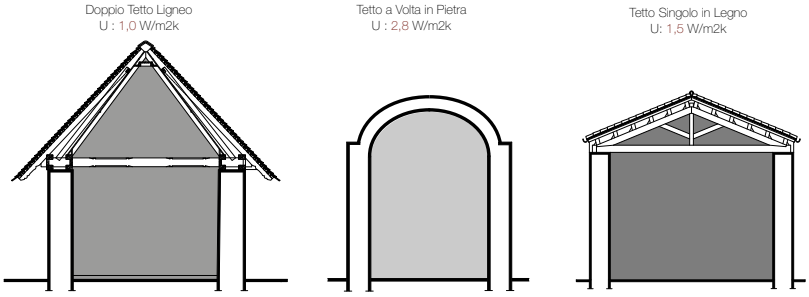


Sulla facciata meridionale delle chiese, dove la radiazione di calore raggiunge il suo picco a mezzogiorno, il tetto occupa circa il 60-70% della superficie esterna totale. Inoltre, la parte aggettante del tetto protegge una parte significativa della parete di pietra dalla luce solare diretta. Durante i giorni con le temperature più alte, in estate, il sole incontra la chiesa, a mezzogiorno, ad angolo di 68-78 gradi. La parte aggettante della falda del tetto mette in ombra, in questo momento, il 70-100% della superficie del muro di pietra esposto.
Questa caratteristica riduce la radiazione di calore sul muro di pietra e abbassa la temperatura della superficie da 8 a 10 gradi Celsius.

A questo punto è necessario confrontare il comportamento bioclimatico di questo tipo di tetto agli altri tipi di tetto alternativi. I primi tipi di chiese cristiane

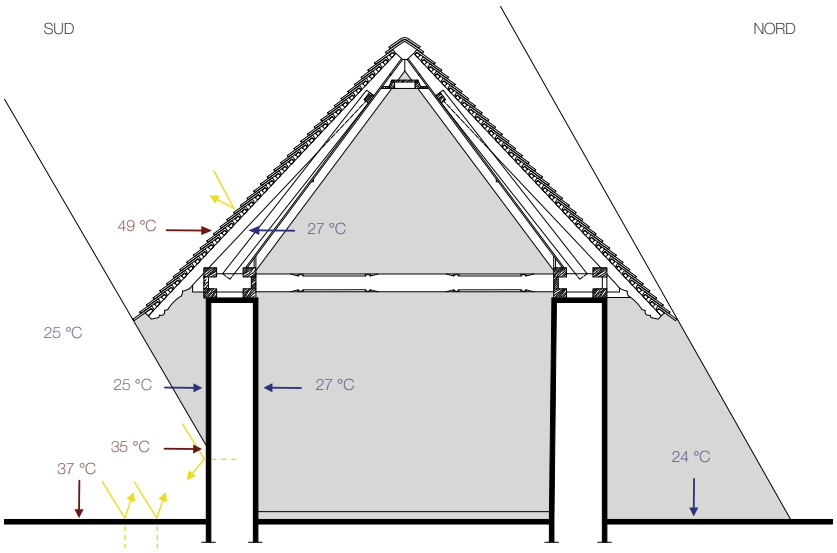
(basiliche) erano di solito coperti da un semplice tetto in legno, coperto di tegole. Proseguendo nei secoli successivi, le tipiche chiese bizantine di Cipro erano coperte da volte o cupole costruite con pietra o mattoni. È ovvio notare come le basiliche presentassero una migliore prestazione bioclimatica rispetto a quella di una chiesa bizantina. Malgrado questo fatto, le basiliche furono gradualmente abbandonate, soprattutto a causa della loro vulnerabilità al fuoco, durante le invasioni arabe a Cipro (VII-X secolo).
Le basiliche con il doppio tetto di Cipro, dopo il XV secolo, presentano prestazioni ancora migliori. Posizionate sulle montagne, erano sicure dagli attacchi degli invasori, quindi non fu più necessario evitare l'uso di legno, conservando il vantaggio di utilizzare un materiale naturale ed efficiente.

Se si confronta un muro o una volta in pietra con un tetto in legno a singolo o a doppio strato, le differenze nel comportamento bioclimatico diventano evidenti. Un tipico tetto a volta in pietra con uno spessore di 40-50 centimetri presenta un coefficiente U di trasmittanza termica complessivo di 2,8 W/m^{2}K, mentre un tipico tetto in legno a singolo strato, coperto di piastrelle, presenta un valore U di circa 1,5 W/m^{2}K. Un tipico tetto in legno a doppio strato presenta un valore U più basso ancora, che corrisponde a circa 1,0 W/m^{2}K, pari al 65% in meno rispetto a quello di una volta o di una cupola in pietra.



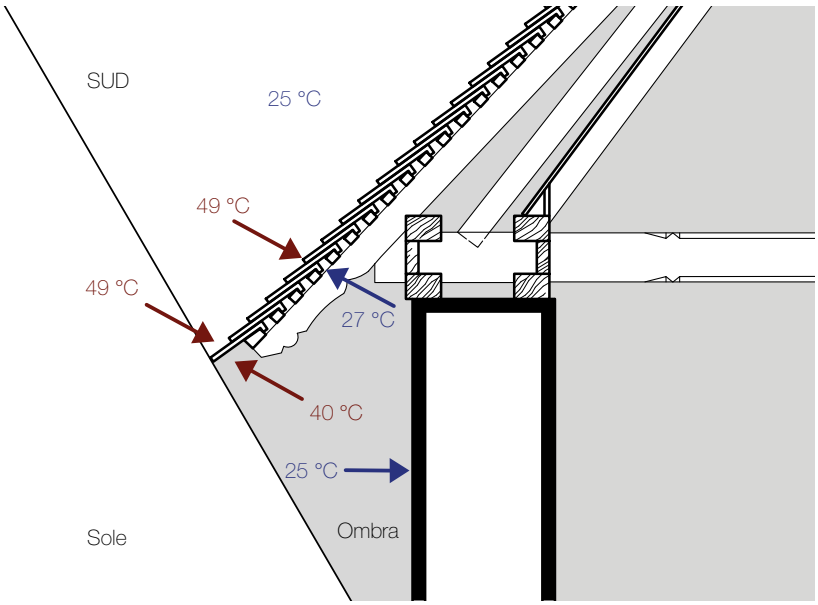
Alcuni studi[1] effettuati sulle chiese con il doppio tetto in legno mostrano come funziona efficacemente questo sistema di costruzione. Durante un tipico giorno di settembre, quando la temperatura all'ombra è di circa 25 °C, la temperatura superficiale delle pareti meridionali è stata registrata a circa 34-37 °C e la temperatura della superficie superiore delle piastrelle intorno a 46-49 °C. Contemporaneamente, la superficie interna delle travi in legno è

[1] Pelekanos M., Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century), in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28



stata registrata intorno ai 26-27 °C, quindi solo di un grado o due superiore alla temperatura dell'aria all'ombra. Queste misurazioni mostrano che l'intera struttura del tetto riesce a mantenere la temperatura della superficie della parete in ombra intorno ai 25 °C, che è un risultato significativo.

Uno sguardo più attento sulle misurazioni della temperatura mostra che gran parte del calore assorbito dalle tegole viene irradiato verso il basso. La temperatura sulla superficie inferiore dell'ultima tegola, posizionata sul bordo del tetto, è stata registrata tra 36 e 40 °C, che è di 9-10 °C inferiore alla temperatura della superficie superiore (da 46 a 49 °C). La tegola specifica, sul



bordo, è l'unica non appoggiata su altre tegole; in ogni altro punto del tetto ci sono due o anche tre piastrelle appoggiate l'una sull'altra, così posizionate per ottenere la massima impermeabilizzazione. Con questo tipo di progettazione si ottiene anche un risultato parallelo: la temperatura della superficie inferiore delle tegole si abbassa di altri 11-13 °C, con una temperatura che varia da 25 a 27,5 °C.

Nonostante la notevole diminuzione della radiazione di calore verso la superficie inferiore delle tegole, l'aria contenuta tra il tetto esterno e il tetto interno, viene riscaldata. La pendenza del tetto e la forma triangolare della sua sezione, aiutano l'aria calda a muoversi velocemente verso l'alto, grazie anche alla limitata apertura della fessura nel punto più alto del tetto (principio di Bernoulli). L'aria calda, quindi, raggiunge il punto più alto disponibile, che si trova sotto le tegole di colmo. Nel punto più alto del tetto è massima la necessità di impermeabilizzazione, senza possibilità di lasciare uno spazio aperto per la ventilazione; la soluzione si trova però nel lasciare aperti i bordi in direzione est-ovest, solo in corrispondenza delle tegole di colmo. La velocità del vento crea una diminuzione della pressione dell'aria e aiuta il movimento verso l'alto dell'aria calda. In questo modo, l'aria calda è naturalmente canalizzata verso l'esterno, raggiungendo così il risultato di un tetto in legno con una doppia pelle perfettamente ventilata.

Figura da Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century)*, in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28

Riferimenti:

Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century)*, in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28

Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999

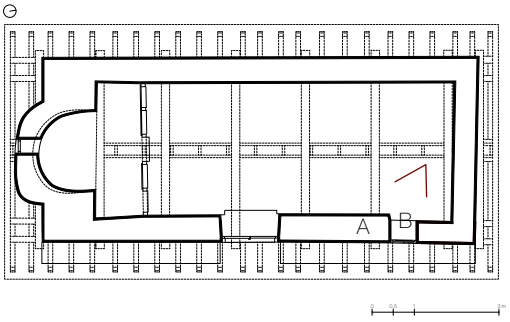
Pelekanos M., *The Role of a Post-Byzantine Timber Roof Structure in the Seismic Behavior of a Masonry Building - The Case of a Unique Type of Timber-Roofed Basilicas in Cyprus (15th–19th Century)*, in Historical Earthquake-Resistant Timber Framing in the Mediterranean Area, HEaRT 2015, Springer Editor, pp. 17-31

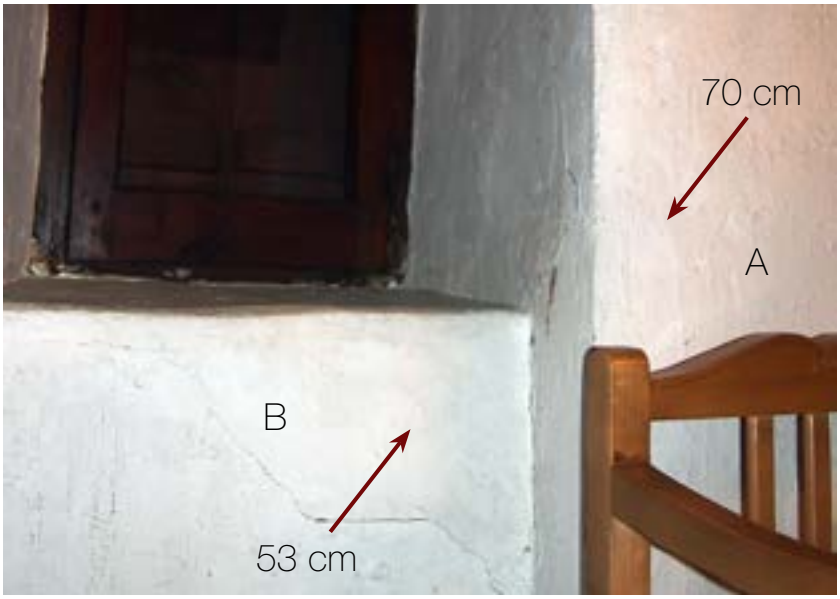
4.5 EVOLUZIONE STORICA

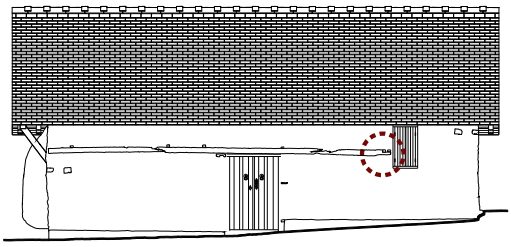
OSSERVAZIONI SUI MURI ORIENTALE E SETTENTRIONALE

Osservazione 1

Studiando l'interno della chiesa, si può notare che lo spessore murario del muro orientale non è lo stesso per tutta la lunghezza dello stesso; in corrispondenza della finestra, lo spessore passa da 70 cm e 53 cm.

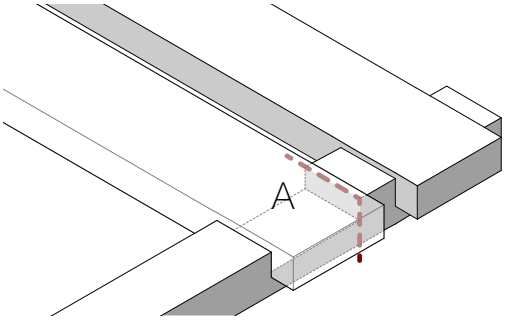


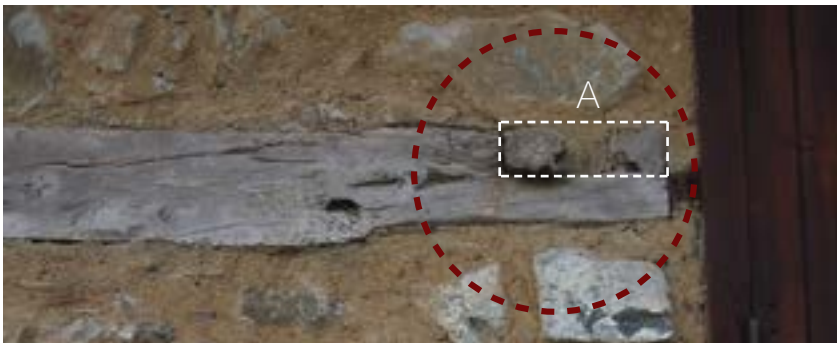




Osservazione 2

La trave dell'"imantosis", presente sul lato esterno del muro orientale, termina in modo improvviso, ed è netta la presenza di un taglio.
Si può ipotizzare che il legno sia stato tagliato per l'inserimento della finestra e la costruzione del nuovo muro.

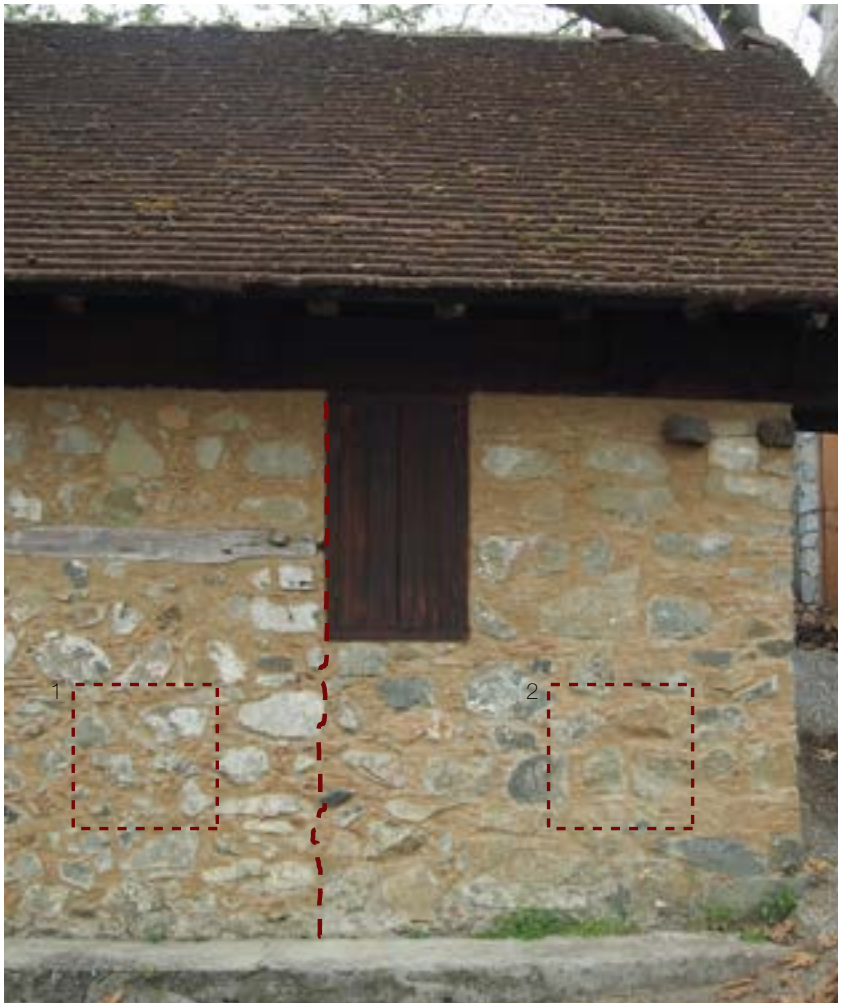




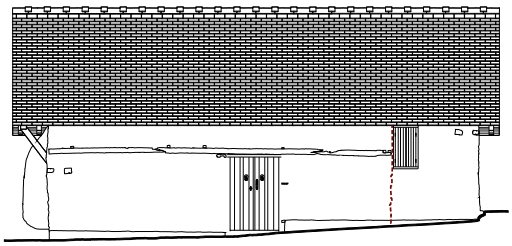
Osservazioni 3 e 4

Studiando il prospetto, si possono notare due fatti:
- nell'osservazione 3, a partire dall'inizio della finestra, in corrispondenza della linea rossa, si può notare come il muro sembri diviso perfettamente a metà, senza che le due parti siano ammorsate una all'altra;

- nell'osservazione 4, studiando la disposizione degli elementi della muratura in facciata, si possono notare varie differenze fra la parte sinistra (Es.1) e la parte destra (Es.2), rispetto alla linea rossa: nella parte sinistra sono presenti numerose pietre piccole e frammenti di mattoni e la dimensione delle pietre è generalmente piccola, la parte destra è invece caratterizzata da pietre di grandi dimensioni e la quasi assenza di pietre piccole e frammenti di mattoni, come se la costruzione delle due parti fosse stata realizzata in momenti separati.



Osservazione 3



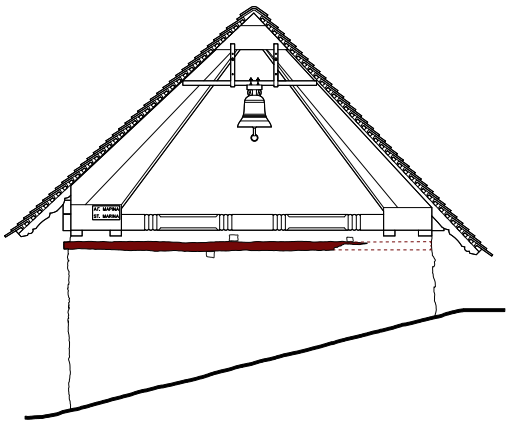
Osservazione 4

Es.1

Es.2

Osservazione 5

Le travi che compongono l'imantosis svolgono la loro funzione solo se circondano tutta la struttura e si incastrano in corrispondeza degli angoli, dove il muro cambia inclinazione; in questo caso la trave si interrompe prima, non svolgendo quindi la sua funzione di imantosis.
Ciò permette di ipotizzare che quella trave potesse non essere posizionata in quel punto fin dall'inizio, ma che possa essere un legno di riuso



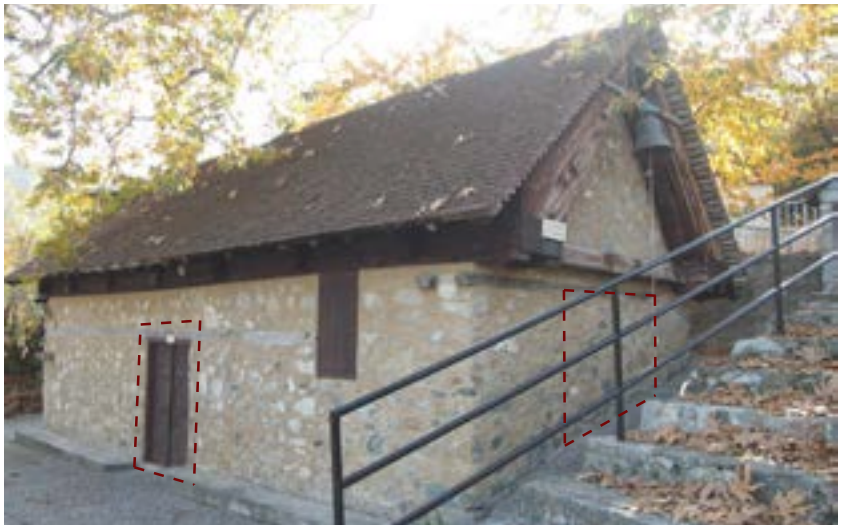
Prospetto Nord

Es. 1
Secondo il principio dell'imantosis, la trave posizionata nel prospetto nord avrebbe dovuto avere una citura di travi che si collegassero su tutto il profilo della chiesa per avere un sistema scatolare.

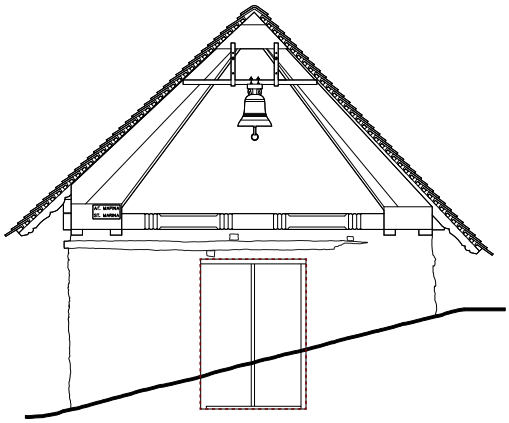
Es.1 Vista sul prospetto Est e Nord

Osservazione 6

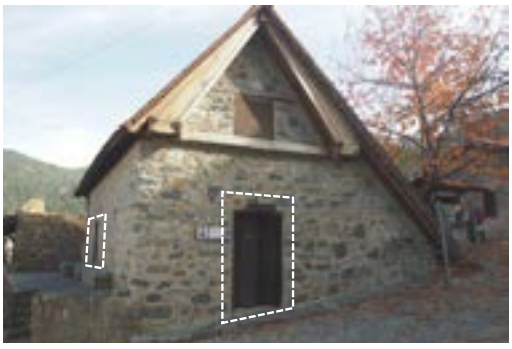
Osservando il prospetto nord, stupisce il fatto che non sia presente la porta d'ingresso nel lato occidentale della chiesa (Es.1), dove è consuetudine esserci una porta, questo è dimostrato dalla maggior parte degli esempi delle chiese con doppio tetto ligneo, le quali mostrano una porta principale nel lato occidentale e una seconda porta nel lato settentrionale.
L'osservazione si è basata anche sulle altre due chiese presenti nel villaggio di Pedoulas, la chiesa di Archangel Michael (Es.2) e la chiesa di Ayia Paraskevi (Es.3).



Es.1 Vista sul prospetto Est e Nord



Prospetto Nord

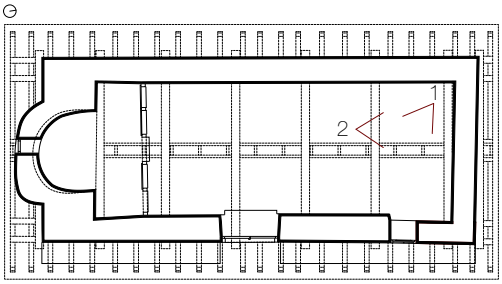


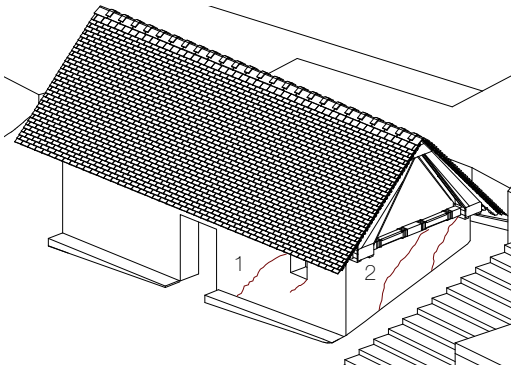
Es.2 Chiesa di Archangel Michael, Pedoulas

Es.3 Chiesa di Ayia Paraskevi, Pedoulas

Osservazione 7 - Quadro fessurativo

Un'ulteriore analisi effettuata è quella fessurativa, nella quale sono state individuate le lesioni sulla parete orientale (Es.1) e sulla parete settentrionale (Es.2). Questa osservazione ci ha portato a ipotizzare che l'angolo tra le due pareti sia soggetto a slittamento verso l'esterno, dovuto molto probabilmente alla forte pendenza del terreno e la scarsa connessione tra le pareti dovuta all'assenza di imantosis. È già noto come la parete occidentale sia quella con un grado di vulnerabilità maggiore rispetto alle altre tre pareti della chiesa, questo dovuto alla sua altezza.





1. Lesione da cedimento di fondazione sull'impianto originale

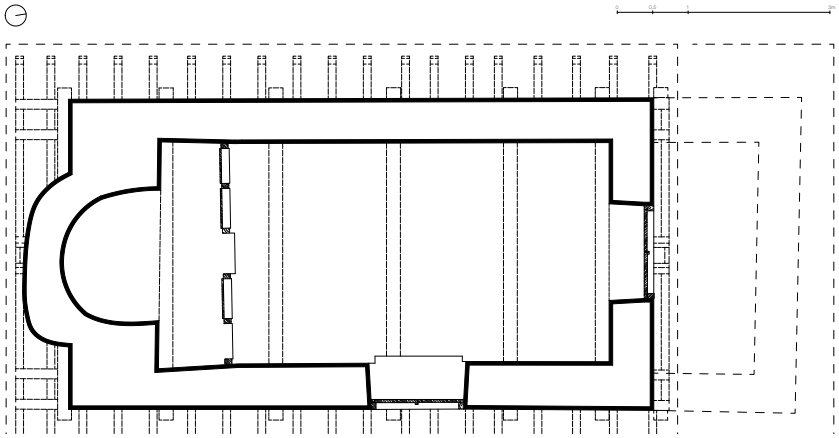
2. Lesione da spinta orizzontale non perfettamente trattenuta sull'impianto attuale

Es.1 Vista sulla parete Est

Es.2 Vista sulla parete Nord

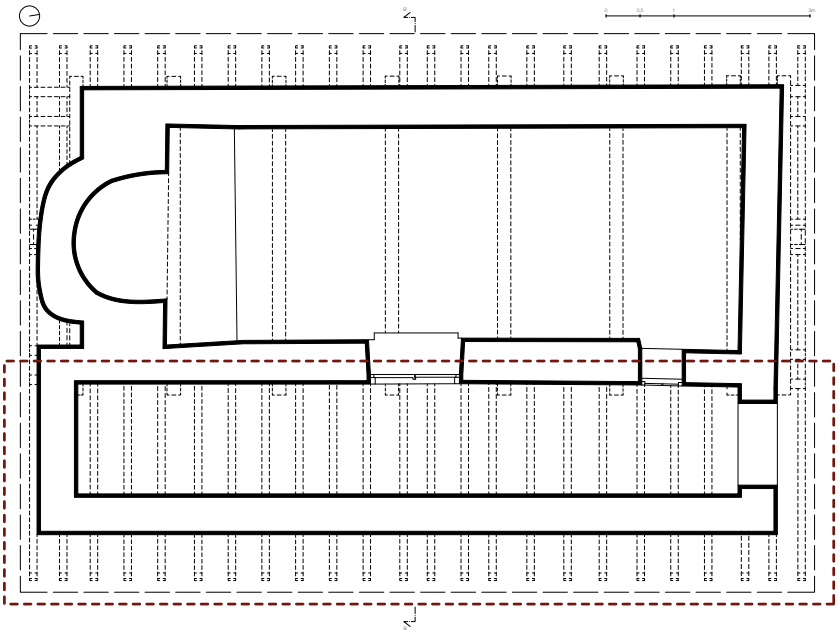
IPOTESI SULLE FASI EVOLUTIVE

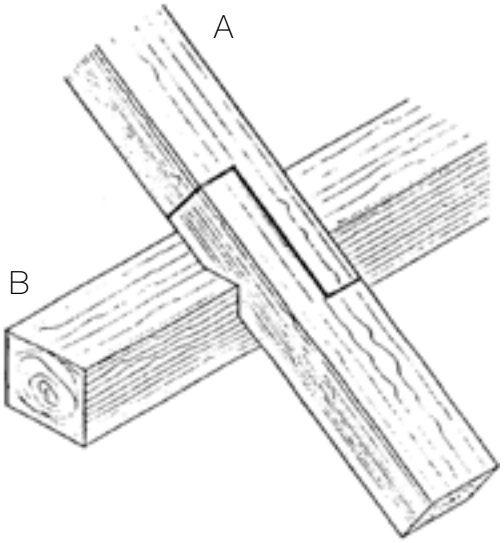
In base alle indagini effettuate, abbiamo ipotizzato come potesse essere la pianta originale della chiesa di Ayia Marina.
La conclusione a cui siamo giunte è quella in cui si ipotizza che il muro settentrionale della chiesa sia crollato e si sia reso necessario ricostruirlo, cogliendo l'occasione per aumentare la lunghezza della chiesa.



IPOTESI 2

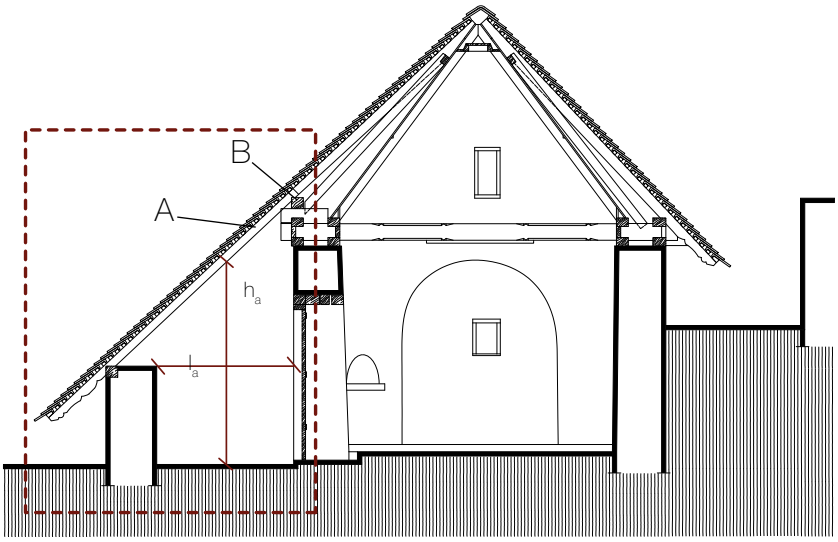
Una seconda ipotesi sulla base di quanto detto in precedenza, riguarda le due componenti presenti nel tetto esterno sul lato est (elementi A e B), le quali non sono elementi tipici del metodo costruttivo del doppio tetto ligneo, questi si trovano esclusivamente, come visto e studiato in altre tipologie di chiese con doppio tetto ligneo, con lo scopo ultimo di costruire una navata o corridoio laterali aggiuntivi al nucleo della chiesa esistente. Queste informazioni ci hanno fornito le basi per la nostra ipotesi, in quanto è certo che non si sia mai costruita una manica aggiuntiva ma che sicuramente era in previsione di essere inserita.

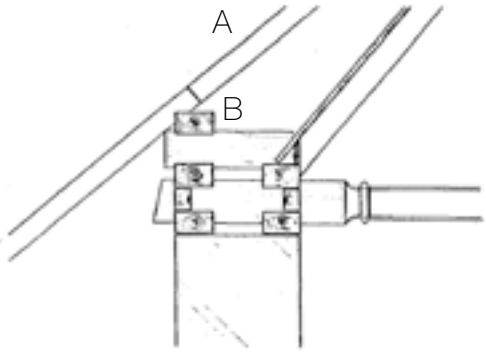


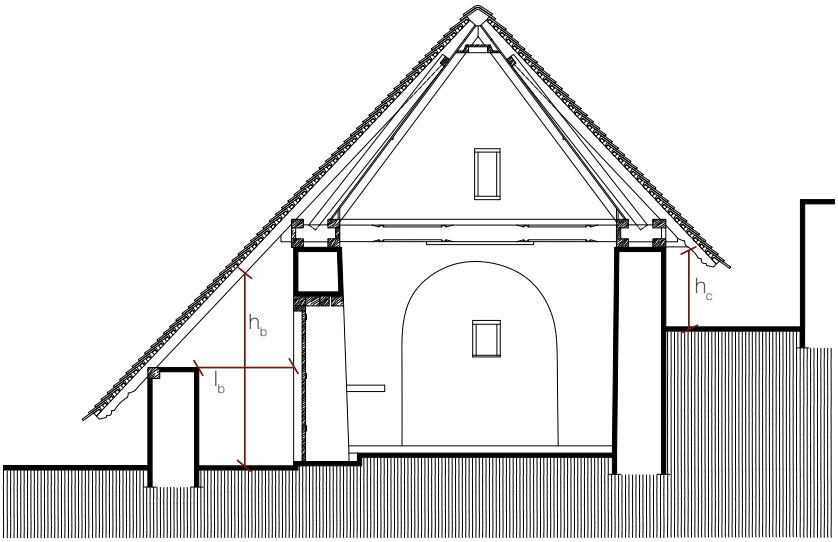


Le due componenti A e B servono per aumentare l'inclinazione del tetto esterno, in quanto senza l'ausilio di questi elementi si avrebbe un altezza di 2,20 m (h_b) e una larghezza di 1,10 m (l_b), rapporto insufficiente per un passaggio adeguato; con l'intoduzione dei due elementi invece, come dimostrato nei disegni, si arriva ad avere un rapporto di 2,40 m di altezza (h_a) e di 1,60 m di larghezza (l_a).

L'introduzione di questi elementi è chiaramente stata eseguita solo sul lato orientale e non su quello occidentale, in quanto l'altezza (h_c) di 0,90 m, dovuta alla pendenza del terreno, non permette l'ampliamento della chiesa anche su lato occidentale.


B
A
h_a
l_a

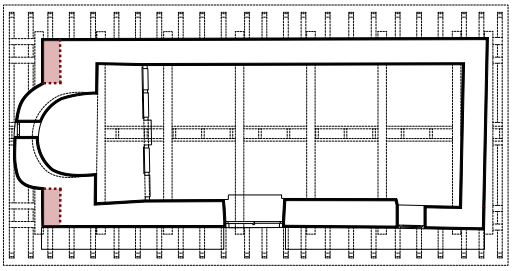

A
B

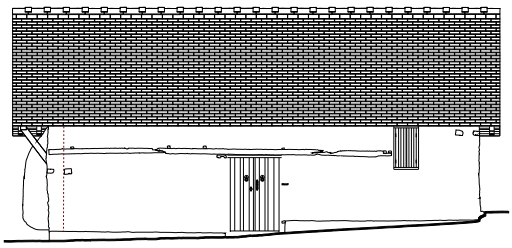

h_b
l_b
h_c

OSSERVAZIONI SULL'ABSIDE

Osservazione 1

Nel caso dell'abside, le due parti di muro in corrispondenza della linea rossa, non sembrano ammorsate fra loro (Es.1).
Si ipotizza che siano state aggiunte due parti di muro a causa della debolezza dell'abside come rappresentato di seguito.
Inoltre, una delle osservazioni fatte è che la muratura dell'abside non sia ammorsata in modo adeguato alla muratura adiacente. (Es.2)





Es. 2

Es. 1

OSSERVAZIONE - QUADRO FESSURATIVO

Questa analisi ci ha portato a evidenziare come le fessure presenti all'interno dell'abside partano dal vertice, si diramano verso i lati e verso l'apertura della finestra (Es.1).
Le lesioni evidenziano un possibile spanciamneto dell'abside, questo dovuto anche alla sua fomra irregolare sia esternamente che internamente come dimostrano le foto (Es.1 e 2).

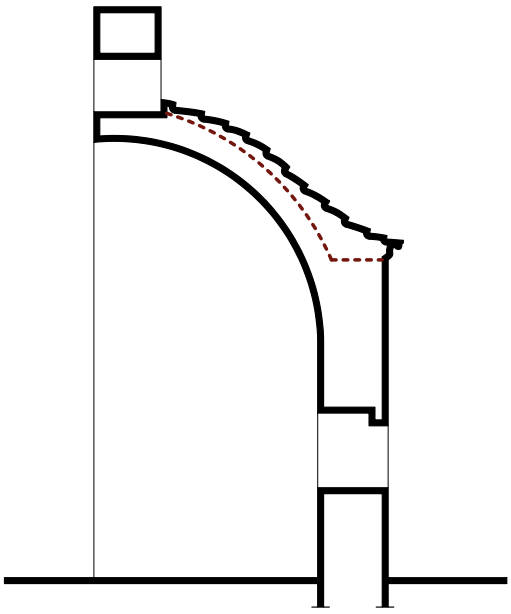
Es. 1

Es. 2

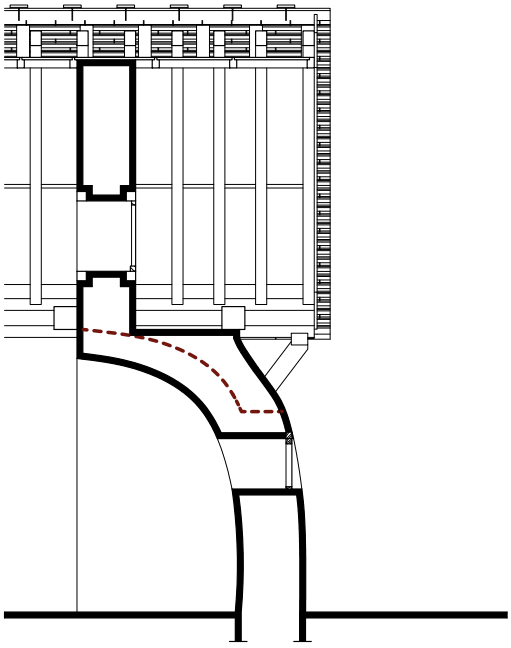
IPOTESI ABSIDE

Da queste indagini ricaviamo la seguente conclusione. È possibile che siano state aggiunte due parti murarie ai lati dell'abside, probabilmenete per cercare di evitare lo spanciamento della stessa, questo forse dovuto a una scorretta messa in opera dell'abside dal principio e/o per l'eccentuata pedenza del terreno.

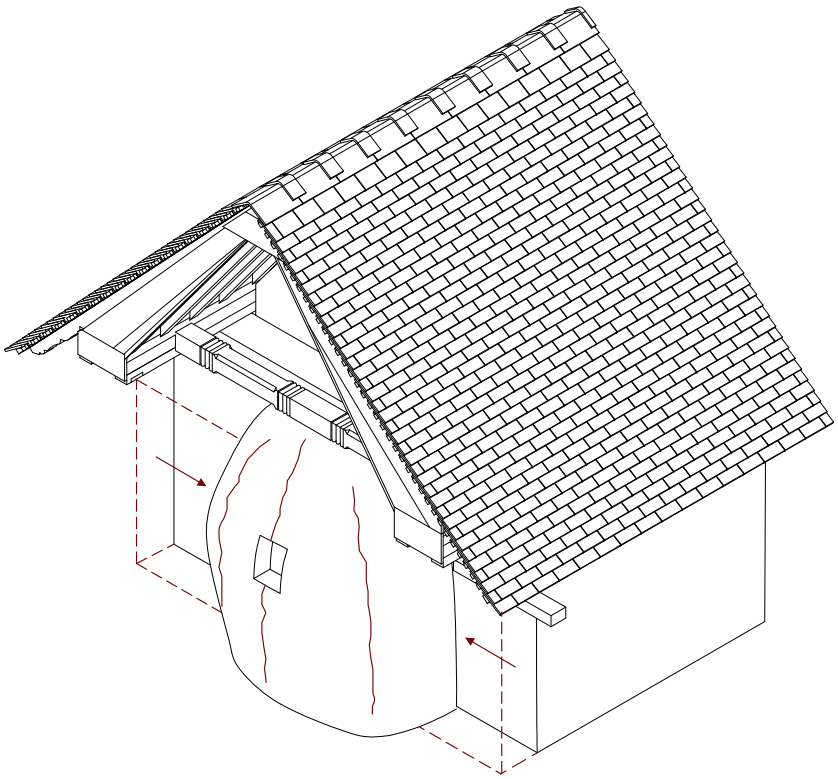
L'abside circolare o semicircolare viene solitamente costruita come vediamo nell'Es.1; osservare la sezione sull'abside del nostro caso studio ci permette di confermare la scorretta messa in opera della stessa.
La corretta curvatura dell'abside esterna dovrebbe seguire quella interna (Es.1), ciò non avviene nel nostro caso studio (Es.2), questa è un ulteriore conferma che avvalora la nostra ipotesi.



Es. 1_Sezione Tipo



Es.2_Sezione Caso studio



CONCLUSIONI

Il nostro lavoro di tesi ci ha portato a scoprire e conoscere un sistema costruttivo-storico unico al mondo ma forse poco conosciuto al di fuori dei confini ciprioti.

Un aspetto rilevante è quello riguardante i materiali utilizzati ai fini alla messa in opera del monumento, di uso esclusivamente locale: le pietre e i legni derivano dal territorio circostante ai Monti Troodos nella parte centro-occidentale di Cipro; ciò dimostra che la qualità e la semplicità delle materie prime riesce a soddisfare contemporaneamente la durabilità dell'opera, il contenimento dei costi, la sicurezza strutturale.

L'impatto maggiore visivo e concettuale, è quello del tetto, dove un sistema di travi assolutamente prive di chiodature, rende la struttura nel suo complesso, solida e compatta, grazie a incastri, intagli e connessioni lignee semplici ma studiate e concepite per far si che le singole componenti collaborino fra loro in sinergia, a rendere l'intero monumento un unico sistema perfettamente funzionale permettendo anche, una posa in opera relativamente facile.

Seppur alcuni di questi concetti e soluzioni si ritrovano in altre strutture e monumenti, qui, li troviamo tutti insieme a relazionarsi e supportarsi in modo da rendere la struttura unica, brillante e a una sola voce.

A questo si è giunti rispondendo a una serie di domande ineludibili legate a fattori quali: il territorio, il clima, gli agenti atmosferici estremi, la tecnologia a disposizione e la possibilità di intervenire in un ipotetico secondo tempo a modificare parzialmente o totalmente la parte esterna della copertura (quella a maggior rischio di degrado).

Originali sono: la pendenza del tetto (che permette un facile e veloce scorrimento di acqua e neve), la sua forma triangolare (che garantisce una maggior rigidità/compattezza alla struttura), il sistema di aerazione (nel doppio tetto, che rende la struttura bioclimatica, con una temperatura interna costante sui 25°) che consente una vita più lunga ai legni.

Quando parliamo di territorio e di fattori estremi, dobbiamo ricordare che operariamo in una zona ad alto rischio sismico, fattori perfettamente conosciuti e tenuti in considerazione dagli artigiani del tempo; infatti la struttura ha ottimamente reagito, nella sua storia centenaria, a una decina di terremoti di alta intensità sismica.

Quello che abbiamo appreso fondamentalmente da questo lavoro, con l'idea di diventare architetti restauratori, è stato aver studiato e analizzato una struttura antica di 500 anni, tutt'ora esistente e funzionante, che non lega la sua vita a interventi o tecniche moderne avanzate ma può continuare ad avvalersi delle soluzioni ideate dai suoi costruttori originari, per eventuali adattamenti che il tempo e la storia possano richiedere.

BIBLIOGRAFIA

Andreani F., *Quaderni d'arte della città. Vol 3*, Roma, Edizioni Nuova Cultura, 2012

Antoniadou S., *Cipro 10.000 Anni di Storia e Civiltà, Lefkosia*, Cyprus Tourism Organisation, 2012

Aprile R., *Storia di Cipro*, Lecce, Argo Editore, 2007

Breymann G. A., *Muri : costruzioni in mattoni ed in pietre artificiali naturali*, Roma, Edizioni Dedalo, 1995

Breymann G. A., *Trattato di costruzioni civili*, Roma, Edizioni Dedalo, 2003

Cangi G., *Manuale del recupero: strutturale e antisismico*, Roma, Dei Tipografia Del Genio Civile, 2012

Carocci C. F., Tocci C., *Leggendo il libro delle antiche architetture: aspetti statici del restauro. Saggi 1985-1997*, Giuffrè A. (a cura di), Roma, Gangemi Editore, 2010

Carocci C. F., Tocci C., *Le tecniche costruttive nella ricostruzione post 1703 a l'Aquila,* in "Tecniche costruttive nel Mediterraneo. Dalla stereotomia ai criteri antisismici", Nobile M. R., Scibilia F. (a cura di), Palermo, Edizioni Caracol, 2016

Constantoudaki-Kitromilides M., Myrianthefs D., *The church of the Virgin Podithou and the Theotokos (or the Archangel) in Galata*, Gill R. (traduzione di), Lefkosia, Bank of Cyprus Cultural Founfation, 2007

Doglioni F., *Nel restauro: progetti per le architetture del passato,*Venezia, Marsilio Editori, 2011

Donà C. (a cura di), *Manuale delle murature storiche, Vol. 1 Analisi e valutazione del comportamento strutturale, Vol. 2 Schede operative per gli interventi di restauro strutturale,* Borri A. (Direttore Scientifico), Roma, Dei Tipografia Del Genio Civile, 2011

Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999

Giuffrè A., *Sicurezza e conservazione dei centri storici: il caso Ortigia*, Bari, Editori Laterza, 1993

Giuffrè, A. *Letture sulla meccanica delle murature storiche*, Roma, Kappa, 1991

Hadjichristodoulou C., *The Pedoulas Byzantine Museum*, Pedoulas, Foundation of Byzantine Culture, 2010

Karouzis C., Karouzis G., *The Village of Pedoulas*, Limassol, The Pedoulas Expatriates' Association, 1996

Perdikis S., *The church of the Archangel Michael in Pedoulas*, Pirketti D. (traduzione di), Lefkosia, Bank of Cyprus Cultural Foundation, 2015

Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century),* in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 , pp. 20-28

Pelekanos M., *The Role of a Post-Byzantine Timber Roof Structure in the Seismic Behavior of a Masonry Building - The Case of a Unique Type of Timber-Roofed Basilicas in Cyprus (15th–19th Century)*, in Historical Earthquake-Resistant Timber Framing in the Mediterranean Area, HEaRT 2015, Springer Editor, pp. 17-31

Touliatos P., *Seismic Distaster Prevention in the History of Structures in Greece*, Architectural Technology Research Unit. National Techinal University of Athens, 1994

Touliatos P., *Approach, Identification and Intervention in the Historic Constructions. The technological point of view.*, National Techinal University of Athens, 2003

SITOGRAFIA

Big Cyprus: https://www.bigcyprus.com.cy/destinations/pedoulas/saint-marina-pedoulas

Bisanzio: http://wwwbisanzioit.blogspot.it/2012/06/chiesa-dellarcangelo-michele-pedoulas.html

Cyprus Inform: https://www.kiprinform.com/en/cyprus_interesting/earthquakes-in-cyprus/

IX Andromeda: https://www.ix-andromeda.com/en/tags.html?tag=villages+in+cyprus

Materpieces of Byzantine Art: http://it.chooseyourcyprus.com/discover-cyprus/unesco-churches.html

Terremoti in Europa: http://www.meteoweb.eu/2016/03/terremoti-in-europa-intensa-sequenza-sismica-a-cipro-i-precedenti-storici/656091/

UNESCO: Painted Churches in the Troodos Region: http://archmap.org/archmap_2/Site/Collection?site=212&building_id=2286

RIFERIMENTI

CAPITOLO 1:

- Arthpath Theme: http://shironeko65.tumblr.com/page/4 (Fig.3,7)
- Formula Geo: http://formulageo.blogspot.it/2011/04/ (Fig. 15)
- Immagini Personali: (Fig. 10,11)
- Immagini dal Mondo: http://chiviaggiaimpara.blogspot.it/2016/03/cipro.html (Fig. 12,13)
- Municipalità di Naupactia: http://www.lepanto1571.gr/it-it/labattagliadilepanto/primadellabattaglia.aspx (Fig.9)
- Terremoti in Europa: http://www.meteoweb.eu/2016/03/terremoti-in-europa-intensa-sequenza-sismica-a-cipro-i-precedenti-storici/656091/ (Fig. 16)
- Thalassa Villas: http://thalassavillas.com/Larnaca (Fig. 4,14)
- IX Andromeda: https://www.ix-andromeda.com/en/tags.html?tag=villages+in+cyprus (Fig. 1,2,5,6,8)

PARAGRAFO 2.2:

- IX Andromeda: https://www.ix-andromeda.com/en/tags.html?tag=villages+in+cyprus (Fig. 1-8)

PARAGRAFO 3.1:

- Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999 (Fig. 1-5a, 6a,7,9-20)
- IX Andromeda: https://www.ix-andromeda.com/en/tags.html?tag=villages+in+cyprus (Fig. 5b,6b,8)

PARAGRAFO 3.2:

- Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999 (Fig. 1,3,4)
- Immagini Personali (Fig. 2,5,7b)
- IX Andromeda: https://www.ix-andromeda.com/en/tags.html?tag=villages+in+cyprus (Fig. 6,7a,8)

PARAGRAFO 3.3.1:

- Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999 (Fig. 1-8)

- IX Andromeda: https://www.ix-andromeda.com/en/tags.html?tag=villages+in+cyprus (Fig. 9,10)

PARAGRAFO 3.3.2:
- Fereos H., *Timber-Roofed Franco-Byzantine Architecture of Cyprus*, Ph.D. Thesis, National Technical University of Athens, 1999 (Fig. 1,2,7-15,17-30,32-46)
- Immagini Personali (Fig. 3,4,16,31)
- IX Andromeda: https://www.ix-andromeda.com/en/tags.html?tag=villages+in+cyprus (Fig. 5,6)

PARAGRAFO 4.1:
- Google Earth (Fig. 1-3)
- Immagini Personali (Fig. 4.1-4.4, 5a-5d)

PARAGRAFO 4.2:
- Immagini Personali

PARAGRAFO 4.3:
- Immagini Personali

PARAGRAFO 4.4:
- Pelekanos M., *Design, Construction and Bioclimatic Features of the Timber-roofed. Basilicas of Cyprus (15th- 19th Century),* in "Sustainability in Architectural Cultural Heritage, BIO Cultural, International Conference", Limassol, 2015 (Fig. 5)
- Immagini Personali

PARAGRAFO 4.5:
- Immagini Personali