



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO II –RESTORATION WORKSHOP II

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

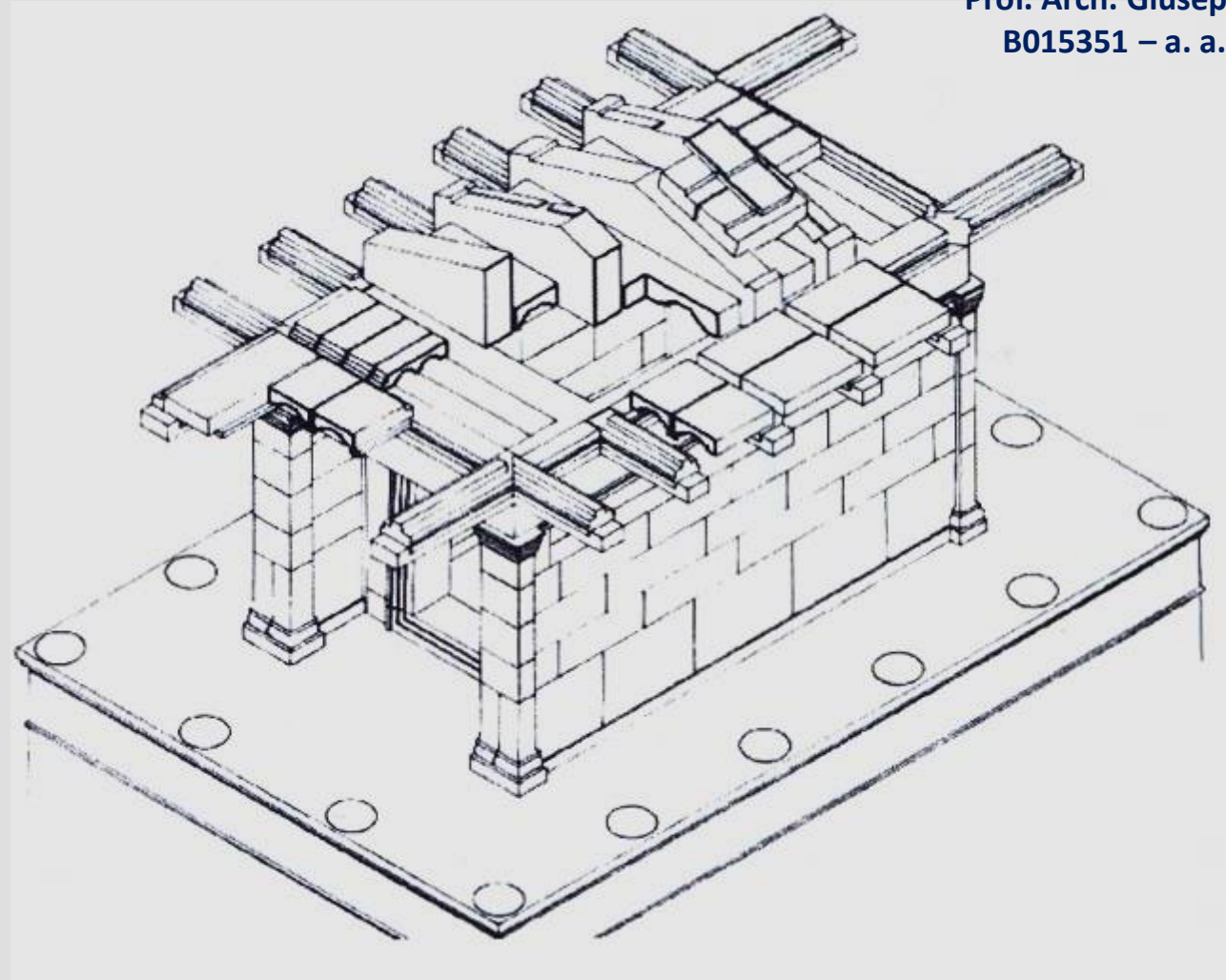
ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019 / 2020

***I solai piani: in pietra,
in legno, in ferro e
laterizi***

Gli elementi strutturali



Docenti: Prof. Giuseppe Alberto Centauro e Prof. Silvio Van Riel

Tutor: Ph.D Arch. Andrea Bacci, Arch. Francesco Masci
e con la collaborazione di: Arch. Luca Brandini



I solai piani.

Intendiamo con “solaio piano” quelle orditure di elementi di trave, con varie dimensioni, realizzate per formare all’interno dell’edificio, uno o più piani orizzontali.

Tali strutture definite spesso “elastiche”, sono sollecitate prevalentemente a flessione e non generano spinte orizzontali sugli appoggi ma si deformano spesso sensibilmente; si distinguono così dalle strutture a volta muraria che, realizzate per gli stessi scopi, lavorano però ad arco e sono sollecitate prevalentemente a compressione, quindi non si deformano in modo sensibile e sono perciò definite “rigide”.



L'impalcato ligneo, realizzato con struttura di elementi di legno con finiture estradossali di vario genere, per la facilità di reperimento degli elementi componenti, per la loro capacità di resistere a flessione su lunghe luci e per la leggerezza intrinseca, costituisce forse la struttura di orizzontamento più utilizzata nelle costruzioni del passato.

Si possono ancora osservare alcuni solai piani realizzati con lastroni di pietra, tipica tecnologia derivata dagli edifici architravati, come sale ipostile o templi greci, ma si tratta di elementi molto rari.

Sono molto diffusi i solai a struttura mista che impiegano il legno ma anche il ferro, per gli elementi portanti della struttura primaria; a completamento sono utilizzate le voltine di pietra o di laterizi per coprire le luci intermedie, relativamente modeste tra le strutture inflesse



I profilati di acciaio, introdotti diffusamente, sul finire del secolo XIX con lo sviluppo della produzione siderurgica, hanno caratterizzato le costruzioni edilizie fino all'avvento del cemento armato.

La disposizione delle orditure dei solai, che in genere rispettano la regola che vuole le travature primarie sulla dimensione minore dell'ambiente, sembra dipendere anche da altri problemi di carattere tecnologico: le dimensioni degli elementi utilizzati, la forma planimetrica degli ambienti anche in relazione a questioni estetiche, la presenza di appoggi di eventuali altri solai, di canne fumarie e di vani, la necessità di impegnare un determinato setto murario ecc.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

Negli edifici costruiti unitariamente, la distribuzione delle travature è regolare e, spesso, interessa i muri di perimetro che utilizzano le travi come elementi di legamento; negli edifici oggetto di modifiche e stratificazioni distanziate nel tempo, la disposizione è più casuale.

In alcuni casi si alterna la disposizione in un senso con quella ortogonale al piano superiore, ottenendo una distribuzione dei carichi omogenea e il collegamento di tutti i setti murari



Solai di pietra.

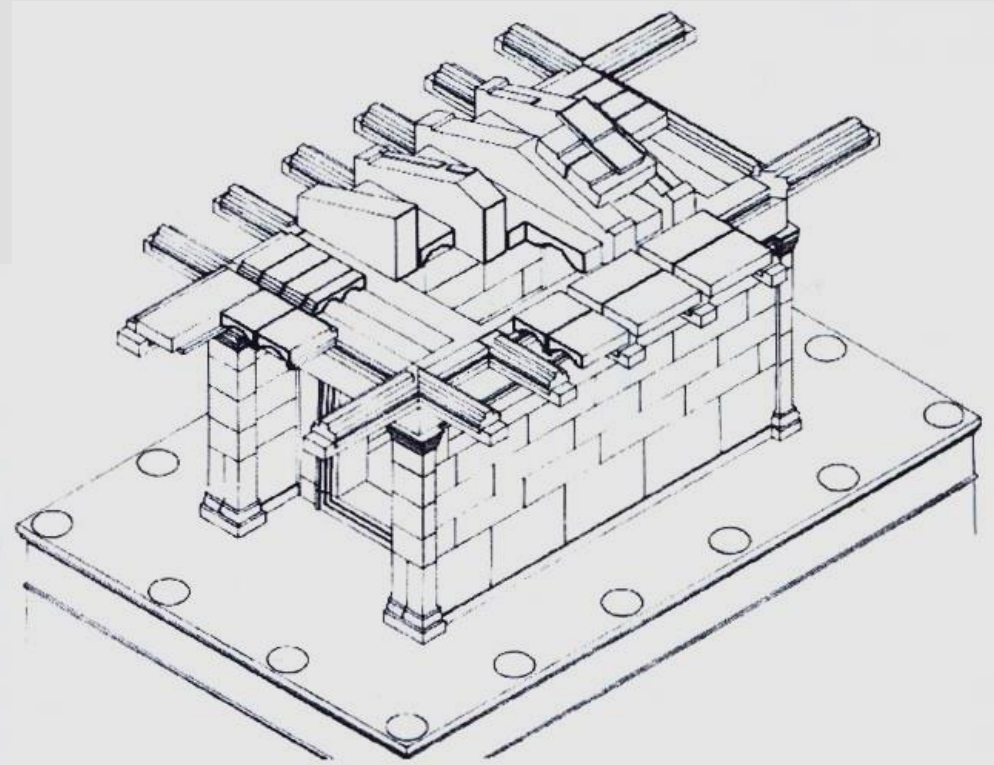
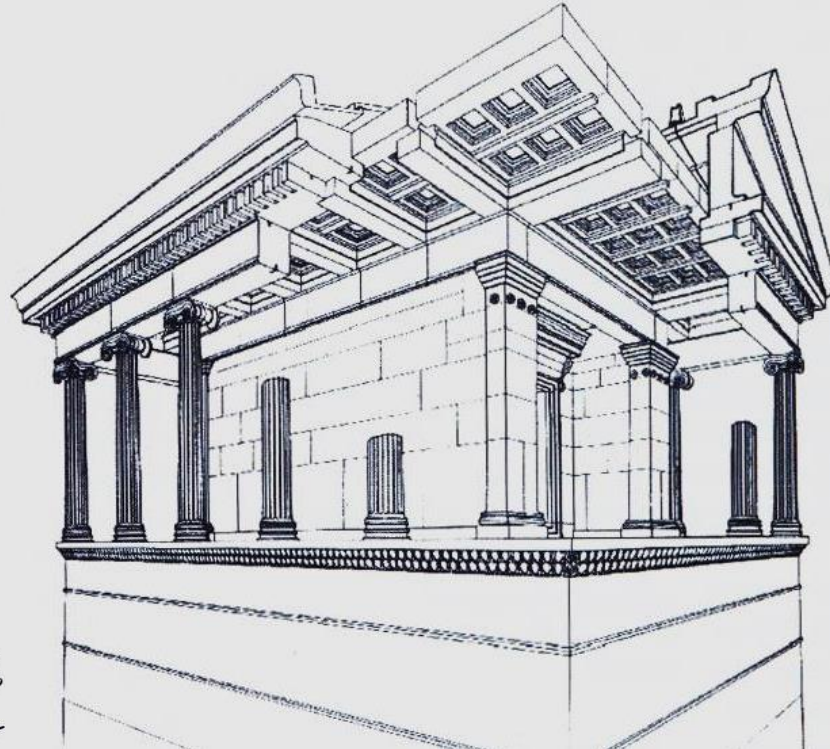
Per le caratteristiche del materiale, molto pesante, dotato di modesta capacità di resistenza flessionale e generalmente fragile, i solai costruiti con questa tecnica sono stati ideati con schemi tali da poter consentire l'uso di piastre litiche che non superano 2 o 3 metri.

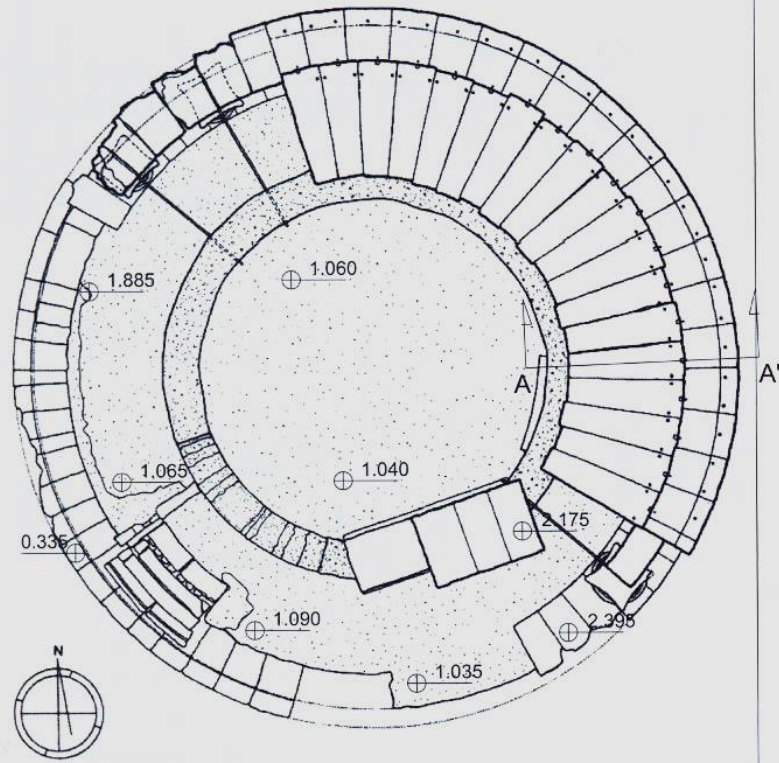
L'uso è quindi limitato a piccoli ambienti, in cui le pietre venivano appoggiate sui muri, disposte una accanto all'altra, a costituire l'impalcato, oppure a edifici provvisti di pilastrature diffuse e di una rete di travature primarie su cui potessero disporsi le piastre a formare il piano estradossale.

La struttura primaria, a reticolo ortogonale, formava campi quadrangolari, su cui si poteva disporre una piastra di pietra, si veniva così a formare un aspetto all'intradosso molto simile a quello delle coperture a lacunari, di cui le strutture in pietra costituiscono il modello formale.

Xanto (Grecia), monumento delle Nereidi, V secolo a. C.

Monumento funerario caratterizzato dalla curiosa fusione di elementi 'barbarici', lici e anatolici, e di forme greche sovrapposte ad essi come ornamenti esteriori. La concezione del monumento, elevato su una terrazza, con zoccolo alto e massiccio a sostegno della cella ionica, appartiene ad una tradizione che si prolungherà ancora per molto tempo nei secoli successivi, ellenistici e romani. Le grandi piastre costituiscono il solaio intermedio, appoggiato sugli architravi intermedi che riuniscono i sostegni verticali; la copertura appare articolata con elementi a sviluppo lineare (architravi) sovrapposti in doppia orditura.

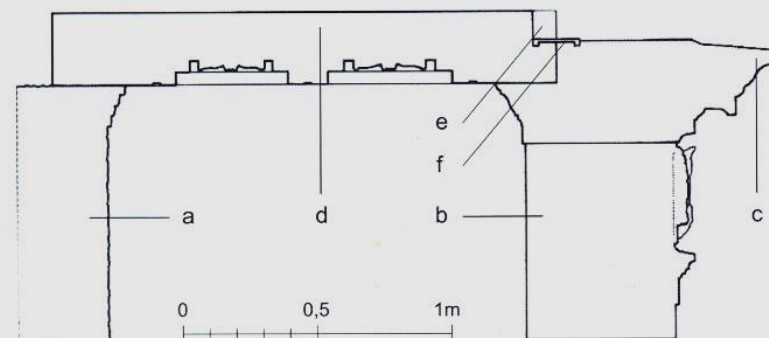




5. Rilievo della copertura

6. Sezione A-A' con ipotesi dell'alloggiamento della staffa di ancoraggio fra l'elemento del cassettonato e la cornice

- | | |
|---------------------|--------------------------------------------|
| a. muro della cella | d. cassettonato di copertura |
| b. trabeazione | e. incavo per l'alloggiamento della staffa |
| c. cornice | f. staffa metallica |

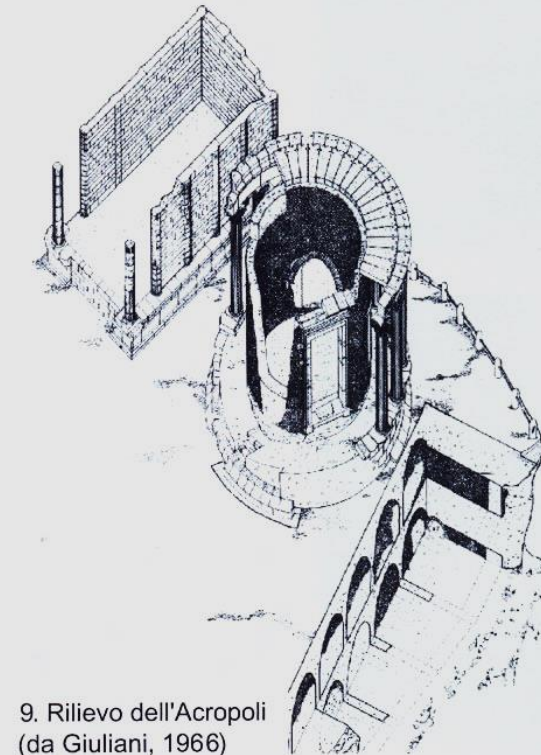


“Il Tempio di Vesta è a base circolare, periptero con 18 colonne scanalate, di cui 10 ancora *in situ*, sormontate da capitelli ‘italo-corinzi’, che sorreggono una trabeazione dall’elegante fregio. La cella è collegata alla peristasi da un soffitto di travertino decorato a cassettoni con elementi floreali.”



7. Immagine, ottenuta con fotomontaggio, del solaio cassettonato di copertura dell'ambulacro, nello stato attuale

8. Frammento di lastra del solaio cassettonato



9. Rilievo dell'Acropoli
(da Giuliani, 1966)



Il legno.

L'uso del materiale ligneo nel corso della storia dell'architettura è stato determinato dalle specifiche qualità che questo materiale ha rivestito nel tempo, tanto in funzione delle sue qualità tecnologiche quanto in corrispondenza a particolari esigenze compositive e morfologiche.

Unico materiale di origine organica estesamente utilizzato nell'edilizia di cui le piante legnose sono quelle in cui il fusto, l'unica parte utilizzata in edilizia, ha subito un processo di lignificazione.

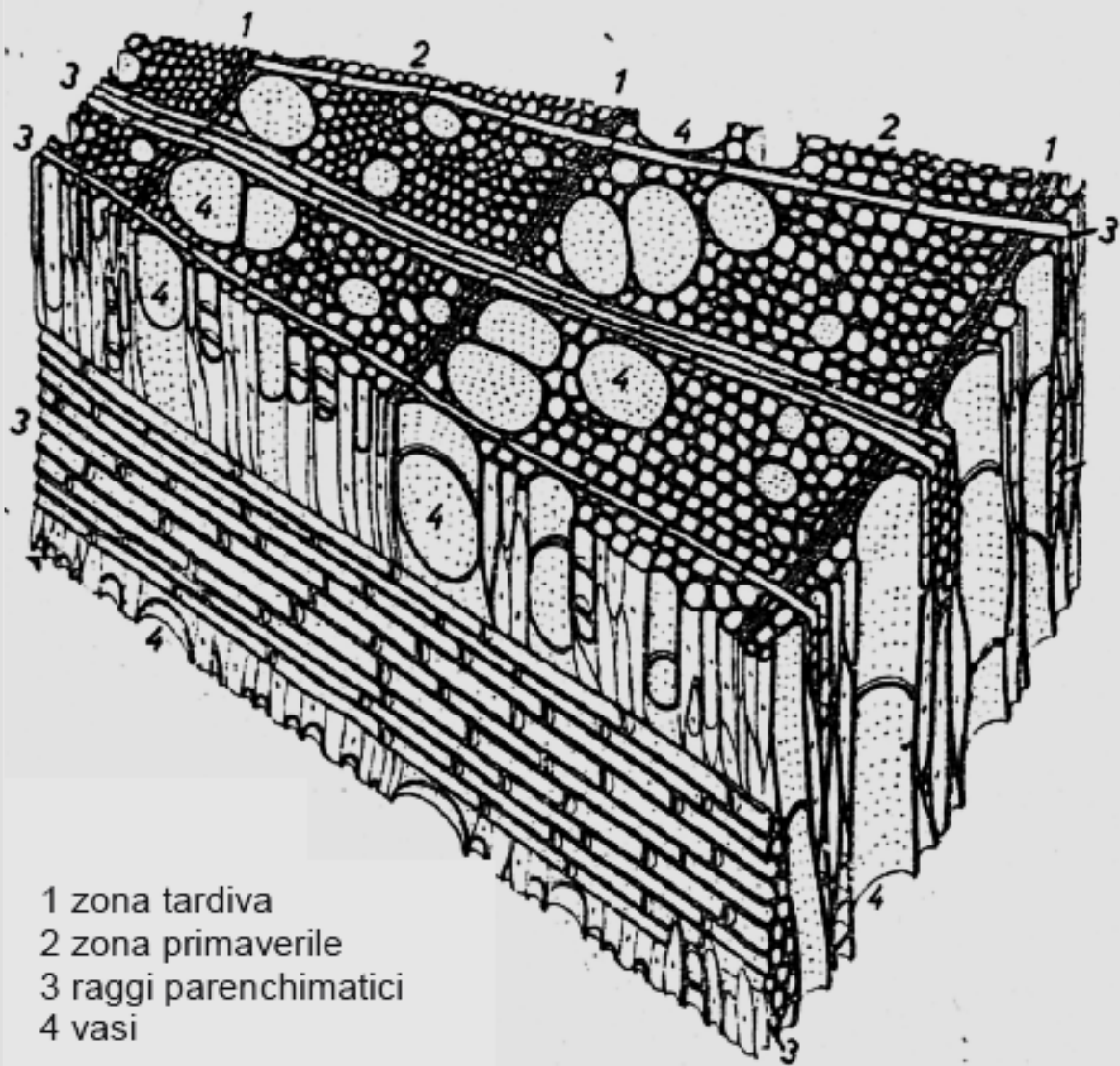
Due sono le funzioni principali assolte dal fusto: la conduzione delle sostanze nutritive dalle radici alla chioma e viceversa e il sostegno delle foglie, per consentire la loro continua espansione al sole e all'aria. Necessaria al processo di fotosintesi clorofilliana.



La forma dei fusti è caratterizzata dalla progressiva riduzione del diametro dalla base alla chioma (rastremazione) e ha in generale un andamento conico. Lungo il fusto si incontrano formazioni particolari, i nodi, corrispondenti ai punti d'innesto dei rami.

Nelle conifere e nelle latifoglie, le piante che forniscono la quasi totalità del legno per l'edilizia, i fusti sono formati da un corpo legnoso circondato da un tegumento corticale.

Il processo di lignificazione, e quindi di irrobustimento progressivo, si verifica perché durante la vita cellulare, il protoplasma deposita sulla parete primaria delle cellule stesse, formata da cellulosa, strati successivi costituiti soprattutto da lignina, che formano la parete secondaria.



- 1 zona tardiva
- 2 zona primaverile
- 3 raggi parenchimatici
- 4 vasi

Fig. 2 - Rappresentazione di un legno di latifolia (da Giordano, 1981-86). Si distinguono le fibre della zona tardiva (1) e quelle della zona primaverile (2), i raggi parenchimatici (3) e i vasi (4).

I tessuti che compongono la struttura di un fusto sono differenziati secondo la loro funzione; possono assolvere i compiti di sostegno della pianta stessa, di conduzione e riserva delle sostanze nutritive.

I tessuti meccanico e vascolare sono formati da cellule allungate disposte parallelamente all'asse dell'albero, ma mentre nelle latifoglie (figura 2) le cellule sono differenziate secondo la funzione, le fibre per il sostegno e le trachee, o vasi, per la conduzione; nelle conifere (figura 3) esiste un unico tipo di cellule, le *tracheidi*, cellule tubolari, lunghe che assolvono entrambe le funzioni.

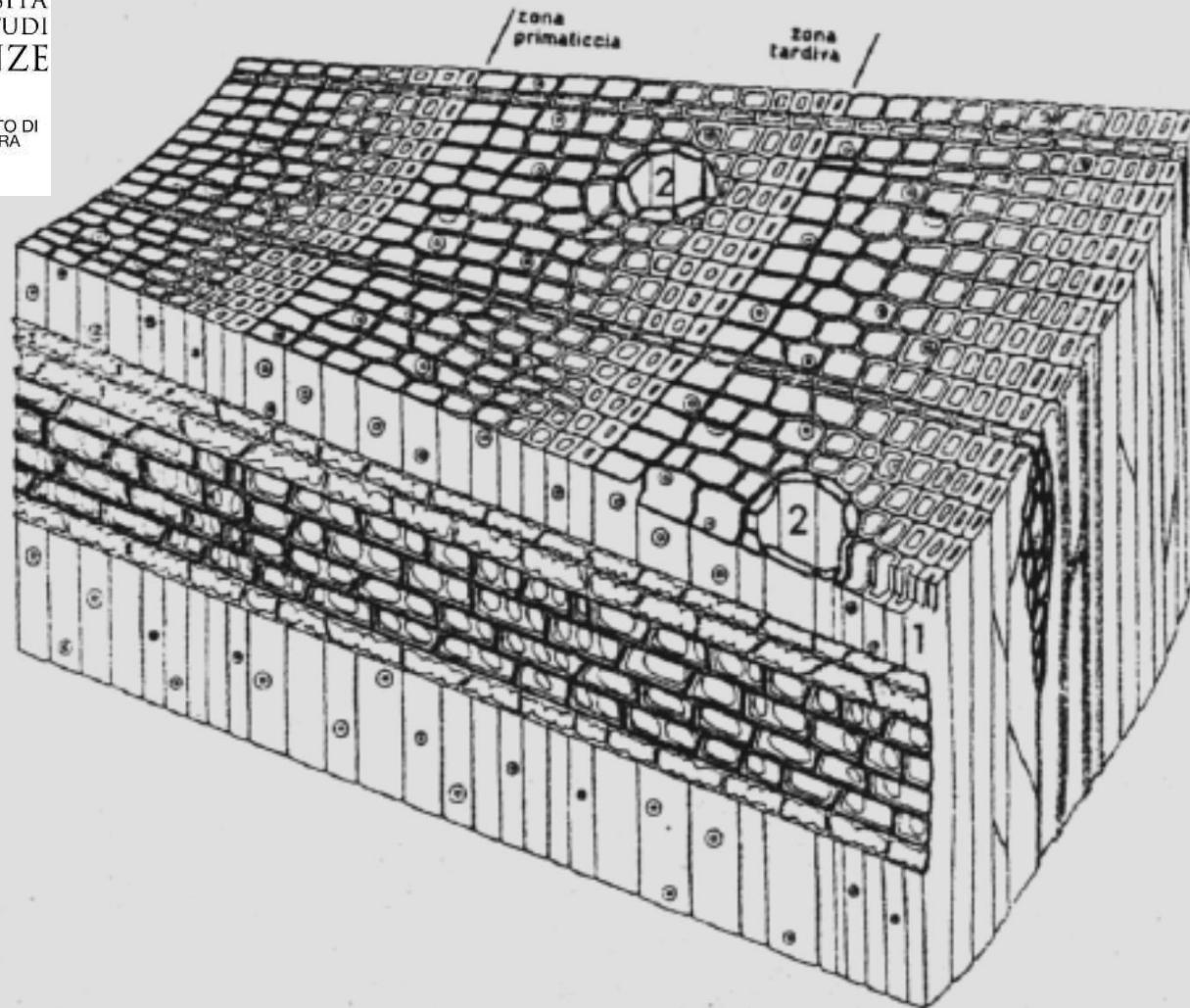


Fig. 3 - Rappresentazione di un legno di conifera (da Giordano, 1981-86). la zona primaverile è costituita da tracheidi grandi, a sezione poligonale, mentre la zona tardiva ha tracheidi con sezioni più spesse. Sono leggibili inoltre i raggi (1) e i canali resiniferi (2).

Il legno delle conifere, quindi, è di struttura molto più omogenea di quello delle latifoglie, che è riconoscibile nella sezione trasversale per la presenza dei vasi che appaiono come tanti piccoli fiori. In entrambe le classi, invece, il parenchima è costituito da cellule disposte secondo raggi perpendicolari all'asse del fusto, oppure disperse tra gli altri tessuti.

La sezione trasversale di un fusto legnoso presenta varie zone concentriche, le cui caratteristiche influenzano l'utilizzazione del legno. La zona centrale, il midollo, è di scarsa resistenza, e viene scartata nell'impiego del legname.



La zona successiva, il durame, costituisce la parte resistente del fusto ed è quindi la migliore dal punto di vista meccanico; la fascia contigua, l'alburno, costituita dai vasi legnosi che portano la linfa, è ricca di acqua e perciò putrescibile e meno resistente, e per questo destinata scopi soprattutto decorativi; segue il cambio, la membrana generatrice dei nuovi tessuti e infine la corteccia.

Il legno è un materiale tipicamente anisotropo ed eterogeneo; ciò significa che le sue caratteristiche variano in funzione della direzione delle sollecitazioni per cui ogni osservazione su una parte di tronco deve essere riferita ai tre assi cartesiani ortogonali.

La rigidità del legno e la sua bassa densità lo rendono particolarmente adatto alle costruzioni, soprattutto per le travi (tabella 1).



È buona la resistenza a flessione e trazione, mentre è carente quella alla compressione assiale; infatti, la struttura del legno può essere assimilata a un fascio di tubuli più o meno collegati, che tendono a inflettersi lateralmente sotto le sollecitazioni assiali, (tabella 2).

Il legno è soggetto a scorrimenti molto evidenti nel tempo, cioè si incurva gradatamente sotto il carico, anche se questo è modesto e rimane costante. La causa di tale comportamento sfavorevole andrebbe ricercata nelle parti amorfe della cellulosa, i cui legami cederebbero per azione dell'umidità e della temperatura.



Tabella 1 - Distinzione dei legnami tradizionali in base alle loro caratteristiche fisico-meccaniche (da Donghi, 1906-35).

MASSIMA	MEDIA	MEDIOCRE	DEBOLE	MINIMA
RESISTENZA				
Quercia, larice, frassino, carpino, olmo, faggio, pino silvestre, castagno.	Abete, ontano, noce.		Pioppo, tiglio, platano, salice.	
ELASTICITÀ				
Tasso, frassino, acacia.	larice, pino, abete, olmo, quercia giovane.	Betulla, faggio, acero.	Tiglio, platano	Tiglio, platano
DUREZZA				
Bosso, corniolo.	Acero, carpino, ciliegio selvatico, tasso, frassino, robinia, olmo.	Acero bianco, faggio, noce, castagno, sorbo, quercia, rovere.	Abete rosso e bianco, ippocastano, ontano, betulla, larice, pino, ciliegio.	Pino d'America (Pinus excelsa), pioppo, salice, tiglio.
DURATA				
Bosso, cedro, cipresso (quasi incorruttibili), quercia, olmo, larice, pino pinastro, pino nero, pino cembro, pino silvestre, robinia (lunga durata), e sotto acqua: ontano, castagno e noce.	Castagno, abete rosso e bianco, frassino. Faggio e noce (sotto acqua)	Faggio, carpino, pino domestico, acero, ontano, ciliegio selvatico, betulla.		Pioppo tremulo, tiglio, pioppo, salice.



Tabella 2 - Resistenza alla flessione (a) e alla compressione (b) nei legnami tradizionali (da Donghi, 1906-35).

(a)

Indicazione dei legnami	Carico di rottura in kg/cm ²
Abete bianco	800
Abete rosso	700
Betulla	314 a 648
Faggio rosso	111 a 1527
Faggio silvestre	274 a 1527
Frassino	522 a 1210
Noce	968
Olmo	182 a 1040
Ontano	314 a 460
Pino d'America (<i>pitch pine</i>)	111 a 1048
Pino silvestre	144 a 1279
Pioppo (<i>tremula</i>)	338 a 824
Quercia	223 a 1452

(b)

Indicazione dei legnami	Carico di rottura in kg/cm ²
Abete bianco	500
Abete rosso	450
Faggio	658
Faggio ⊥	350
Frassino	660
Frassino ⊥	350
Larice	391
Noce	508
Olmo	726
Ontano	489
Pino	450
Pino ⊥	220
Pioppo	360
Quercia	707
Quercia ⊥	350

Il segno || significa “nella direzione delle fibre” e il segno ⊥ “in direzione normale alle fibre”.



Il peso specifico assoluto del legno che riguarda la sostanza delle pareti delle cellulose allo stato secco oscilla tra 1,52 per i legni resinosi e 1,62 per i legni fortemente duramificati, (tabella 3).

Poiché il legno ha struttura cellulare, risulta più interessante la definizione di peso specifico apparente, cioè il peso in chilogrammi di un dm^3 di legno a un determinato tasso di umidità (allo stato secco, allo stato fresco, allo stato di saturazione delle fibre). Esso varia con la porosità, legata alla specie del legno, e va da 0,35 a 1,10 (quercia, robinia, bosso, olivo).

Nelle conifere, il peso specifico apparente aumenta con l'infittirsi degli anelli, fino a un certo livello, oltre il quale decresce; nelle latifoglie cresce con il diradarsi degli anelli.

Rilevanti ai fini conservativi sono le relazioni tra legno e l'umidità, poiché, come è noto, il legno è un materiale fortemente igroscopico, cioè assorbe acqua in presenza di umidità e la restituisce in ambiente secco.

Tabella 3 - Caratteristiche dei pesi medi dei legnami (da Donghi, 1906-35).

(a)

Nome dell'albero	Peso del m^3 in kg	
	Fresco	Secco
Quercia: rovere,	1200	870
pedunculata	1100	800
leccio	/	900
Castagno	1000	680
Olmo	1100	690
Noce	1000	660
Faggio	1180	730
Frassino comune	940	740
Pino: silvestre	1700	536
domestico	/	570
calabrese	/	697
Abete bianco	900	420
Abete rosso	870	500
Larice	1000	656
Cipresso	760	620
Tasso	/	778
Pioppo: bianco	1230	478
tremulo	900	470
Ontano	1000	550
Betulla	1050	640
Carpino	1230	920



Allo stato naturale, il legno presenta due tipi di umidità: l'acqua detta di saturazione, all'interno delle pareti cellulari, e l'acqua di imbibizione nei vuoti cellulari. Questa è la prima a uscire successivamente all'abbattimento, fino ad un punto (detto di saturazione delle fibre) in cui è presente la sola acqua di saturazione (circa 25-30% di umidità rispetto al peso secco).

Fino a questo punto, il tronco non subisce ancora alcun tipo di ritiro, poiché l'acqua è presente nelle pareti cellulari. Con la prosecuzione dell'essiccamento, anche l'acqua di saturazione inizierà a diminuire provocando un riavvicinamento delle fibrille e quindi una contrazione dell'intera massa. La perdita di acqua, e il conseguente ritiro dureranno fino a raggiungere uno stato di equilibrio con l'umidità dell'ambiente circostante.



Dal punto di vista statico, il legno è, dopo il ferro, il materiale che fra quelli tradizionali offre maggior resistenza alle sollecitazioni di pressoflessione, mentre ha, rispetto alla pietra e alle opere in muratura un'alta resistenza alla trazione e alla compressione, specie se riferita al peso.

Gli svantaggi principali sono: un alto grado di anisotropia, cioè di non omogeneità lungo le varie sezioni, per cui la resistenza lungo l'asse trasversale del fusto arboreo è molto inferiore a quella che offre l'asse longitudinale. Inoltre presente una notevole sensibilità alle variazioni di umidità atmosferica, soprattutto in senso radiale e ancor più in senso tangenziale: fenomeni di deformazione e fessurazione e, infine, una generale deperibilità legata alla natura organica.



Particolare importanza rivestono le metodiche per proteggere e conservare le strutture lignee: si tratta di un complesso di operazioni che uniscono spesso l'esigenza estetica alla necessità di proteggere il legno dalle varie alterazioni e aggressioni.

I trattatisti prescrivono spesso la difesa del legno dall'umidità.

Una prevenzione efficace si otteneva isolando in vario modo le teste delle travi: con lastre di piombo, o con una spalmatura di pece (o morchia d'olio, grasso animale ecc.), oppure procurando una parziale carbonizzazione con il fuoco, o infine usando tegole o frammenti ceramici pestati nella calce adoperata per murare la testata stessa, nell'edilizia corrente, sono rinvenibili dispositivi del genere come starti di laterizi o di tavole di legno, anche con lo scopo di preservare il legno dalla corrosione della calce.



Il legname veniva inoltre trattato con vari sistemi per impedire l'attacco dei parassiti e gli effetti nocivi dell'umidità. A questa necessità rispondeva la coloritura a olio, che andava ripetuta, in teoria, a intervalli frequenti; si usava una vernice a base di terra d'orca e olio cotto di lino o di noce variamente addizionato con l'ocra gialla o polvere di carbone per avvicinarsi maggiormente al colore del legno naturale.

La vernice veniva data in almeno due mani, su una prima base di olio cotto. Usata anche la spalmatura a caldo di catrame o di impasti di resina. Si tratta comunque di trattamenti che non sono impermeabili al vapore acque; inoltre, qualsiasi vernice non riesce ad aderire del tutto al legno poiché sulla sua superficie permane un velo di molecole d'acqua agganciate a quelle della cellulosa.



La difesa dalla combustione prevedeva metodi più empirici, come la copertura con fodere di latta, applicazioni di intonaci refrattari o il trattamento del legno con soluzioni saline. In questo ultimo caso venivano usati principalmente solvati di alluminio (allume) e di ferro, anche se tale sistema non difendeva il legno da fuochi violenti o di lunga durata; Milizia raccomanda di impregnare i tronchi con una miscela di vetriolo, sale comune, allume, acqua; il trattamento salino (o concia salina, o salamoia) aveva anche parziale efficacia contro i parassiti.

Tra gli intonaci refrattari, si ricorda una ricetta in uso a Londra a base di calce, sabbia e fieno tritato. Anche una intonacatura di bianco di calce e acqua di vetriolo era ritenuta efficace contro i piccoli incendi come segnala il Milizia; un altro sistema consisteva nell'applicazione di argilla scolta il acqua di colla, stesa a pennello in diverse mani fino allo spessore di 2-3 mm.



Le tecniche di trattamento del legno finalizzate a un particolare effetto estetico comprendono procedimenti che interessano in primo luogo l'ebanisteria e fabbricazione di mobili, ma possono riguardare il restauro architettonico per la finitura di soffitti e arredi fissi.

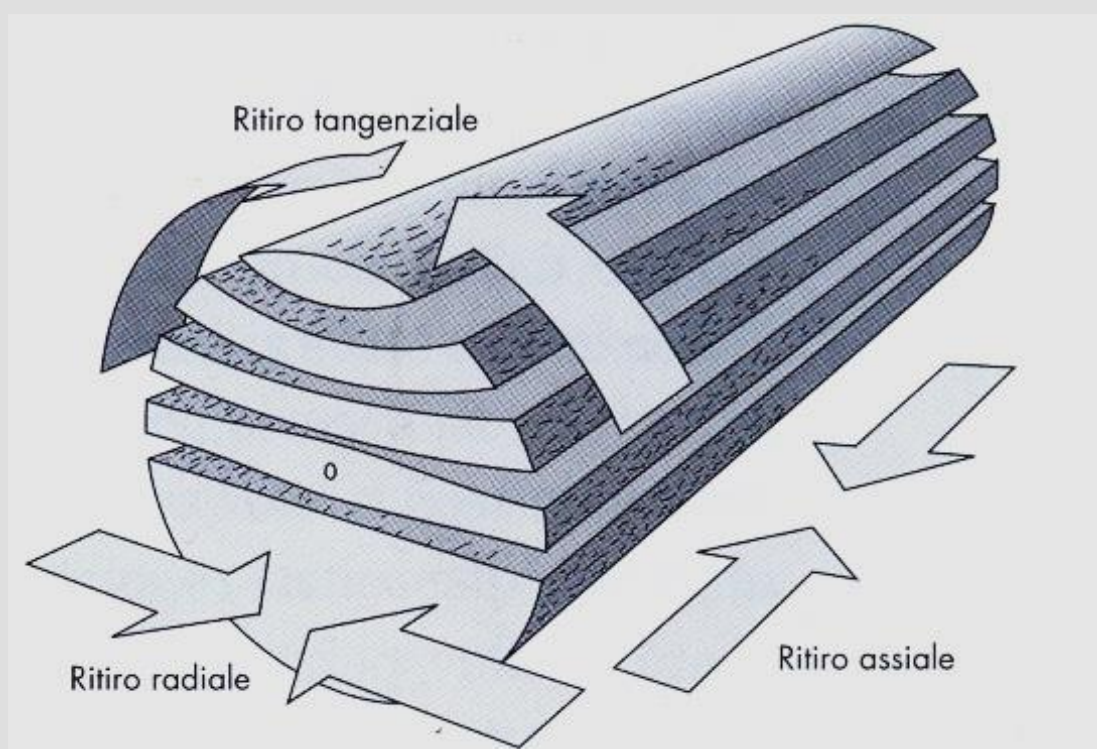
Per la normale coloritura destinata a soffitti e infissi, si avevano a disposizione soprattutto due metodi: la pittura a olio già ricordata, e quella a gesso e colla.

Si effettuava una stuccatura preparatoria con gesso e colla animale: per la coloritura a gesso e colla più economica di quella a olio, si applicavano mani di gesso stemperato in acqua e colla di ritagli di pelle, in cui erano disciolti i colori



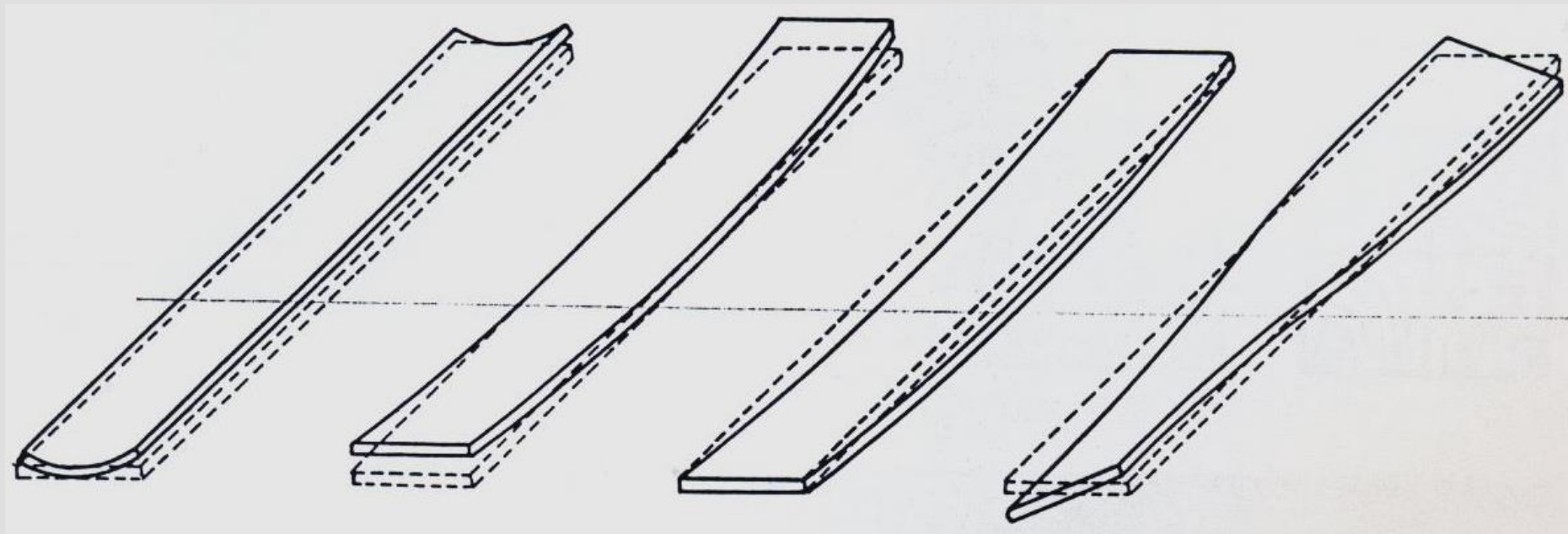
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



Tipi di deformazione:

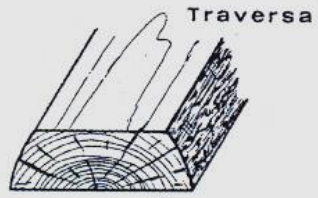
- Imbarcamento
- Arcuatura
- Falcatura
- Svergolamento



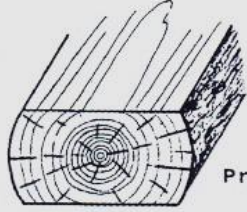


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

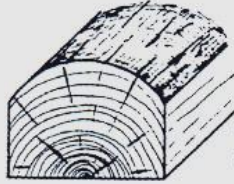
DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



Traversa



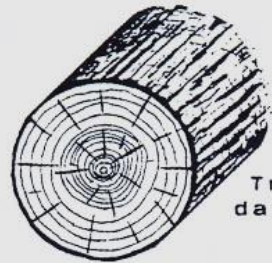
Prisma



Semi-prisma



Quarto



Tronco da sega



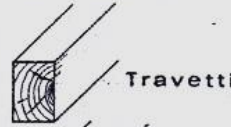
"Flitch"



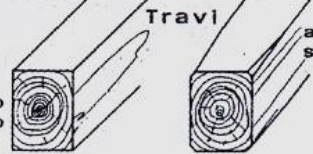
Listelli



Moralì



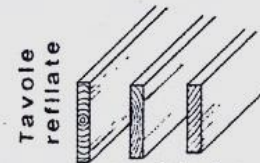
Travetti



Travi

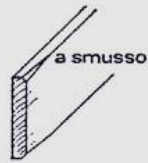
a spigolo vivo

a spigolo smussato

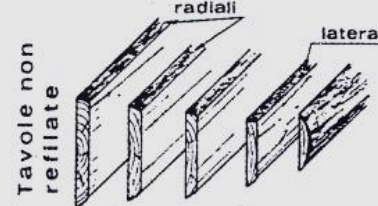


Tavole rifilate

a spigolo vivo



a smusso



Tavole non rifilate

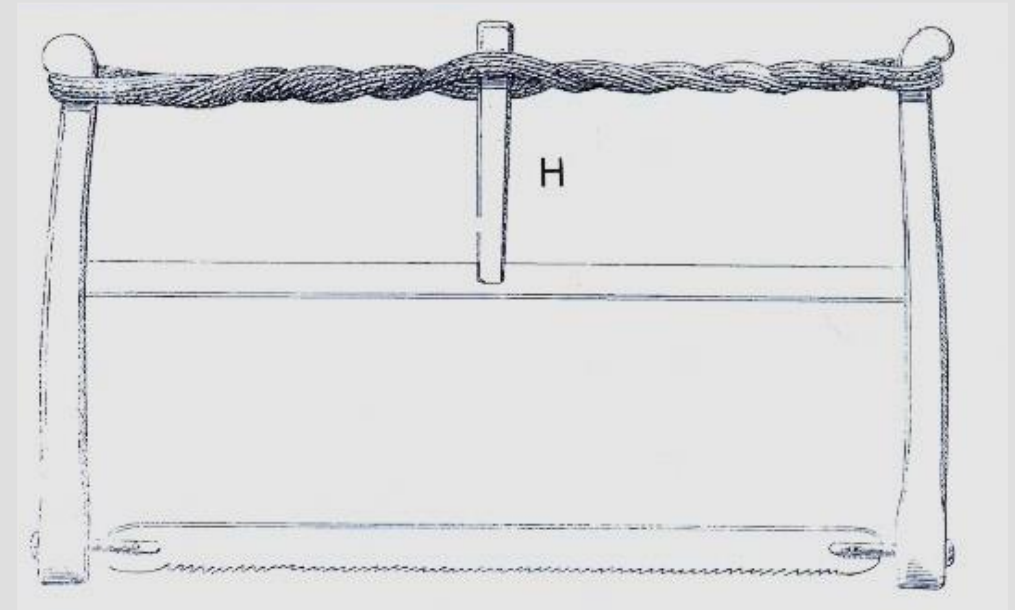
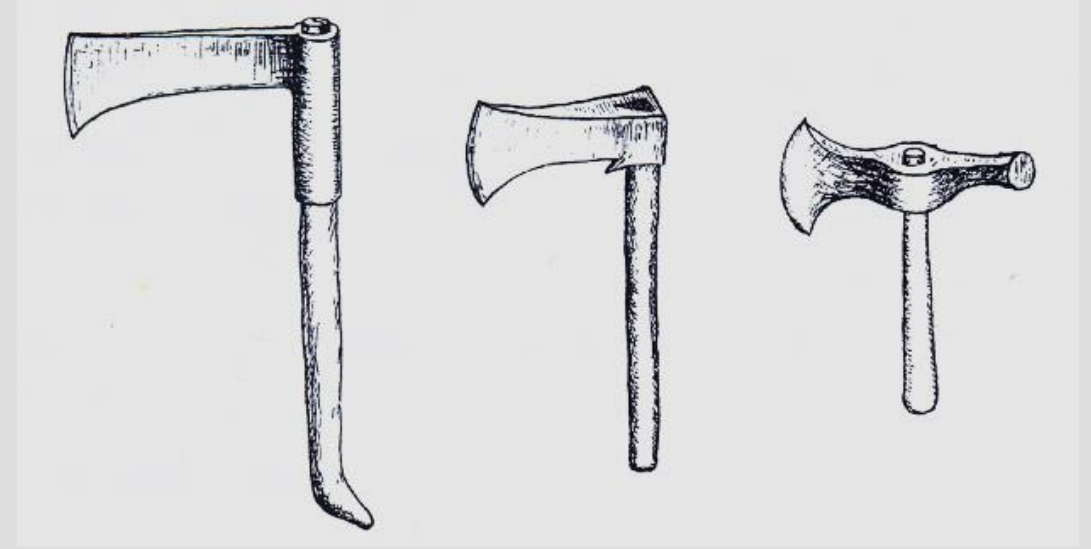
radiali

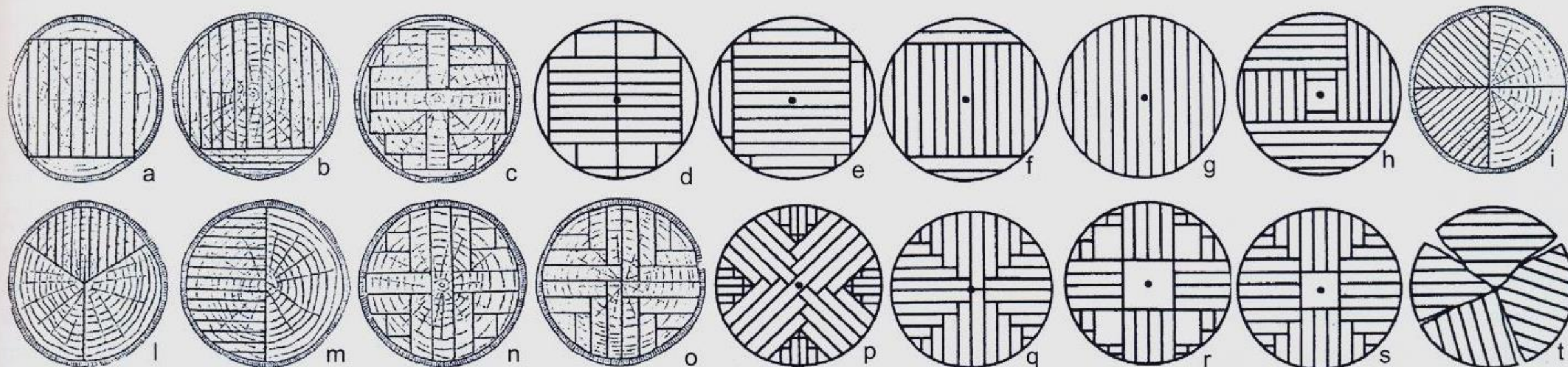
laterale

Tavoloni spessore più di 55 mm

Tavole spessore meno di 55 mm

Sciaveri





2. Il taglio dispone le tavole nella direzione dei raggi midollari (taglio tangenziale o a piani paralleli), con l'inconveniente che i tavolati ricavati dalle estremità del tronco, si fendono e si incurvano in fase di essiccazione (a, b, c, d, e, f, g, h). Per ovviare alle deformazioni è preferibile la segatura radiale o a maglia (taglio di quarto o radiale), in cui il ritiro avvicina gli anelli al centro, diminuendo la larghezza della tavola senza sformarla. La lavorazione procede dividendo il tronco in quarti con tagli a 90° passanti per l'asse e prosegue sezionando le assi inclinate

a 45° verso la parte centrale del fusto (i). Per avere i segati si può tagliare il ceppo in diverse porzioni (l, m, n, o, p, q) e dividere le aree secondo linee che convergono nel mezzo (r, s), ottenendo tavole uguali in lunghezza, di diverso spessore agli orli, ma tutte ritagliate nella direzione dei raggi midollari. Alcuni legni resinosi (pino, abete) con fibre dritte e regolari si lavorano a spaccatura (con l'accetta e cunei di ferro e di legno) per correnti e listelli, tavolette e assicelle, resistenti e poco deformabili (t)



I solai in legno.

I solai lignei erano formati con elementi lineari ricavati dal taglio dei tronchi. Il grande uso di questa tecnologia produsse una sorta di standardizzazione nelle dimensione e denominazioni degli elementi che è diversa da regione a regione. In genere oggi si intendono per travi gli elementi della struttura primaria, per travicelli o travetti gli elementi della piccola armatura che sopportano direttamente il tavolato e per tavole le assi usate nella formazione del tavolato. Le travi erano trattate con una prima lavorazione di pulitura da rami, fronde e corteccia e, successivamente con l'asciatura, cioè la rifinitura mediante un'ascia molto tagliente che con colpi dati quasi radenti, le riduceva alla forma desiderata.

Solo nel caso in cui la trave doveva rimanere il vista e per ambienti di rappresentanza, si procedeva alla squadratura completa, altrimenti si spianavano in maniera grossolana le quattro facce lasciando gli spigoli non regolari.



Gli elementi per i solai rustici si spianavano solo sul lato che avrebbe costituito il piano superiore del trave, necessario per l'appoggio dei travicelli anzi talvolta, si realizzavano solo gli scassi per l'appoggio dei travicelli direttamente in opera. Ciò, oltre a risparmiare una lavorazione consentiva anche di preservare integre le fibre del legno.

Più raramente veniva usata la sega, a mano, anche direttamente sul posto in cui era stato abbattuto l'albero.

L'operazione della "segatura" era condotta soprattutto nel caso in cui da un unico tronco si volessero ricavare più elementi; questa lavorazione sembrava meno economica dell'asciatura e quindi era preferita solo quando si doveva ridurre il tronco a tavoloni o tavole e quando le parti di risulta avrebbero potuto essere, comunque, riutilizzate.



Le impalcature lignee si differenziano notevolmente in relazione al tipo di orditura, ai legamenti e appoggi sui muri, alle connessioni tra gli elementi e al tipo di finitura.

Gli appoggi

Secondo i trattati sulle costruzioni, gli appoggi devono essere realizzati in modo da garantire la buona conservazione della parte della struttura che si intesta al muro; questa, come è noto, se completamente murata non potrebbe mantenersi integra a lungo.

Inoltre, per garantire la collaborazione del solaio alla stabilità dell'edificio si devono collegare i suoi elementi alle murature d'ambito, sia per trattenerle sia per evitare che le estremità delle travi nel caso di eventi sismici si comportino come teste di ariete.



Questi risultati si potevano conseguire con diverse modalità, in relazione al tipo di edificio.

Per esempio si lasciavano, sporgere dalle mensole (le quali tra l'altro riducono la luce della travatura) nella costruzione del muro; su di esse si appoggiava un cosciale sopra il quale adagiare le strutture dell'impalcato; le mensole potevano essere di pietra, come consigliava l'Alberti, oppure di mattoni; localizzate in alcuni punti oppure continue come un cornicione.

Più semplicemente, ed efficacemente, si potevano utilizzare, come appoggio delle travi la risega della muratura.



Con la mensola continua o la risega si poteva evitare il trave cosciale (anche detto “radicamento”), che comunque ha la positiva funzione di distribuire i carichi sul muro e contemporaneamente di legarlo, come una sorta di cordolatura; il trave di bordo, in certi casi, poteva essere direttamente inserito nello spessore della muratura, assumendo la denominazione di dormiente.

Con questi accorgimenti si ha la possibilità di svincolare la struttura del palco da quella muraria, nel senso che, per esempio, non è necessario praticare fori per appoggiare ogni travicello, l'interasse può essere scelto a piacere, nelle sostituzioni non si deve operare nel vivo del muro.

Muratura, cosciale o dormiente, e struttura dell'impalcato erano resi solidali con incastri, realizzati con intagli del legno, oppure con elementi aggiuntivi metallici.



Nella realtà del costruito, invece, un solaio realizzato con gli appoggi descritti è assai raro, almeno in Italia.

Le travi si intestano direttamente nel muro e nella maggior parte dei casi l'appoggio è costituito semplicemente da uno scasso nella muratura, con l'unica accortezza di disporre inferiormente un mattone di piatto oppure un tavolone, con funzione di «dormiente».

ciò per impedire che, immediatamente sotto il trave, si formino le note lesioni che, partendo verticali si diramano in basso con una leggera divaricazione (normalmente a 45°), denunciando così lo stato di sofferenza della muratura nella zona in cui il carico del solaio non risulta sufficientemente distribuito.

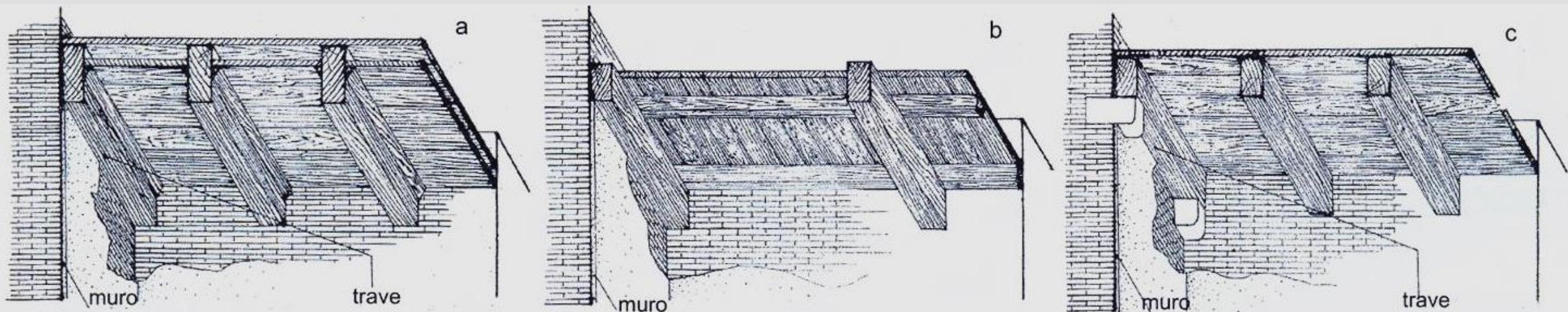


La necessità di lasciare areata la testa della trave, che porta a spostarne l'appoggio al di fuori del muro, viene rispettata evitando di rincalzare la malta intorno alla trave anche se, spesso, con l'intonaco si opera una sigillatura tutt'intorno al collo delle travi. D'altra parte, di consueto, nell'edilizia minore, le travi penetrano ben poco all'interno dello spessore murario, un palmo al massimo, e i travicelli solo pochi centimetri; si riducono così il problema della respirazione del legno e quello della manomissione della muratura ma, certo, anche la connessione e la possibilità di collaborazione della trave stessa con il muro.

Per i solai più impegnativi si ricorreva anche all'uso delle mensole di legno in sostituzione di quelle consigliate di pietra; esse erano poste sotto gli appoggi e anche a interrompere le tratta delle travi di bordo. In certi casi, molto rari, le mensole furono utilizzate anche fra trave e travicelli, per

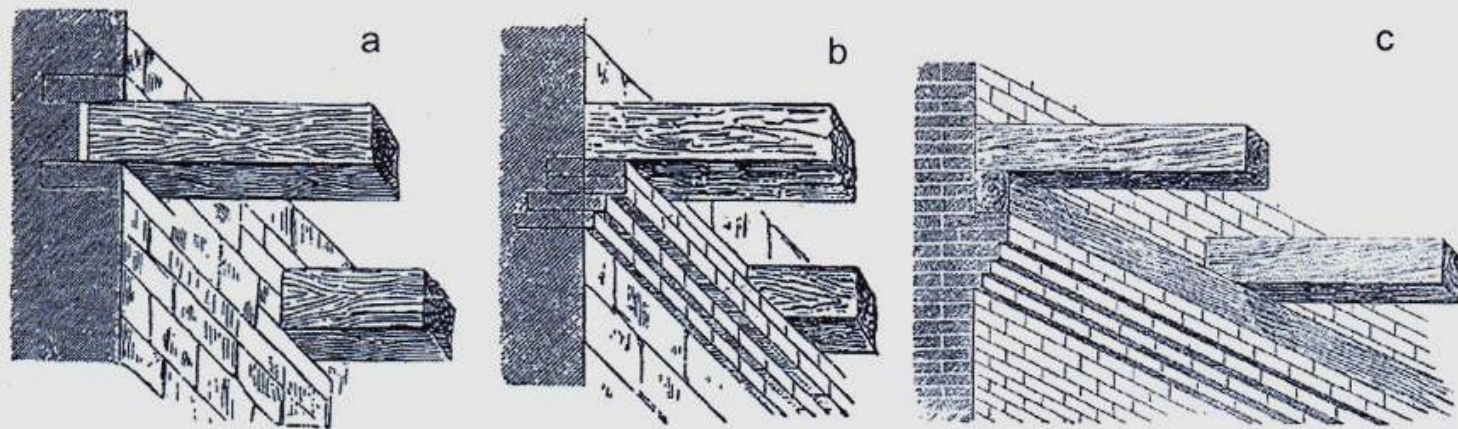
Per i solai più impegnativi si ricorreva anche all'uso delle mensole di legno in sostituzione di quelle consigliate di pietra; esse erano poste sotto gli appoggi e anche a interrompere le tratta delle travi di bordo.

In certi casi, molto rari, le mensole furono utilizzate anche fra trave e travicelli, per irrobustire questi ultimi.

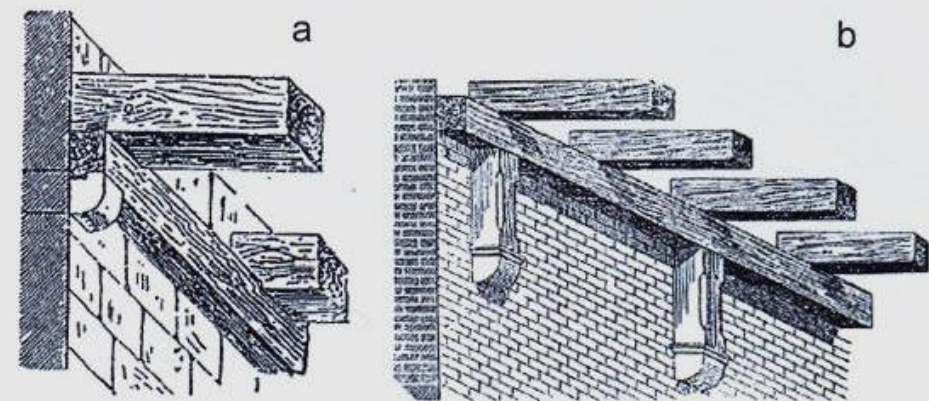


3. Collegamento fra la trave di un solaio addossata alla parete laterale e i travicelli che sostengono il doppio assito (a) e il tavolato superiore (b); unione fra la trave cosciale (banchina, corrente, cuscino da muro), sorretta da mensole di pietra, e le tavole superiori (c).

Il tavolato non è appoggiato direttamente sul muro, ma sulla banchina per evitare il degrado dovuto all'umidità presente nella struttura muraria



4. Raccordo fra l'estremità delle travi principali e il muro: su lastre di pietra (mattoni o tavoloni), per impedire la formazione di lesioni al di sotto dell'incastro che si verifica quando il legname poggia direttamente in uno scasso nella parete (a); su una cornice sporgente di laterizi (b); tramite corrente posto su un cornicione aggettante con successivi risalti dei corsi di mattoni (c). Nelle strutture murarie di debole resistenza le travi cosciali (di quercia e di dimensioni 9x12 e 12x12 cm), sono collocate all'interno del muro (trave di bordo, dormiente) e hanno la funzione di ripartire il peso del solaio sulla parete e di legarlo a questa come una cordolatura, pur se è difficile che la trave rimanga uniformemente adagiata su tutta la lunghezza dell'incavo, perché i dormienti subiscono un rapido degrado che indebolisce tutta la struttura



5. Connessione di una trave da solaio su corrente incastrato in mensole di pietra (o di cotto) (a); unione trave-muro con banchina poggiate su ritti di legno collegati tramite intaglio a dente a mensole di pietra (poste 70-120 cm sotto il solaio); i ritti sono fissati alla parete con piastre di ferro inchiodate per eludere ogni possibile spostamento, mentre le mensole frenano il rovesciamento della travatura nel caso di insufficiente altezza (b)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

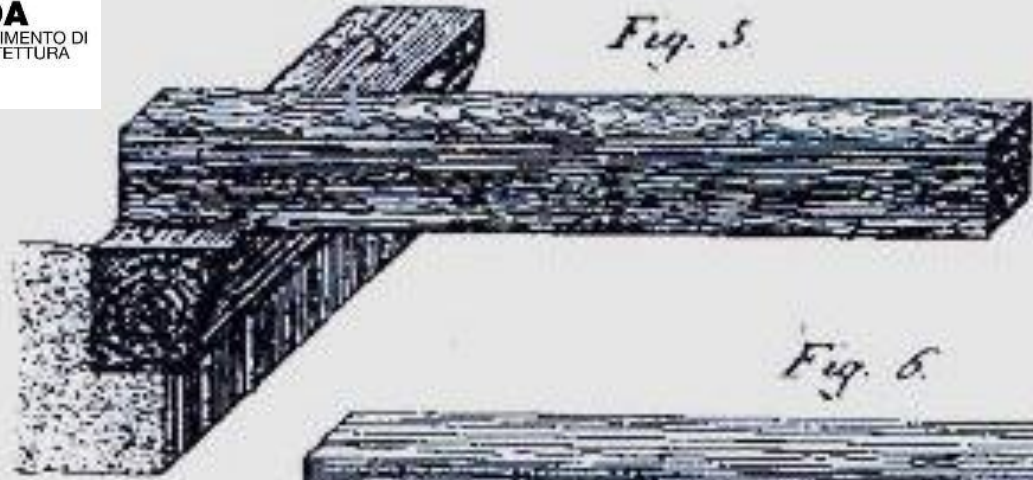


Fig. 5.

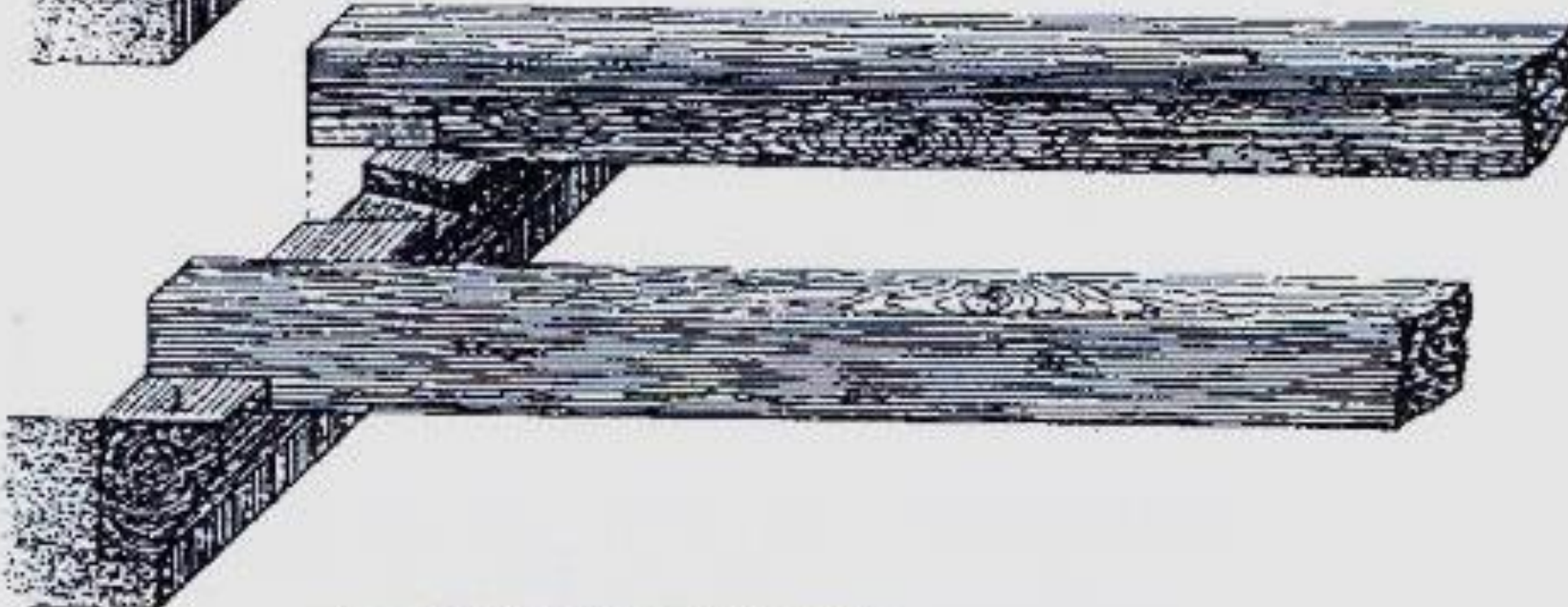


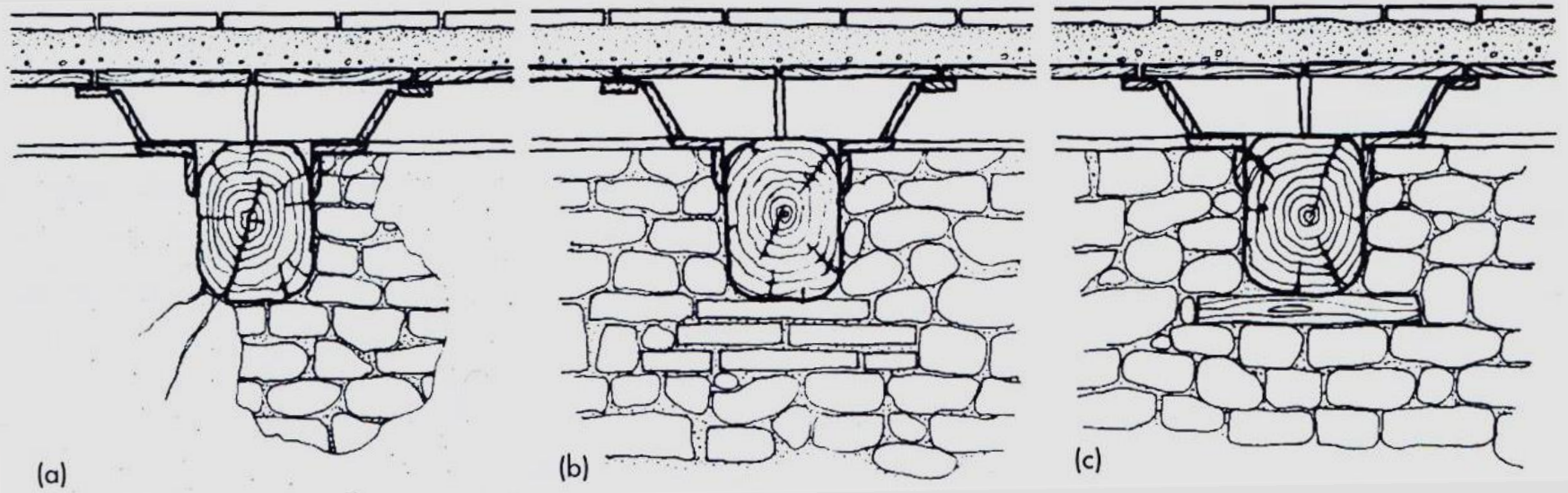
Fig. 6.





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

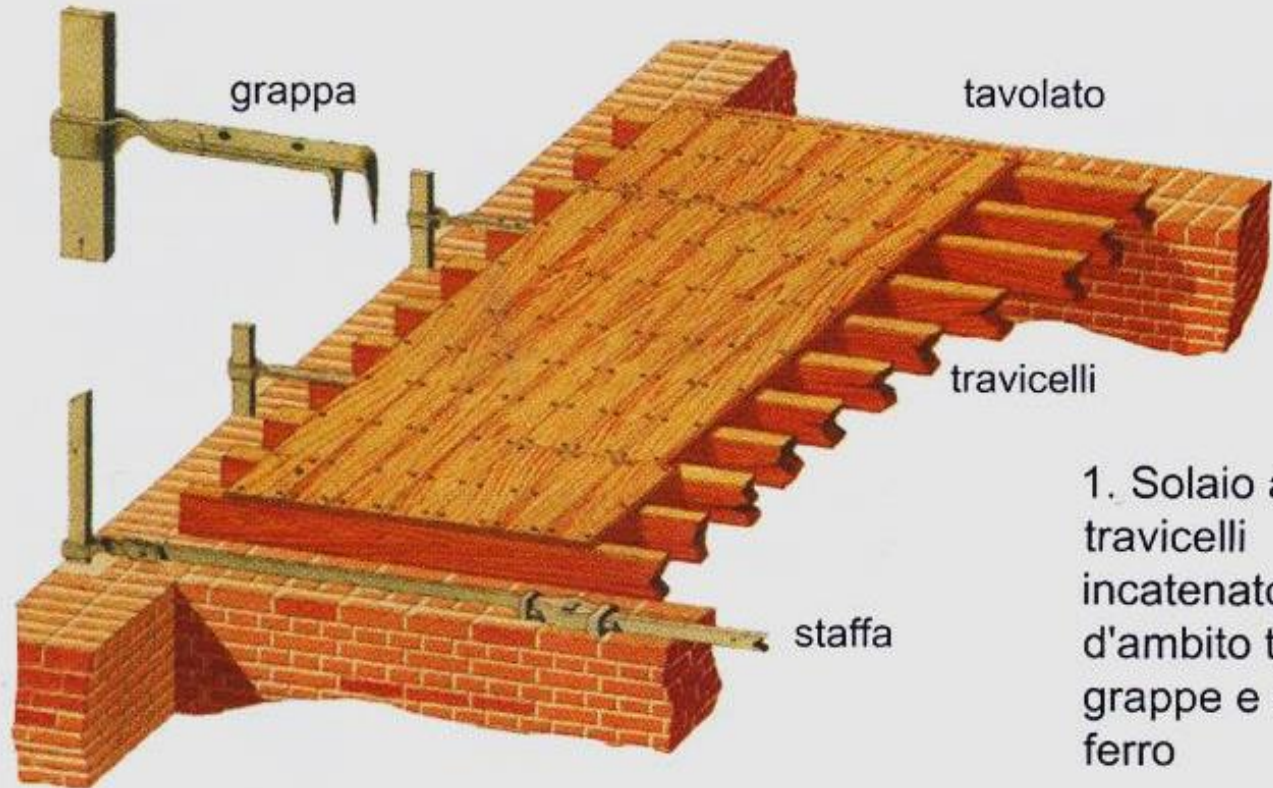
DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



(a)

(b)

(c)



1. Solaio a
travicelli
incatenato ai muri
d'ambito tramite
grappe e staffe di
ferro



Le orditure

L'orditura può essere semplice o composta da più serie di elementi.

Nel primo caso si ha un solaio, tipico delle zone più ricche di legname, in cui si utilizzano travi di sezione media, che vanno direttamente da muro a muro, anche su luci abbastanza elevate: occorre in questi casi che l'interasse degli elementi sia però contenuto, per ridurre il carico e la sollecitazione flessionale.

Il passo è limitato una dimensione doppia della larghezza del travetto, in modo da avere un pieno alternato a un vuoto di eguale dimensione; sul vuoto si mette la tavola che può essere disposta parallelamente ai travicelli, data la loro vicinanza.

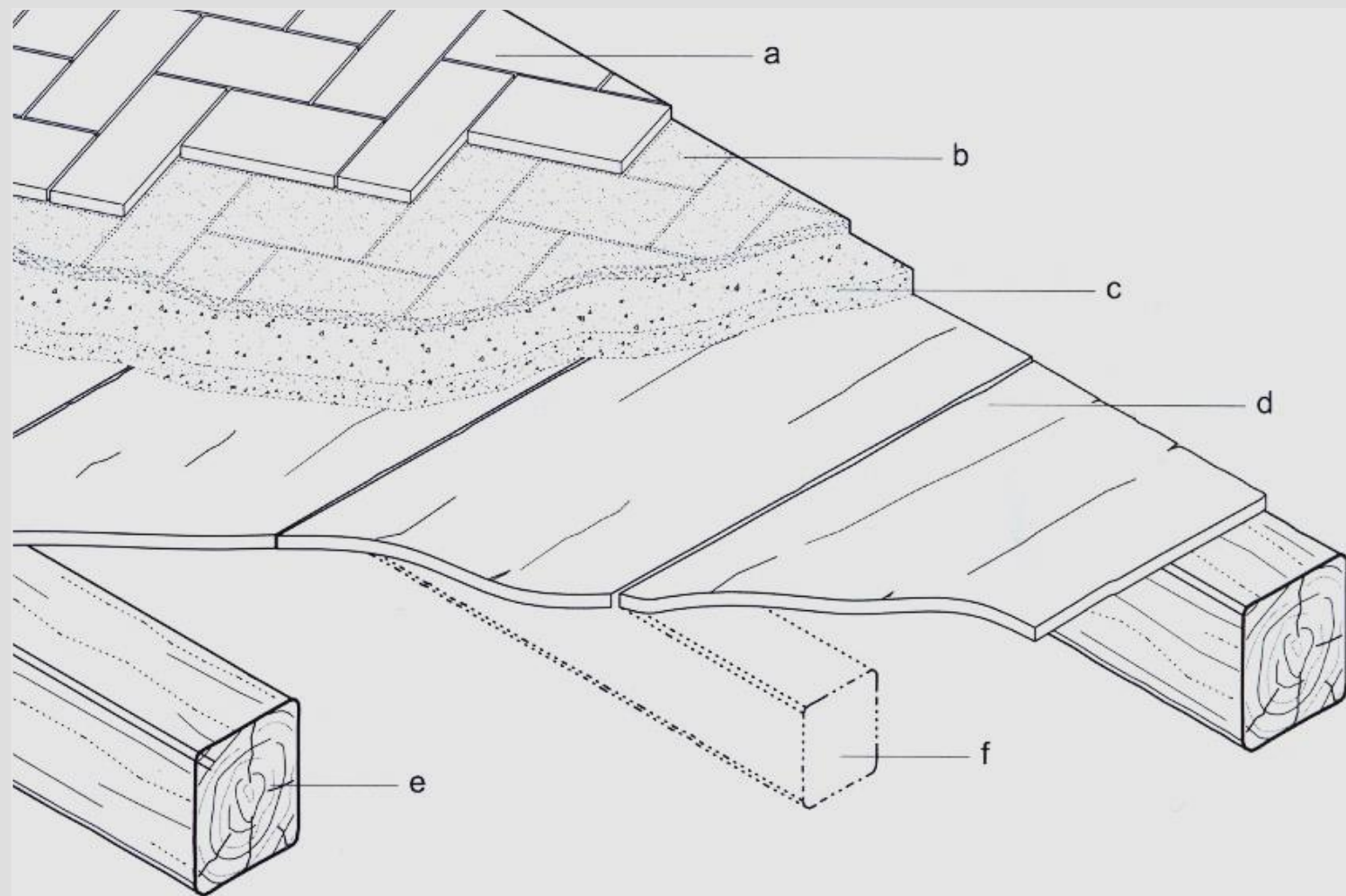


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

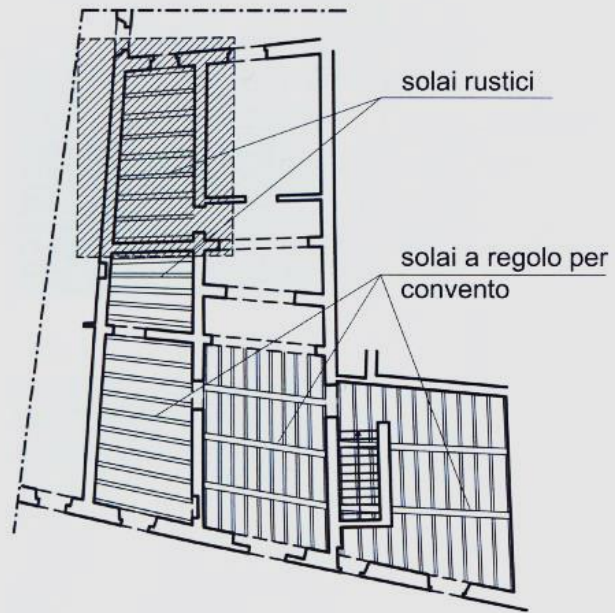
In altre regioni le tavole si dispongono normalmente ai travicelli, consentendo un maggior diradamento di questi ultimi; ciò però, ne consente l'uso su luci più brevi e quindi comporta generalmente la necessità di una orditura di travi inferiore.

Questo sistema si è rilevato più economico nelle regioni meridionali ed è tipico, ad esempio, a Roma dove risulta molto diffuso; consente di utilizzare legni relativamente corti, poco pesanti e quindi maneggevoli mentre le difficoltà sono concentrate sui travi principali.



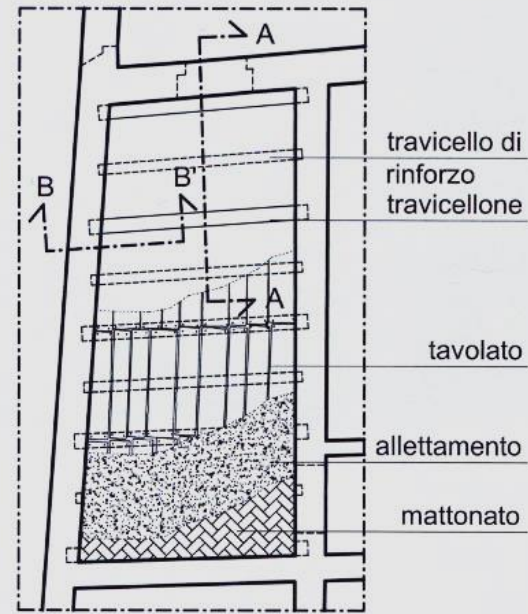
Roma, Palazzo Pozzi, via di Monserrato (XV-XIX sec.)

1. Stralcio pianta piano primo



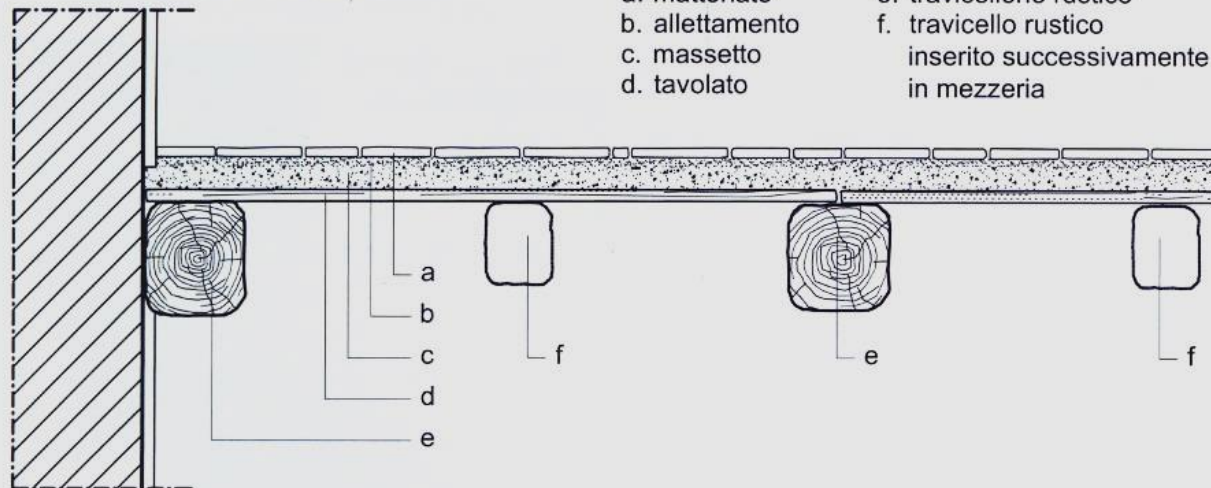
0 1 5 10 m

2. Vista dall'alto: pianta delle orditure



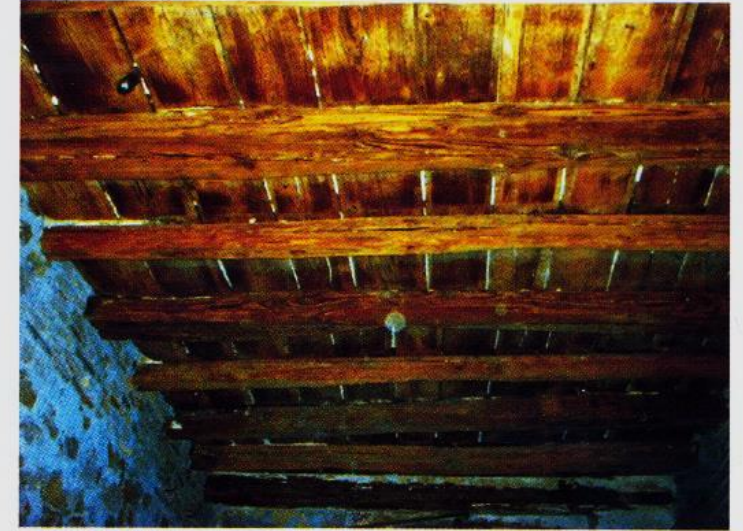
0 0.5 1 2 3 4 m

4. Sezione A-A', scala 1:20



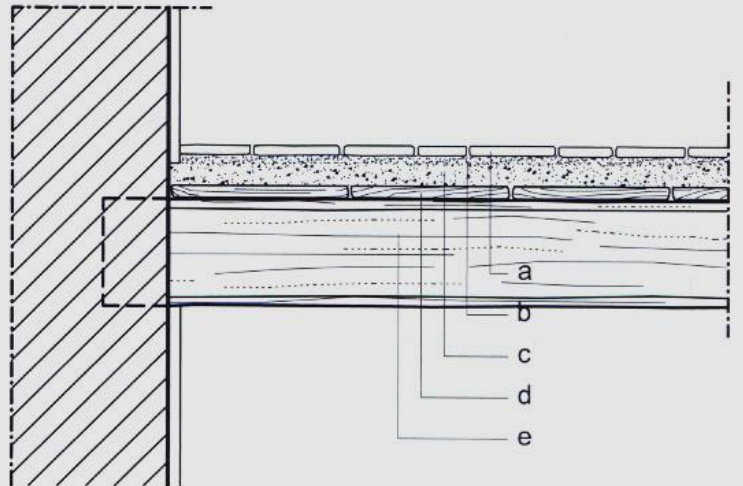
- | | |
|-----------------|--------------------------|
| a. mattonato | e. travicellone rustico |
| b. allettamento | f. travicello rustico |
| c. massetto | inserito successivamente |
| d. tavolato | in mezzeria |

3



3., 6., 7. Le immagini evidenziano l'orditura di travicelloni del solaio preesistente e quella dei travicelli aggiunti in mezzeria nel corso d'un successivo intervento di consolidamento

5. Sezione B-B', scala 1:20

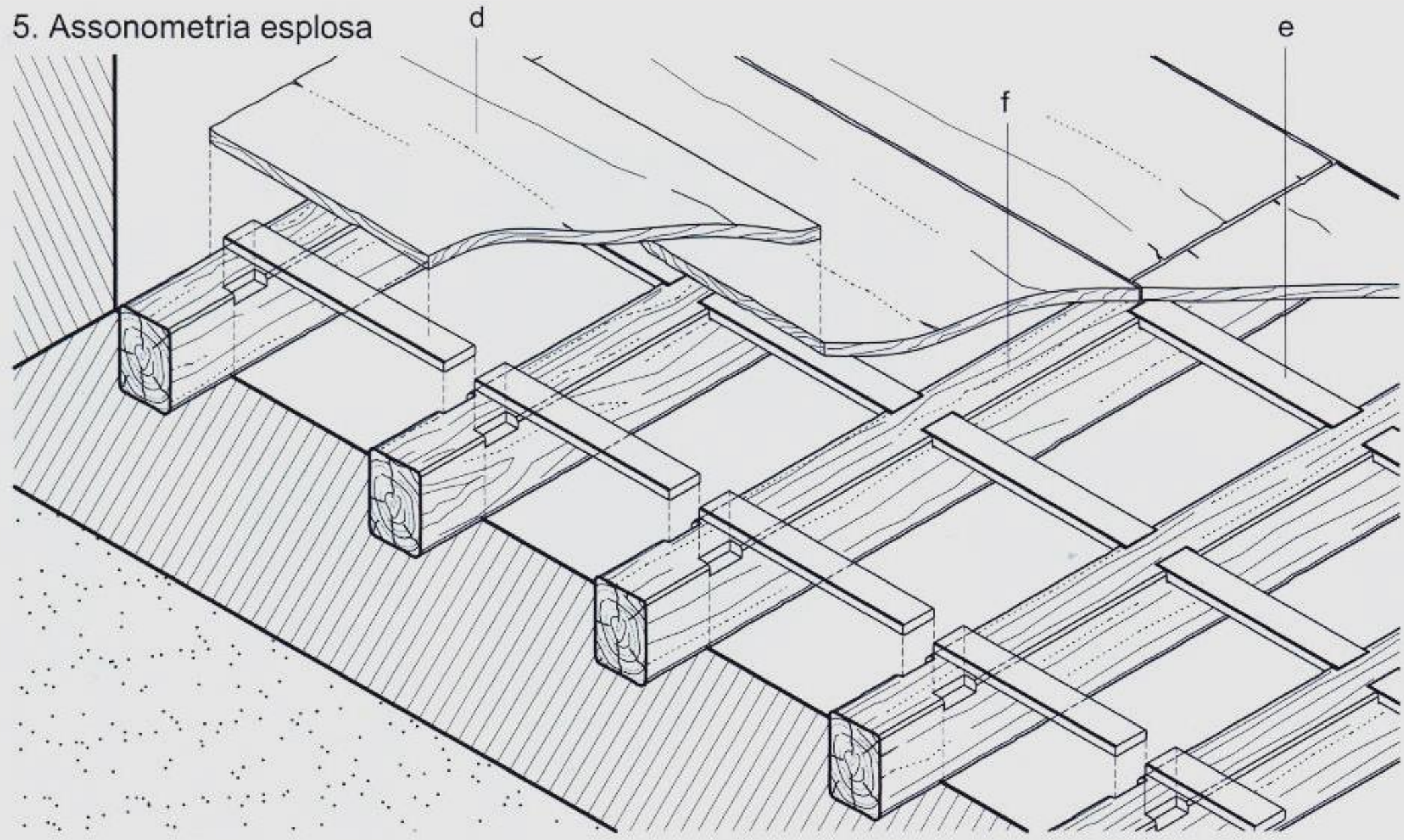




UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

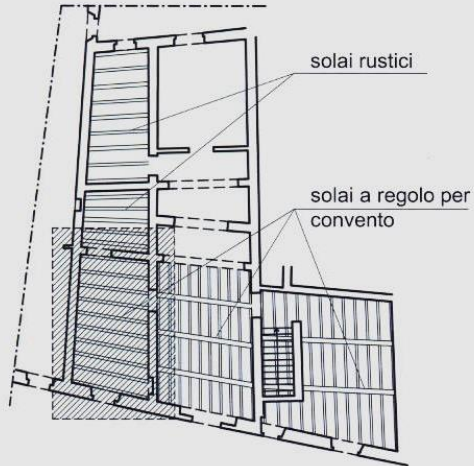
DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

5. Assonometria esplosa



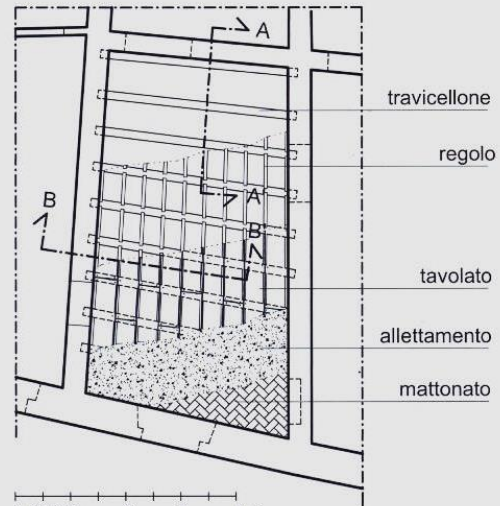
Roma, Palazzo Pozzi, via di Monserrato (XV-XIX sec.)

1. Stralcio pianta piano primo



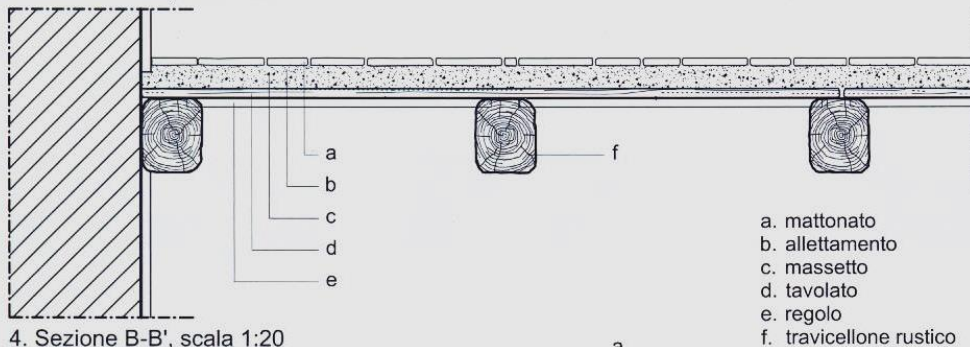
0 1 5 10 m

2. Vista dall'alto: pianta delle orditure

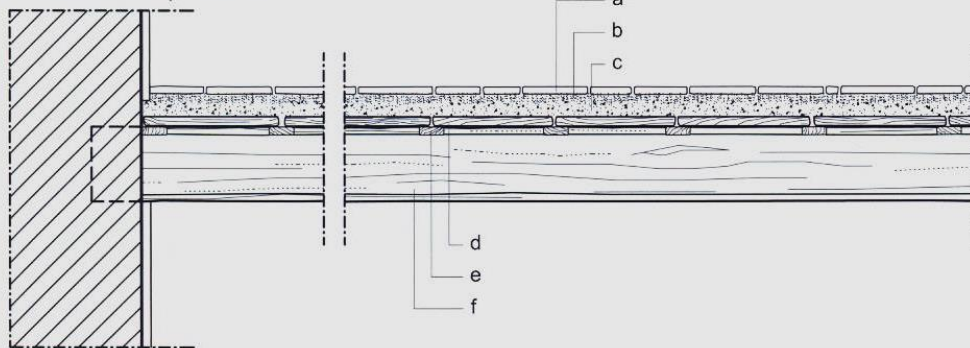


0 0.5 1 2 3 4 m

3. Sezione A-A', scala 1:20



4. Sezione B-B', scala 1:20



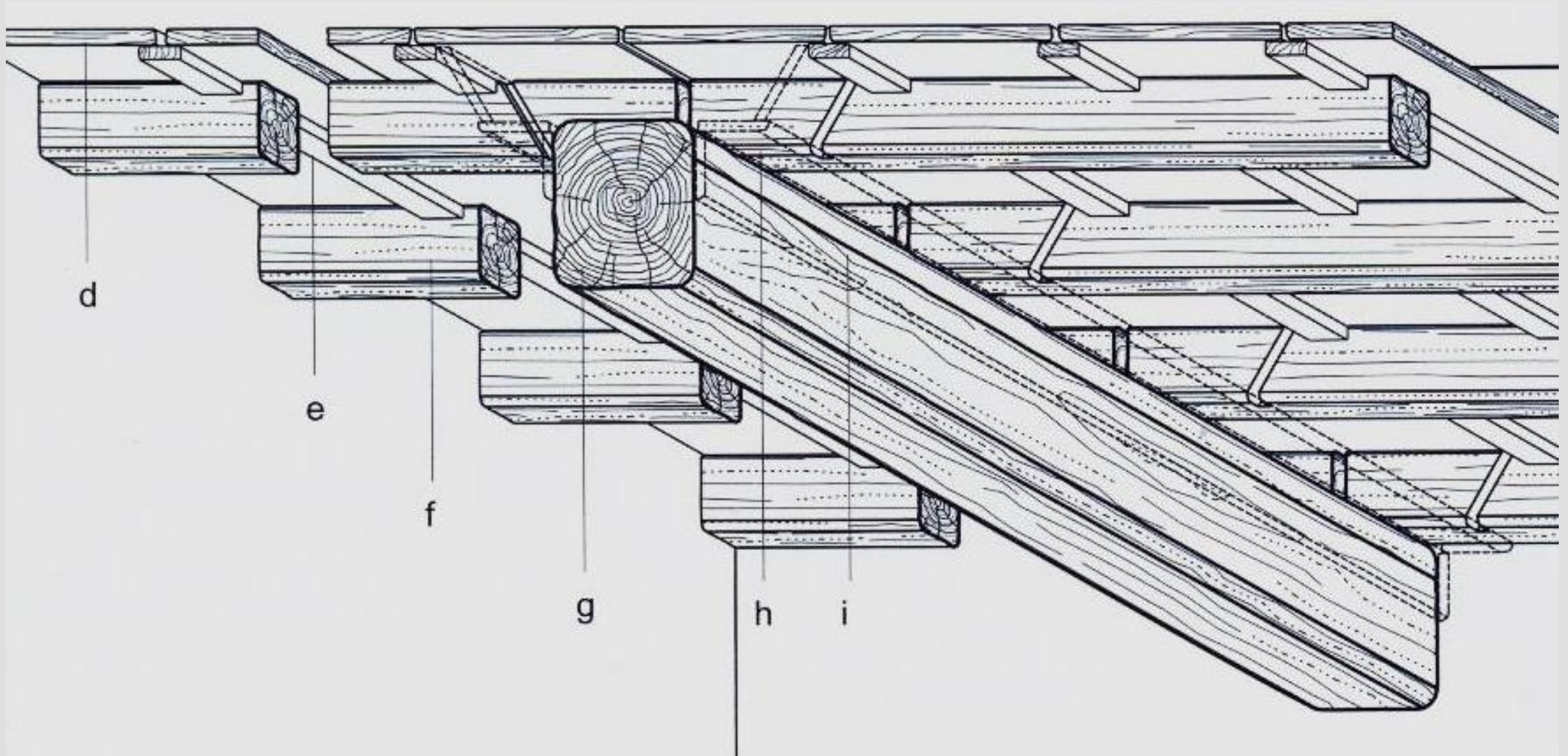
In effetti, nel suo trattato il Milizia criticò aspramente il solaio in uso a Roma, rispetto a quelli di soli travicelloni utilizzati nelle regioni settentrionali, poiché trovava rischioso affidare la stabilità del solaio a un unico elemento il quale, cedendo avrebbe comportato la rovina dell'intera struttura. Tra l'altro la presenza di più ordini di travi sovrapposte comporta una diminuzione dell'altezza utile dell'ambiente.

Comunque, i solai con travature composte sono, la maggior parte dei casi, costituiti da due ordini, cioè dalle travi principali su cui appoggia l'orditura secondaria dei travicelli; in questi casi, si può avere una sola trave principale che divide la stanza, oppure più travi poste a un intervallo oscillante intorno ai 3 metri, che è la lunghezza con cui venivano commerciati i travicelli più piccoli.



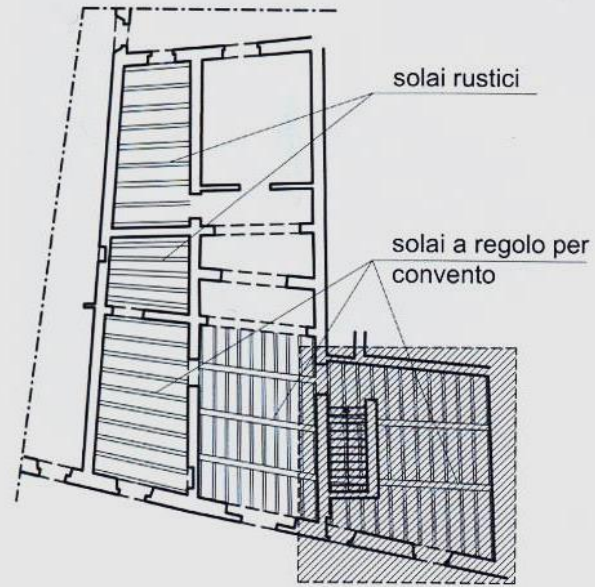
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



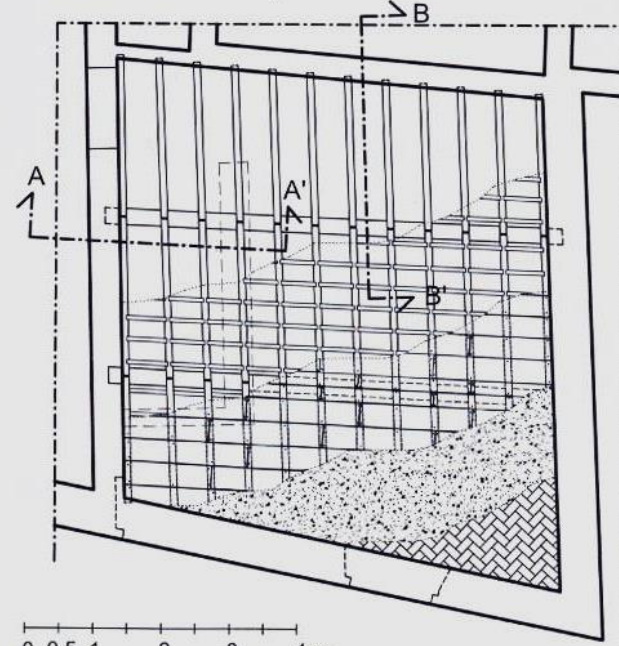
Roma, Palazzo Pozzi, via di Monserrato (XV-XIX sec.)

1. Stralcio pianta piano primo



0 1 5 10 m

2. Vista dall'alto: pianta delle orditure



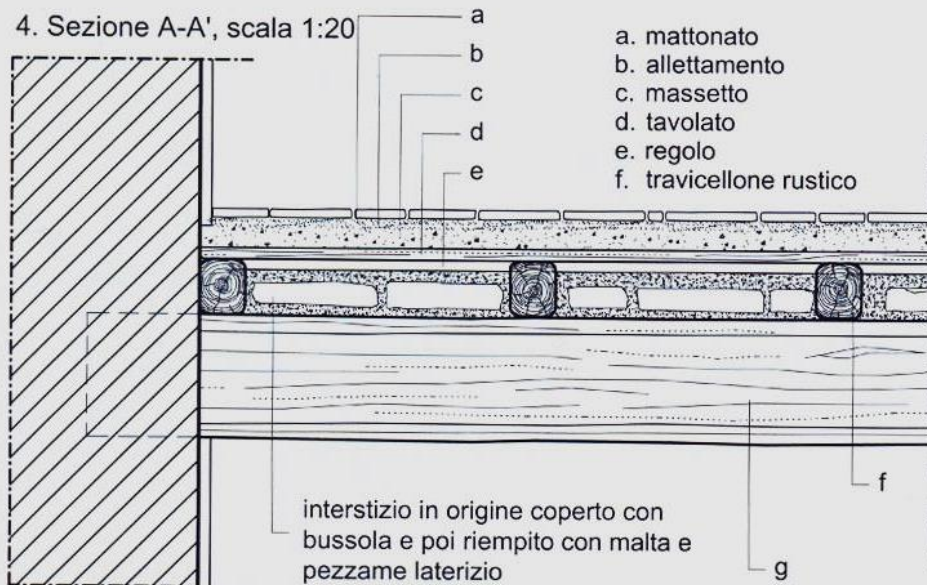
0 0.5 1 2 3 4 m

3



3., 7., 8. Le immagini mostrano le due orditure portanti che costituiscono il solaio, l'andamento dei regoli per convento, disposti superiormente, e l'appoggio dei travicelli in cui si notano ancora gli incassi delle bussole, originariamente presenti e poi rimosse

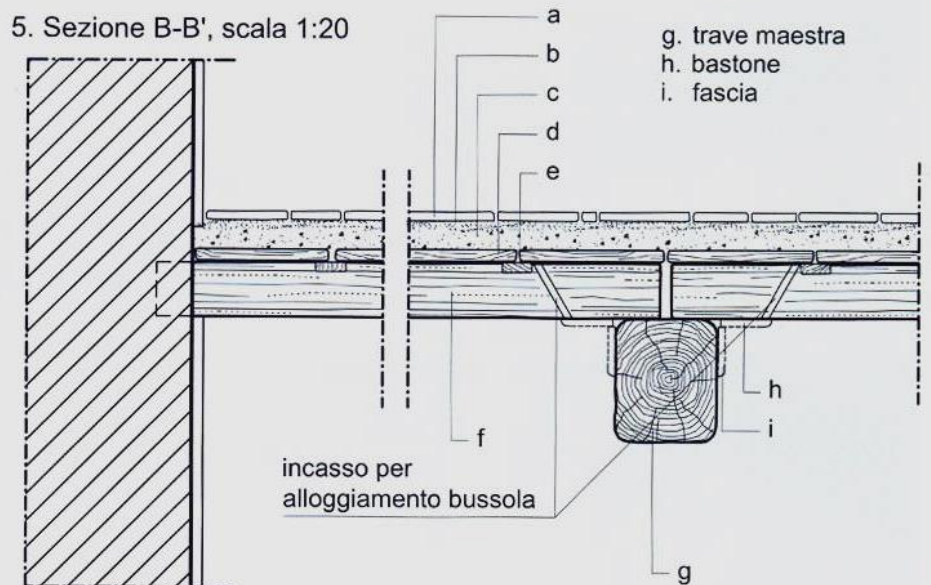
4. Sezione A-A', scala 1:20



- a. mattonato
- b. allettamento
- c. massetto
- d. tavolato
- e. regolo
- f. travicellone rustico

interstizio in origine coperto con bussola e poi riempito con malta e pezzame laterizio

5. Sezione B-B', scala 1:20



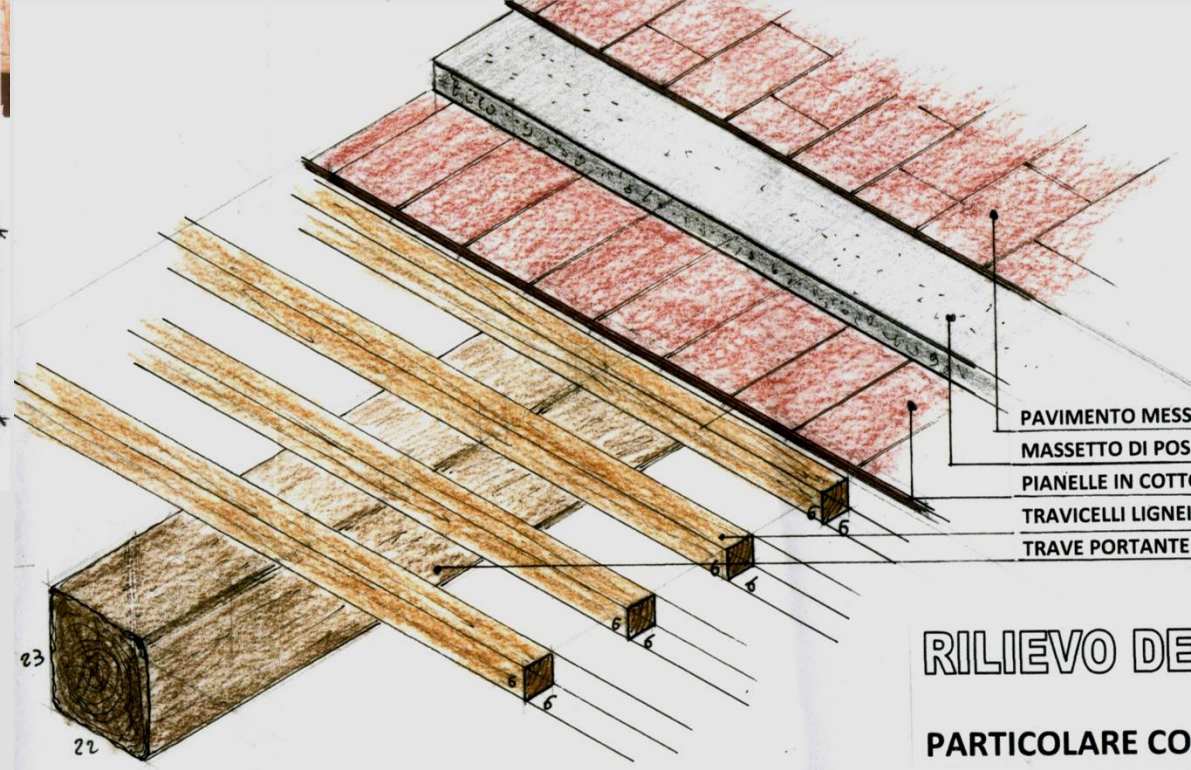
- g. trave maestra
- h. bastone
- i. fascia

incasso per alloggiamento bussola



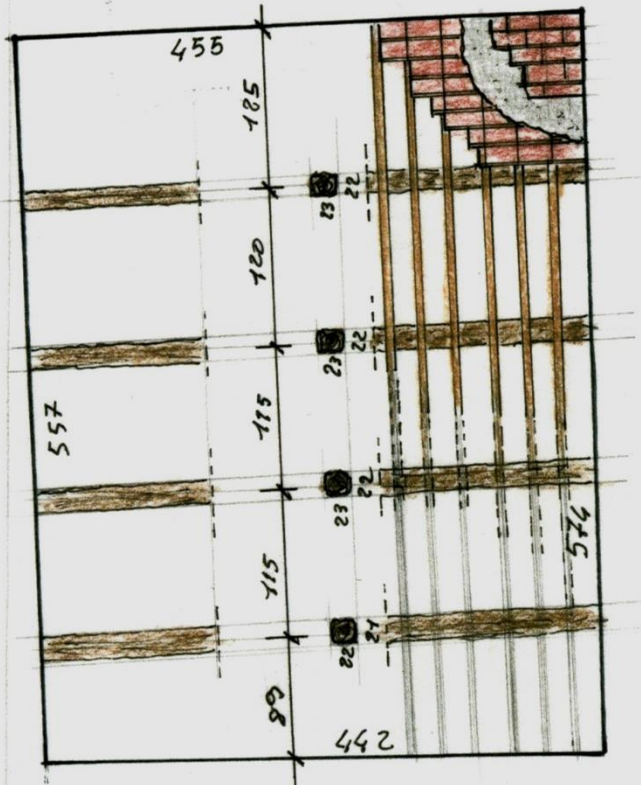
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



RILIEVO DE
PARTICOLARE CO

PIANTA STRUTTURALE DEL SOLAIO



2. VISTA DELL'AMBIENTE DA RESTAU-
RARE E RECUPERARE AD USO SALOTTO -
PARTICOLARE ATTENZIONE SARÀ POSTO
AL RESTAURO DELLA STRUTTURA LIGNEA
DELLA STANZA.



Se, in generale, può ritenersi conveniente la disposizione delle orditure perpendicolari tra loro, per la standardizzazione del pezzame, al contrario, spesso, l'ordinamento delle travi e dell'orditura superiore era determinato di fatto, in relazione ai problemi contingenti che potevano manifestarsi.

Ad esempio, per dissimulare le irregolarità e non far risultare, con una maglia rettangolare, la forma anormale o incerta degli ambienti, si possono disporre le orditure con angoli non retti ma variabili; si nota molto meno un quadrangolo leggermente romboidale che non un quadrettato regolare che si frammenta in prossimità del perimetro.

In altri casi la presenza di una parete con un certo fuori squadra o, comunque disarticolata rispetto alle altre, consiglia di disporre i travicelli a ventaglio per recuperare completamente o in parte l'irregolarità.



In alternativa il costruttore semplicemente, orientava le orditure allineando lungo le travi la direzione di una parete e seguendo la direzione di un'altra parete per i travicelli, facendo assorbire tutte le irregolarità all'ultimo campo tra il travicello addossato al muro e il vicino.

Non mancano esempi di solai realizzati con travicelli tutti paralleli ma con le travi leggermente divaricate; per mediare l'allargarsi delle pareti e, a volte, per evitare di scaricare su vani o canne fumarie; contemporaneamente però, si riducono a trapezi le tavole e gli scomparti dei campi intermedi, con evidenti complicazioni.

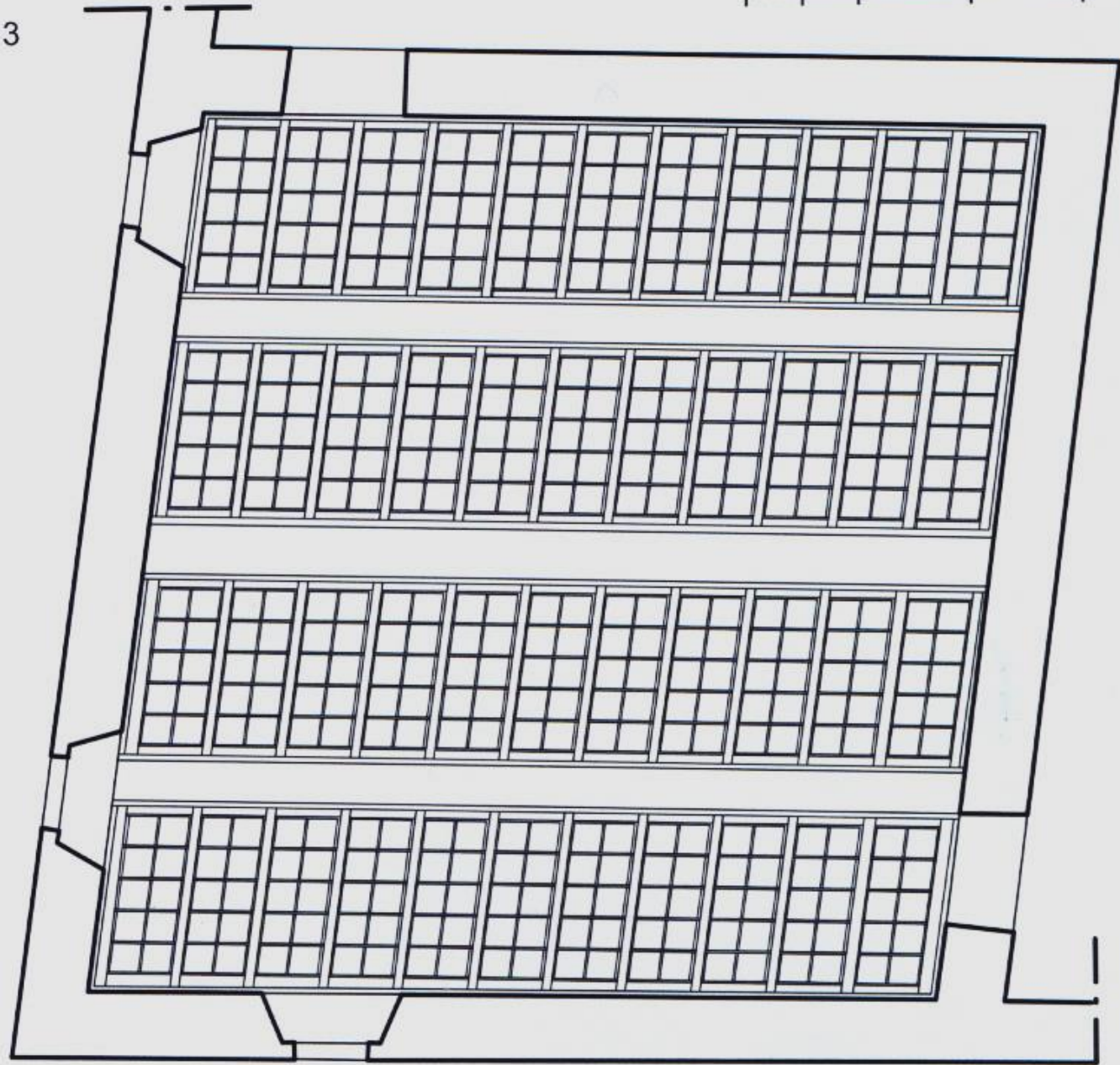
Per i solai con più travi principali al fine di migliorare il comportamento e l'unità del complesso strutturale, si usava anche disporre i travicelli in modo che appoggiassero su tre travi; per far ciò si usavano elementi di maggiore lunghezza e si limitava l'interasse delle travi.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

3





In oltre si montavano i travicelli sfalsati in modo che si appoggiassero, per esempio su tre campi, sempre sulle due travi centrali e, alternativamente, sui muri a destra e sinistra. Si migliorava così la portata dei travicelli, la distribuzione dei soprastanti carichi concentrati e il collegamento tra gli elementi del solaio.

Anche le tavole (lunghe circa 10 palmi) sono generalmente appoggiate su diversi travicelli, talvolta con una disposizione che ricorda l'apparecchiatura isodoma delle murature, ottenendo vantaggi analoghi a quelle elencati per i travicelli.

La lunghezza delle travi non squadrate, spesso, evidenzia la forma conica del tronco e per questa conformazione naturale esse erano poste in opera con testa e piede alternati; da ciò deriva l'opportunità, nei rilievi, di misurare le travi in mezzeria e non agli appoggi. Commercialmente si misurava la sezione a una distanza di 10 palmi (circa 2,24 m) dal piede, cioè all'estremo più grosso.



Talvolta, quando non erano disponibili travi di sezione sufficiente, si accostavano due tronchi di medie dimensioni, l'uno in posizione inversa rispetto all'altro in modo che, sullo stesso appoggio, scaricassero con la punta e il piede e viceversa sul muro opposto.

Il tutto era poi opportunamente nascosto con la fodera della cassetta per simulare un'unica trave.

In alcuni solai i travicelli non appoggiavano mai sui muri e, in questi casi, sulle pareti è presente una trave cosciale, simile a quelle principali centrali, talvolta più stretta ($1/12$ della sezione); oltre alla maggiore eleganza, questi solai hanno il pregio di non incidere la murature per l'esecuzione dell'appoggio dei travicelli.



Nelle regioni italiane è raro imbattersi in solai che non siano formati, almeno nella struttura primaria, con travature appoggiate a entrambi le estremità sui muri d'ambito. Al contrario, in altri paesi europei con la tradizione carpentieristica maggiormente sviluppata, si realizzavano solai con elementi la cui lunghezza era minore delle luce più corta dell'ambiente; in questi casi si doveva necessariamente ricorrere a complesse disposizioni delle travi e, soprattutto, era necessaria una notevole maestria nel realizzare le congiunzioni tra le parti.

In pratica, si trattava di costruire un telaio del quale solo alcuni elementi scaricavano su muri; essendo le travi impiegate più cote delle luci da coprire, esse venivano appoggiate, per esempio diagonalmente, in prossimità degli spigoli dell'ambiente. Le altre travi erano appoggiate alle prime, non sovrapposte ma congiunte in opera così da essere l'estradosso allo stesso livello; ciò si otteneva realizzando gli opportuni incastri assicurati anche con ferrature.



In alternativa come consigliava il Serlio nel suo trattato, gli elementi potevano scaricare sul muro solo con un appoggio mentre l'altro andava a gravare su un'altra trave disposta con le stesse modalità.

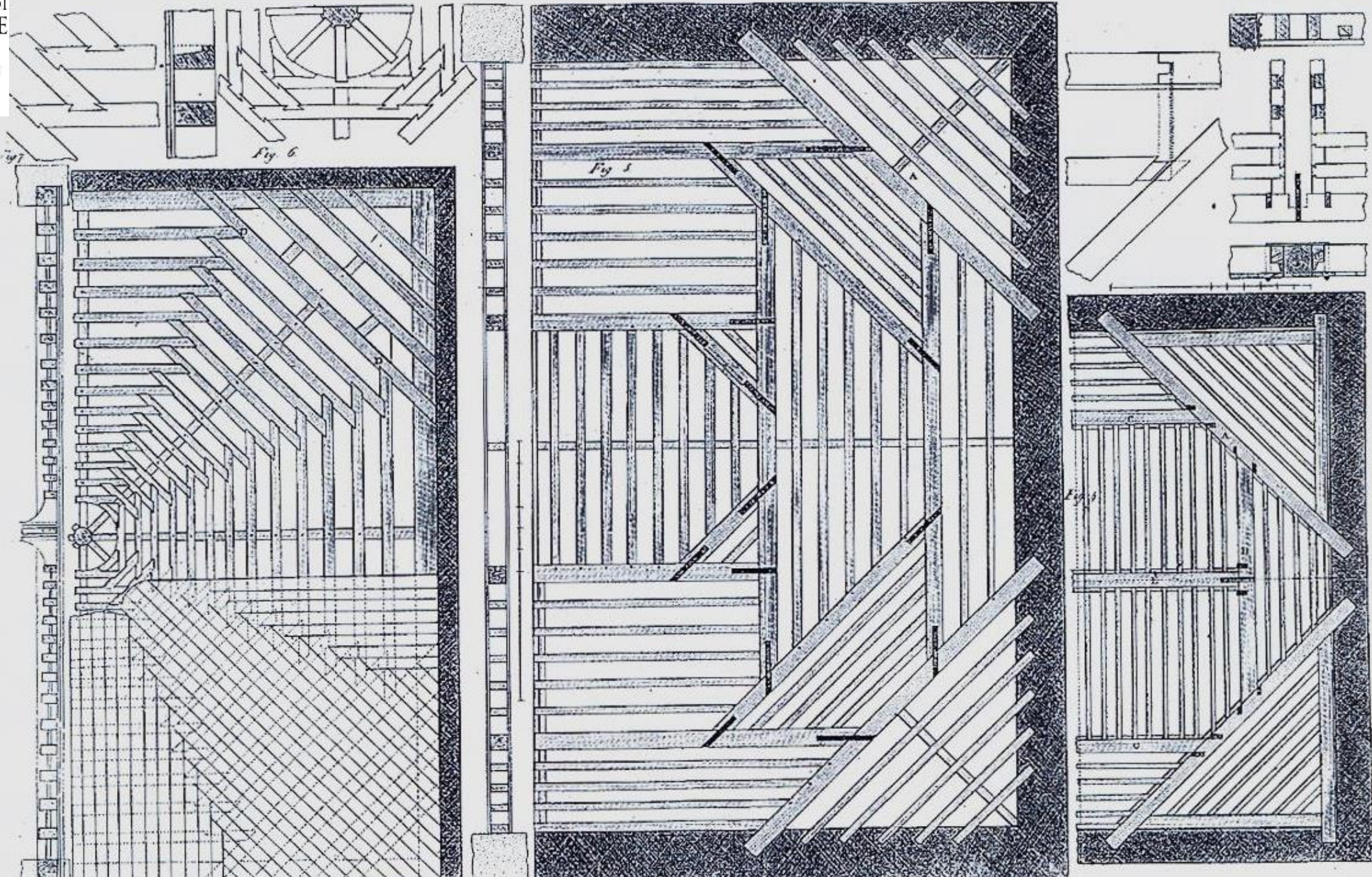
Si ottenevano così a fronte di un maggiore onere di lavorazione e di ferrature, il vantaggio di una sorta di piastra lignea, più rigida delle tipologie precedentemente descritte, uno spessore ridotto, poiché privo di sovrapposizioni di ordini e la possibilità di usare sezioni più piccole e di inserire più facilmente i vani per il passaggio delle scale.

In tal caso questi si possono ricavare semplicemente non tamponando una delle porzioni individuate dall'orditura delle travi, mentre, con la soluzione più tradizionale a orditure sovrapposte, si deve ricorrere al "cavallo".



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

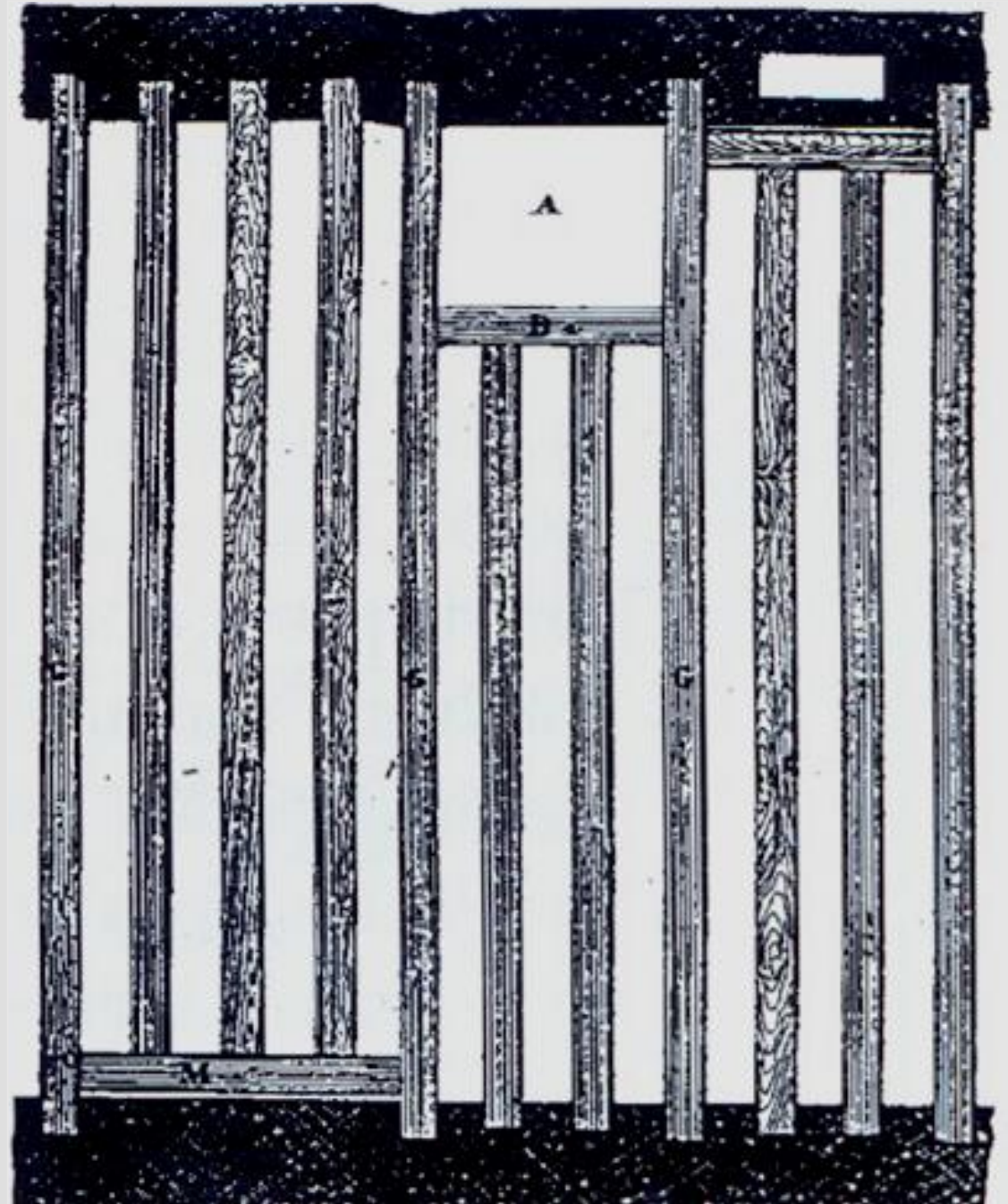




UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

Questo artificio consiste nel tagliare i travicelli quando serve per il passaggio e nel sostenerli con un altro travetto disposto perpendicolarmente ai primi, appeso ai due travicelli successivi, alle due opposte estremità di quelli segati. La sospensione si realizza con fascette metalliche, avvolte e chiodate oppure con apposite scaffalature di ferro; chiaramente il tutto assume un aspetto poco elegante e quasi provvisorio ma questo rimedio era spesso utilizzato per i collegamenti verticali nelle torri o tra la bottega e il mezzanino.





Il Piano

Sull'estradosso dei travicelli veniva fissato il tavolato per ottenere il piano su cui stendere il pavimento; questo tavolato, eccezionalmente, poteva essere anche direttamente utilizzato quale calpestio, come accadeva, talvolta, nei locali rustici o nei sottotetti.

Nella tradizione dei solai lignei compare, probabilmente solo nell'Ottocento, anche il controtavolato; si tratta di una replica dell'assito con direzione perpendicolare o inclinata a 45 gradi rispetto al tavolato inferiore.

La sua funzione è quella di distribuire più efficacemente i carichi concentrati, di limitare le oscillazioni e di collegare meglio, mediante le chiodature, gli elementi sottostanti; si dota così il solaio anche di una minore deformabilità sul suo stesso piano orizzontale, come una sorta di controventamento e, in effetti, soprattutto a questo scopo il controtavolato veniva e viene tutt'oggi consigliato, con finalità antisismiche.



Il piano orizzontale, all'estradosso del solaio di legno, veniva anche realizzato con elementi laterizi, in alternativa al tavolato. Si usavano sia le painelle, vale a dire i mattoni più sottili, sia mattoni grossi, più lunghi, per mantenere distanziati i travicelli.

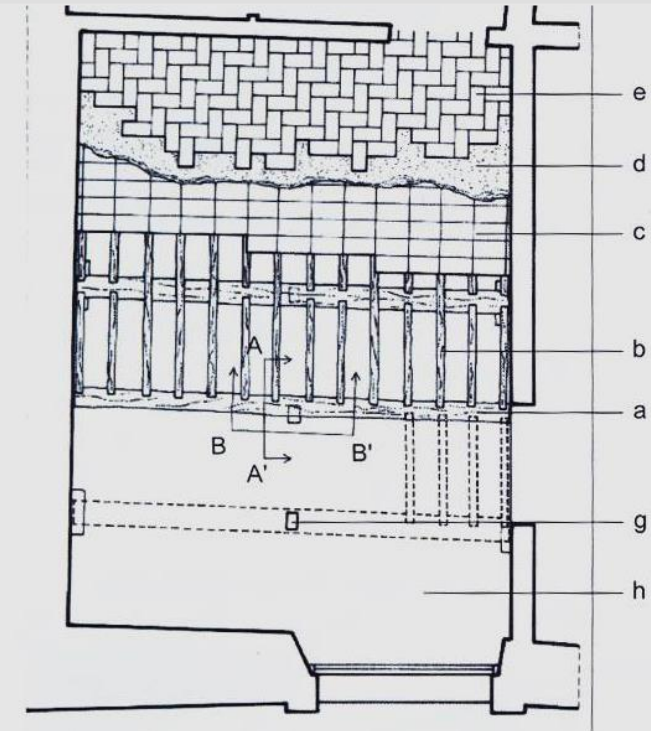
Per semplificare l'esecuzione del manto, i laterizi venivano montati perpendicolarmente ai travicelli in maniera che i lati corti risultassero allineati e non a denti di sega. I giunti erano uniti con la malta di posa e ulteriormente stuccati dall'alto.

All'estradosso si otteneva un manto molto simile a quello delle coperture, che veniva però ricoperto con lastrico e con l'ammattionato, per distribuire i carichi e per evitare la rottura delle fragili painelle.



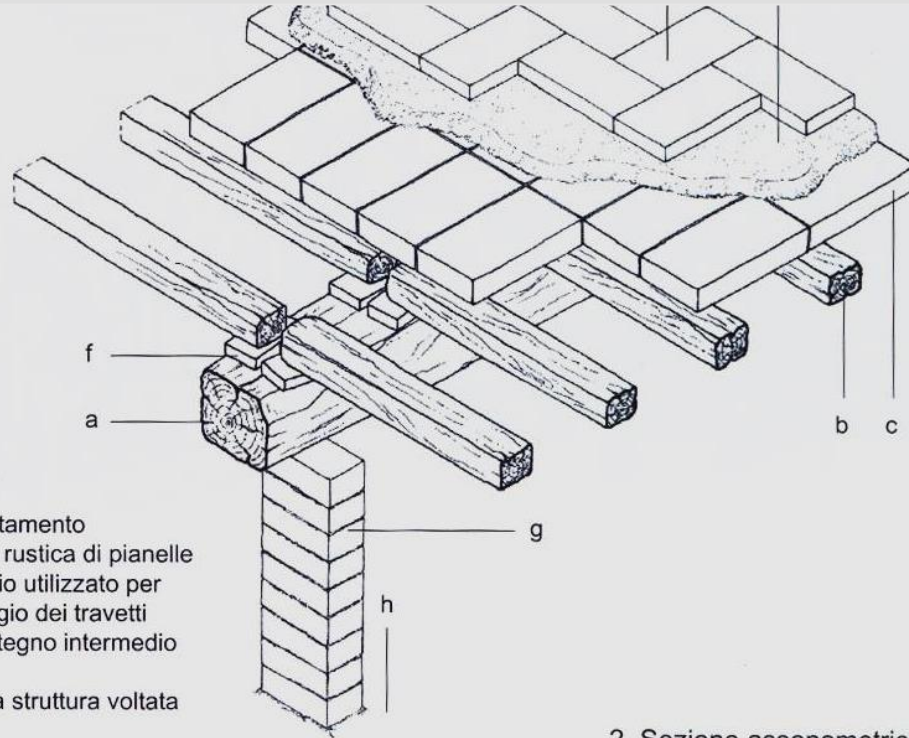
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

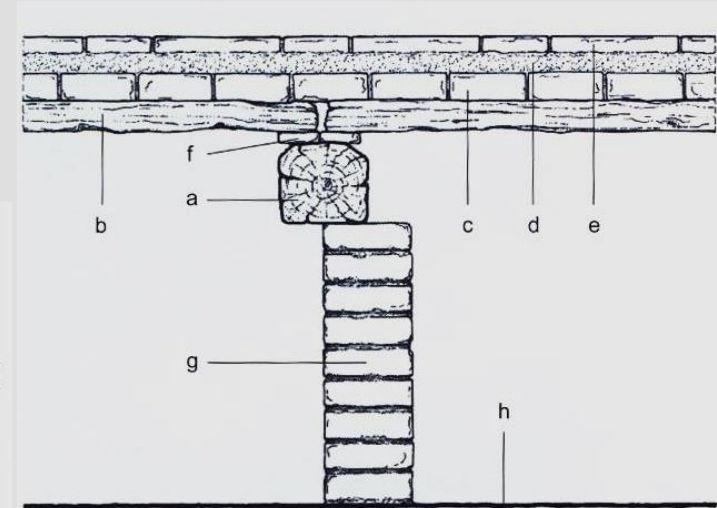


1. Pianta di un ambiente con solai

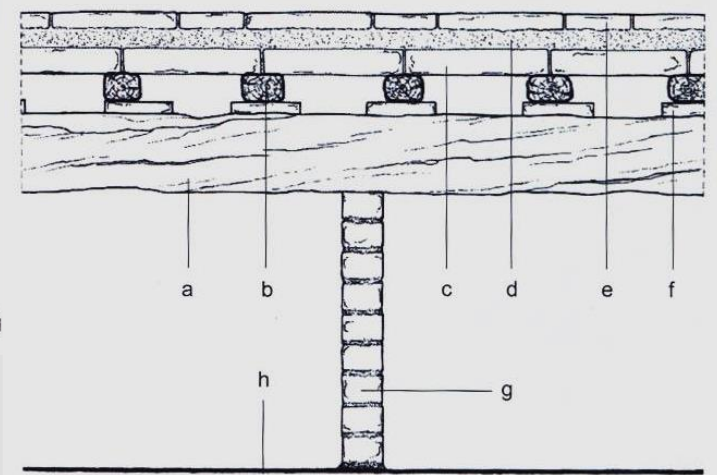
- a. trave portante
- b. travetto
- c. manto di laterizi
- d. massetto e allettamento
- e. pavimentazione rustica di piastrelle
- f. pezzame laterizio utilizzato per livellare l'appoggio dei travetti
- g. pilastro di sostegno intermedio della trave
- h. estradosso della struttura voltata



2. Sezione assonometrica



3. Sezione A-A'



4. Sezione B-B'

0 50 cm

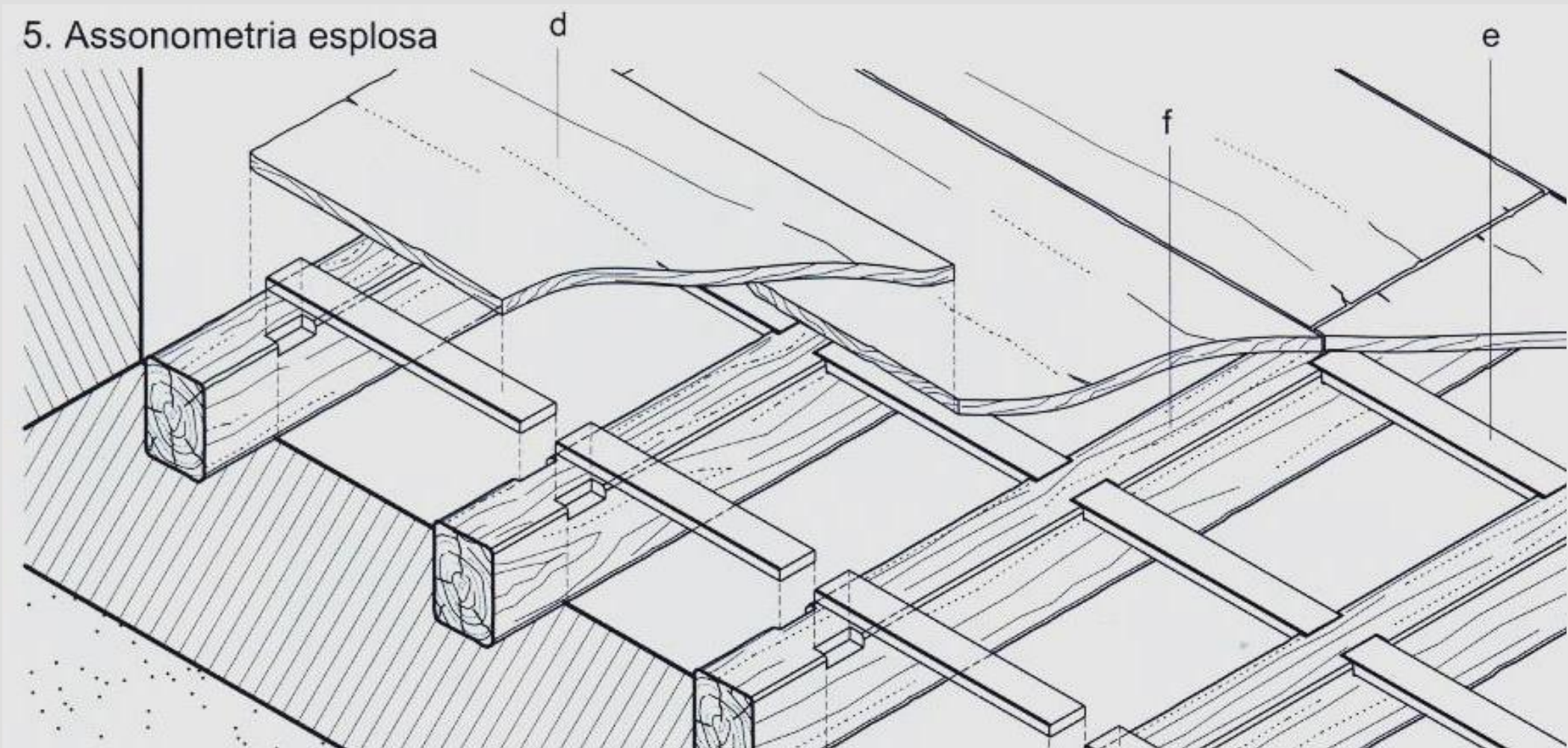


L'omogeneità formale e dimensionale dei mattoni imponeva anche la dimensione dell'interasse dei travicelli e il loro accurato parallelismo, con una minore versatilità rispetto al solaio con tavolato.

Se per gli altri solai si doveva realizzare un ulteriore tavolato di ripartizione dei carichi e di finitura; più spesso, alle nostre latitudini, la stessa funzione era realizzata da un massetto o caldana, realizzati con materiali poco coerenti, tali cioè da assecondare le deformazioni, immancabili nel tempo, del legno e quindi del solaio.

Con il tavolato disposto ortogonalmente ai travicelli. si formavano interstizi da cui poteva penetrare polvere specialmente con la deformabilità tipica di questi solai; anche con eventuali battentature sarebbero comunque rimasti dei giunto in vista, esteticamente poco risolti.

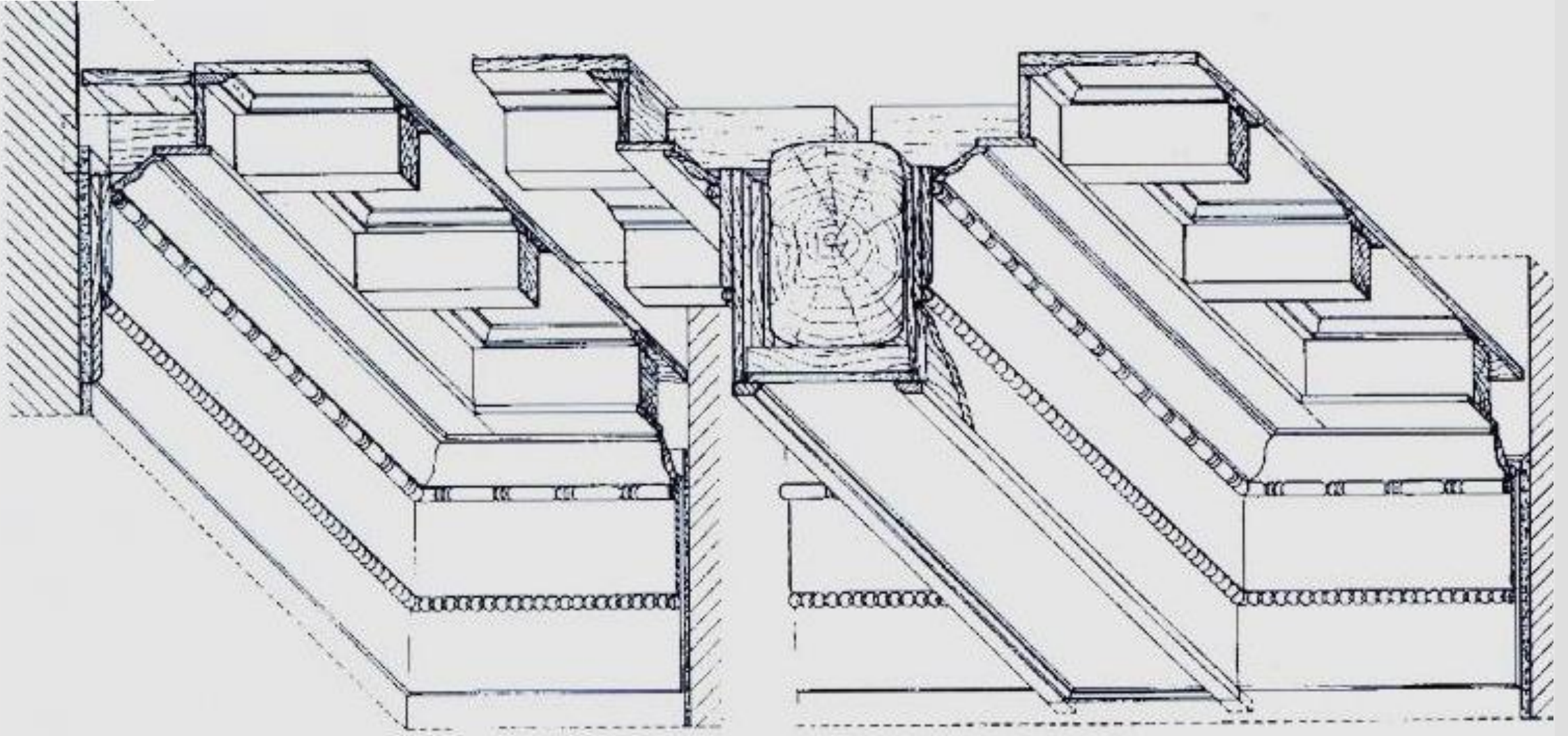
Si rimediava a tutto ciò con un regolo, una tavoletta di ridotte dimensioni, posta fra ti travicello e il tavolato, li “convengono” le due tavole contigue formando il giunto; quindi tali solai furono denominati a “regolo per convento”.





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA





I solai in Ferro e laterizi.

L'impiego di travi profilate d'acciaio permise di ottenere, tra la fine del secolo XIX e gli e i primi decenni del secolo XX, una tipologia di solai che mostrava, rispetto a quelli di legno, significativi miglioramenti: per l'omogeneità e la qualità delle caratteristiche tecnologiche, per la praticità del montaggio, anche in relazione alla forma in sezione, per la possibilità di riduzione degli spessori e di realizzazione di elementi di forma e dimensioni desiderate, e, infine, per la deformazione viscosa molto meno evidente e le minori oscillazioni elastiche.

In pratica questi solai ritenuti vantaggiosi anche rispetto alle pesanti volte murarie, soppiantarono, anche se non completamente, quelli in legno, finché essi stessi non furono messi da parte con l'avvento del cemento armato.



La possibilità di comporre il solaio con elementi lineari, magari stabili o facilmente imbullonabili, per ottenere travature di lunghezza maggiore, con possibilità di pochi appoggi e con la possibilità di spesso, di utilizzare quelli lasciati dai vecchi solai di legno, ne consigliò l'uso negli edifici storici.

Oggi il solaio di putrelle, per l'uso grossolano ed indiscriminato che ne è stato fatto, è quasi sinonimo di rozzezza costruttiva ma, in certi edifici storici, rappresenta un'espressione della tecnica, allora, più moderna.

Data la vastità del campo delle costruzioni metalliche, verranno qui descritte solo alcune tipologie particolarmente diffuse nelle costruzioni in muratura.

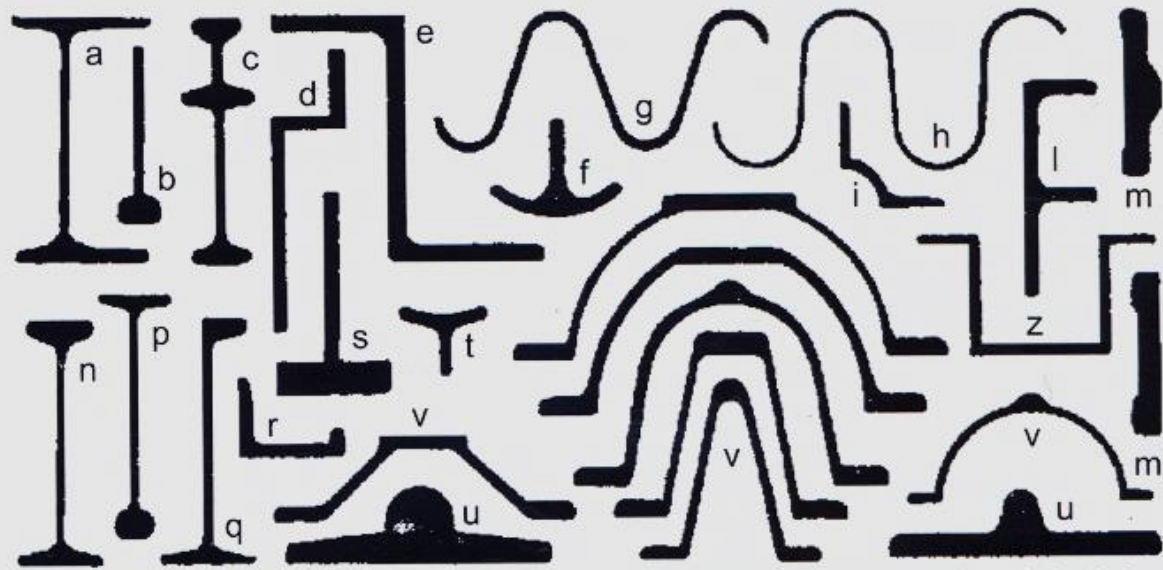


I Profili

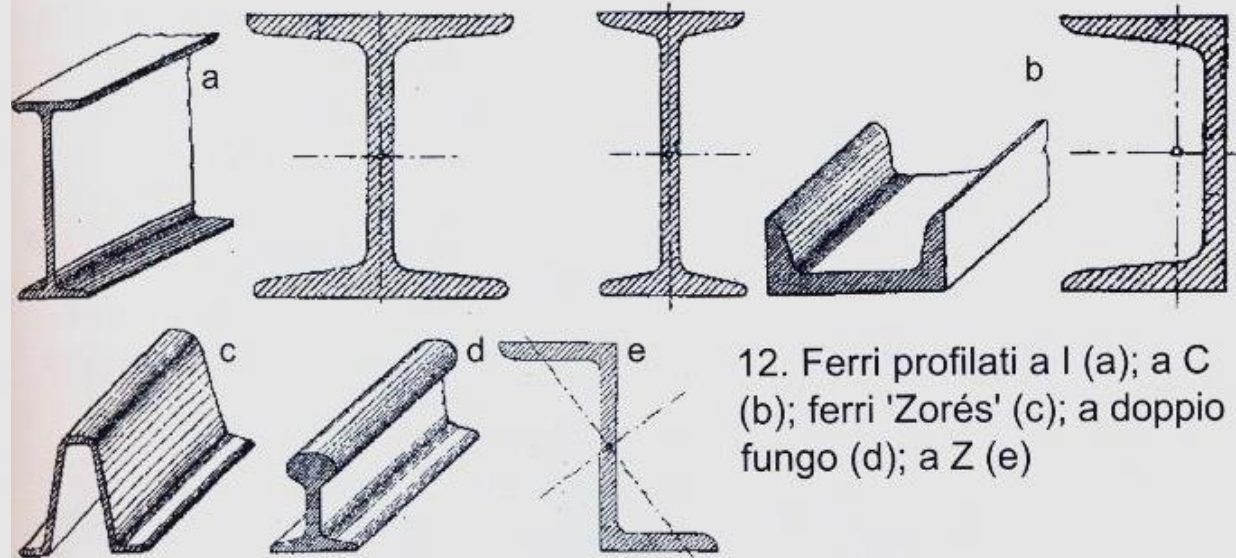
Le sezioni dei profilati metallici sono state unificate solo da qualche decennio; quindi i solai più vecchi sono costruiti con profili dalle dimensioni molto particolari, poiché ogni industria siderurgica ne produceva con disegni e misure propri.

La forma più abituale per queste sezione è quella a doppio T o a T rovescio; si trovano peraltro dei profili a doppio T asimmetrici (l'ala inferiore maggiore), rotai de ferrovia riutilizzate e profilati a C.

Si usavano, talvolta, sezioni composte da più profilati o da ferri piatti, specie per opere di grande impegno strutturale.



11. Travi con ali di larghezza e spessore disuguali (a); a bulbo (piede) (b); a triplo T (c); a Z con una ala più lunga (d); a Z normale (e); con lati tondeggianti in dentro (f); lamiere ondulate portanti ad asta obliqua (g) e dritta (h); ferro d'angolo di rinforzo (controferro) o quarto di cerchio ad ali larghe (i); a F (l); stecche (m); a T con lati diversi (n); con ali larghe (p); a F con piede senza dente di mezzo (q); a U con braccia diverse (r); a T con asta alta e ali di doppio spessore (s); con ali tondeggianti in fuori (t); a T con stanga a bulbo (u); ferri 'Zorès' (v); profilo da canale (z)



12. Ferri profilati a I (a); a C (b); ferri 'Zorès' (c); a doppio fungo (d); a Z (e)

Elaborazione da Donghi, 1925; Levi, 1920; Minnucci, 1945



Solai con volterrane e voltine

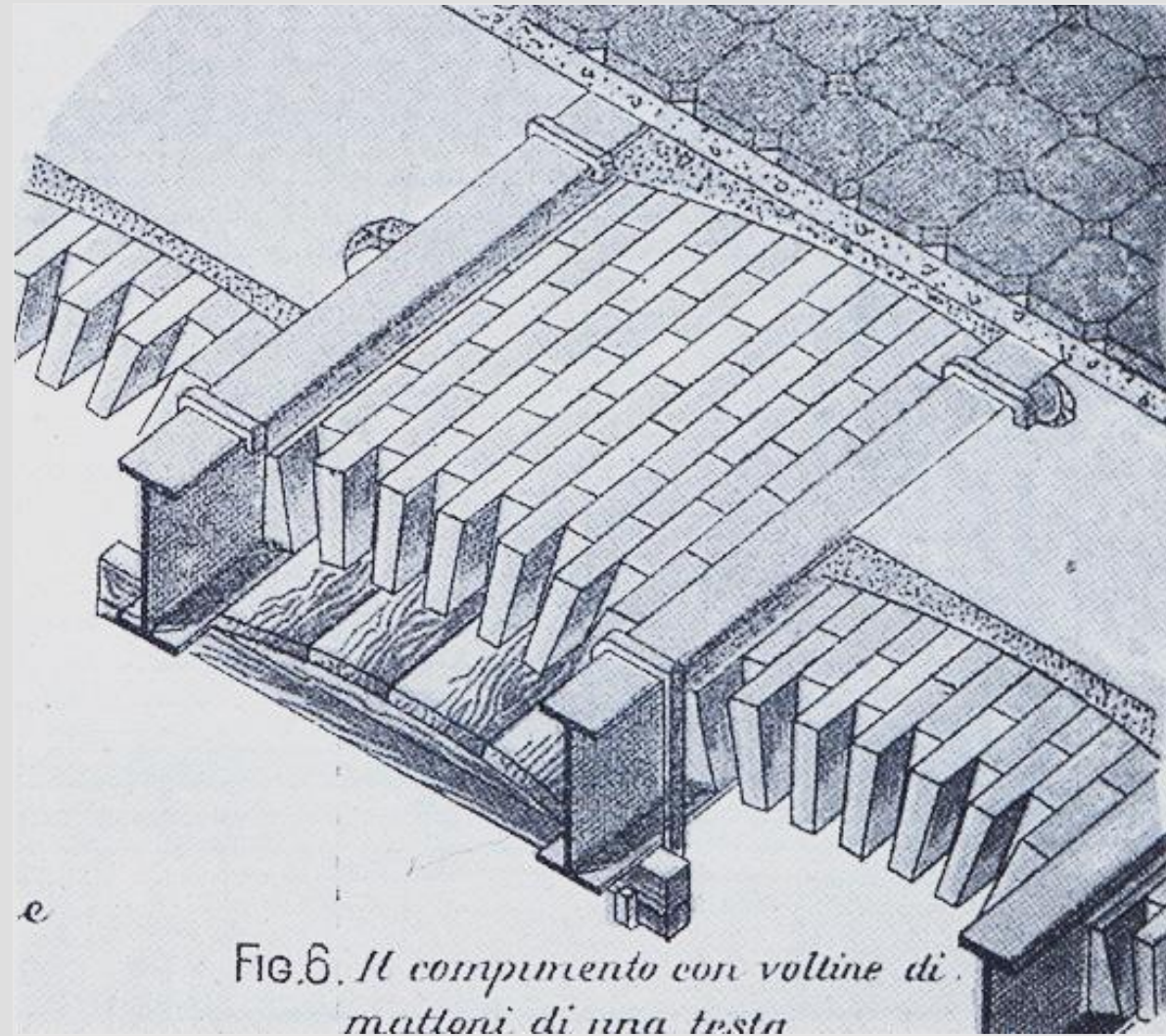
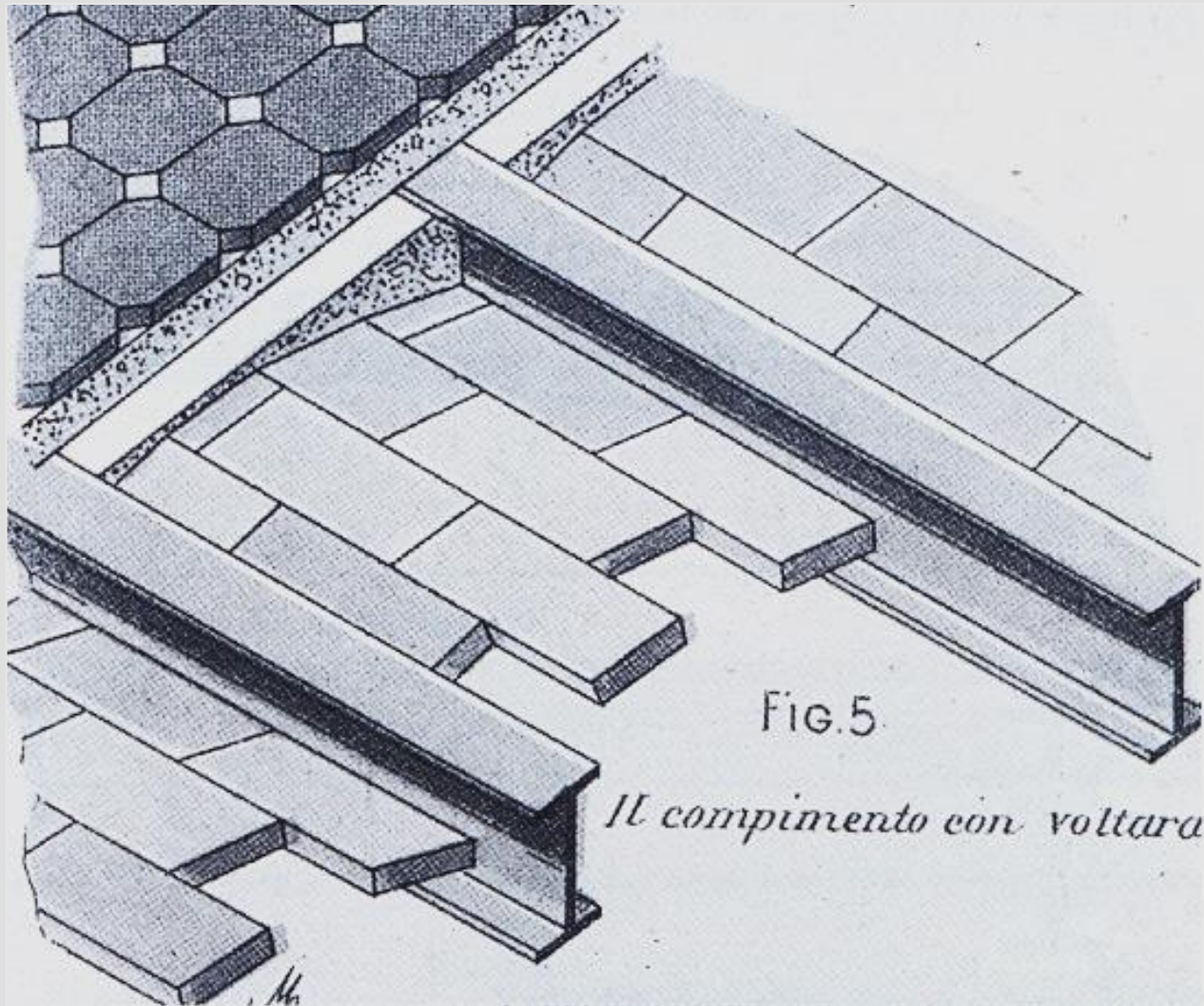
Le voltine a botte, realizzate con laterizi (pianelle più raramente con mattoni) posati di piatto in folio, dette *volterrane*, costituiscono frequentemente la tessitura intermedia tra le travi, di luce generalmente di 1-1,2 m. l'imposta delle voltine si realizzava sull'estradosso dell'ala inferiore e la monta era generalmente di 5 cm e compresa tra $1/10$ e $1/15$ della corda, si evitava che la freccia superasse l'ala superiore.

Per interassi maggiori tra i profili, i laterizi potevano disporsi per facce ottenendo così *voltine* più robuste delle precedenti ma anche più pesanti.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

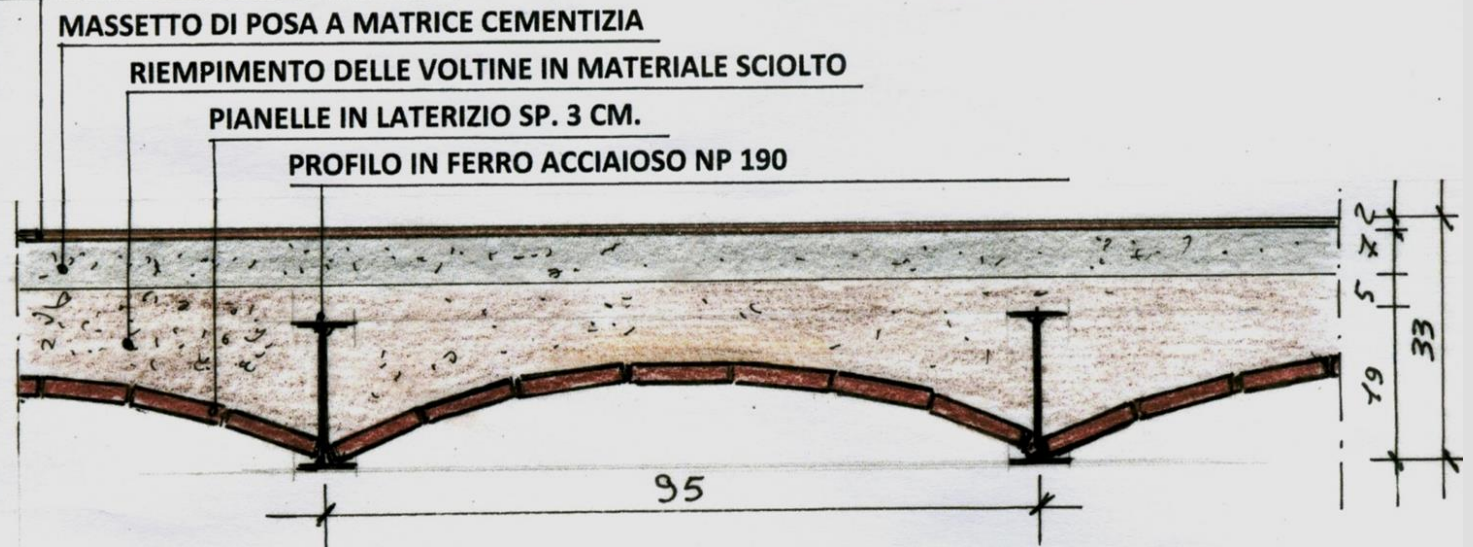




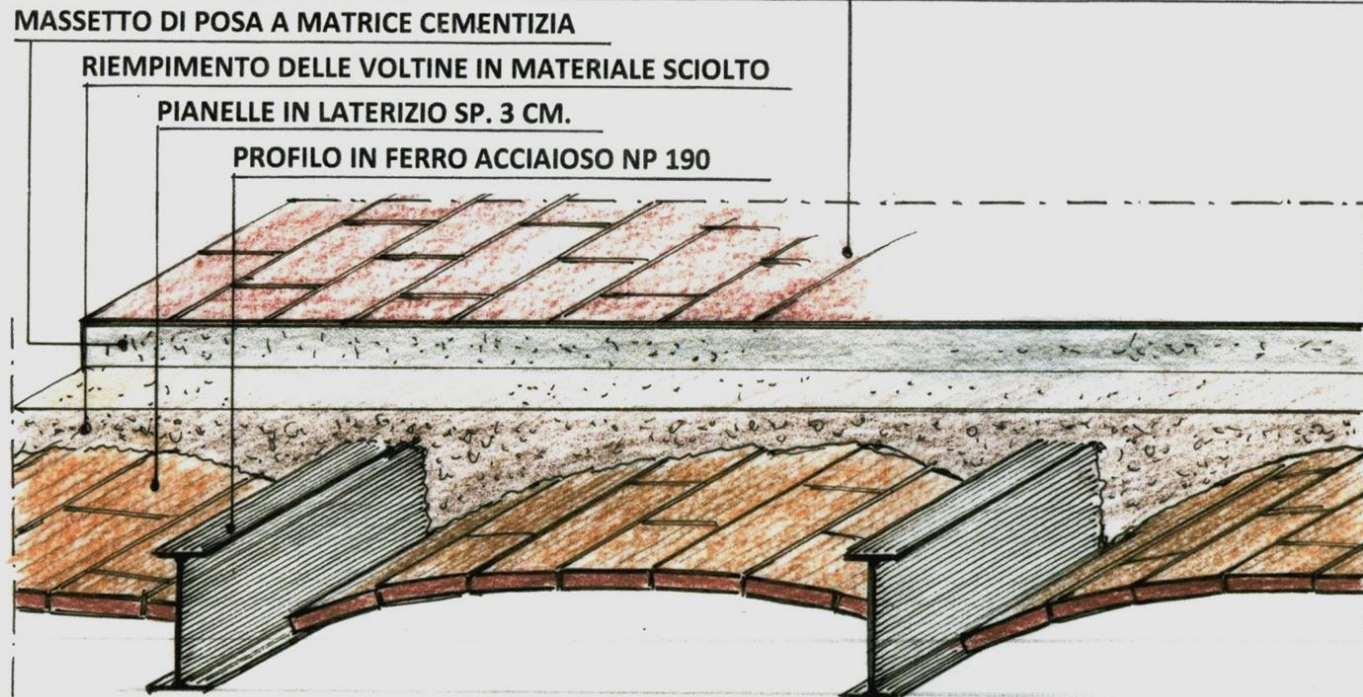
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

PAVIMENTO MESSO IN OPERA NEGLI ANNI '50 DEL NOVECENTO IN CERAMICHE E MONOCOTTURE DI CROMIE VA



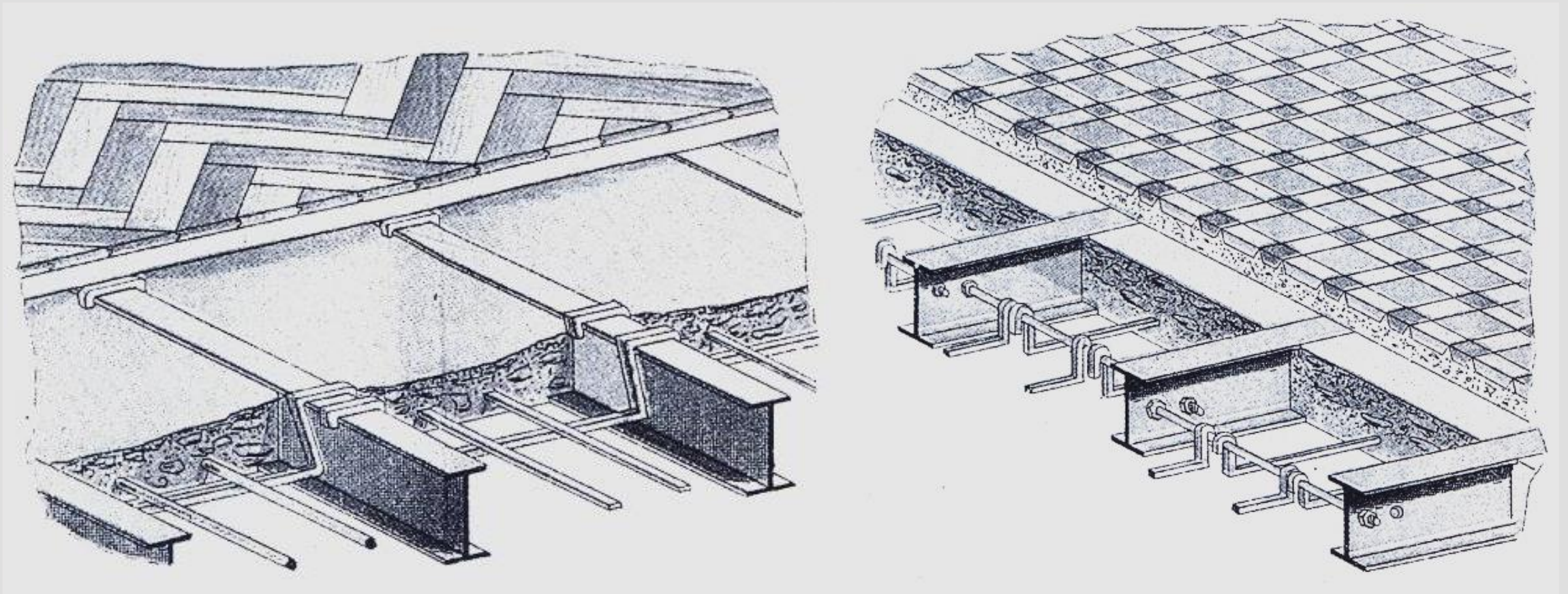
PAVIMENTO MESSO IN OPERA NEGLI ANNI '50 DEL NOVECENTO IN CERAMICHE E MONOCOTTURE DI CROMIE VARIE



Particolari costruttivi (sezione e assonometria) di un solaio in ferro e voltine in pianelle di laterizio, messo in opera negli anni '50 del Novecento in un fabbricato a destinazione rurale.

Solai detti “alla francese”

Questi tipi di solaio sono costituiti da travi in ferro e intercampo strutturato con getto di calcestruzzo armato con ferri piatti. Si tratta di prototipi arcaici di solai in calcestruzzo armato della seconda metà dell'Ottocento.



Le connessioni tra i solai e le altre strutture

LE IMPALCATURE DA SOLAIO IN FERRO

TAV. XXVII

Fig. 1 - Un tipo di impalcatura in ferro con volte sottili di quarto costruite senza armatura.

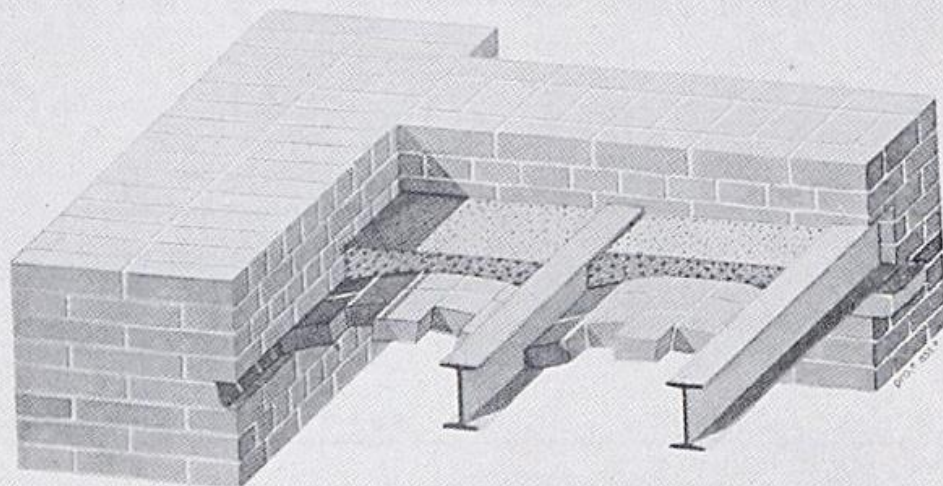


Fig. 3 - Una stella di ferro uncinata per l'armatura provvisoria.



Fig. 2 - Un tipo di impalcatura in ferro con volte di quarto, colla armatura provvisoria per la loro costruzione.

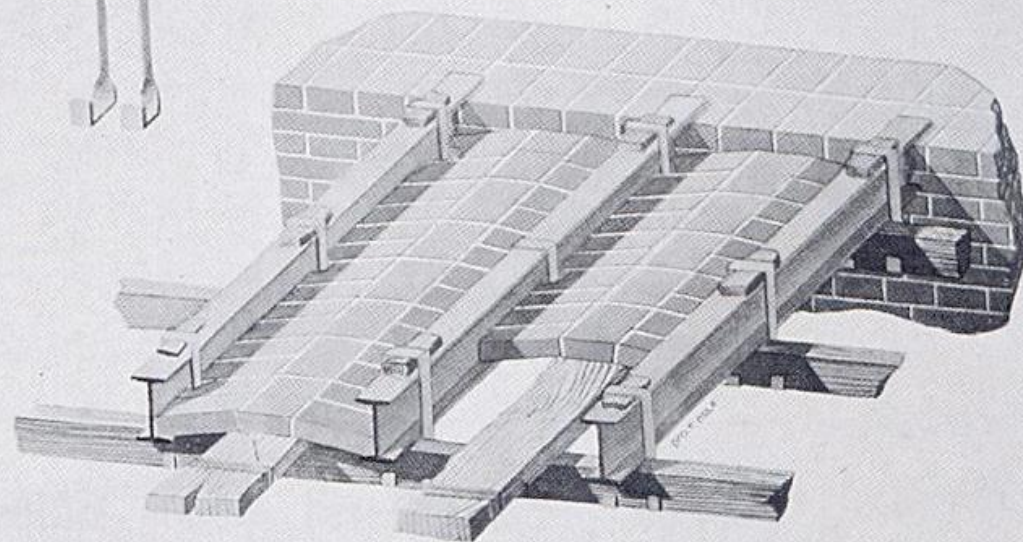


Fig. 5 - Il particolare della stanghina per gli estremi di alcuni travicelli.

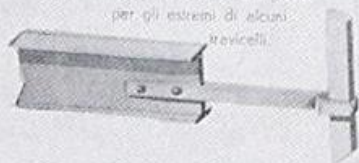
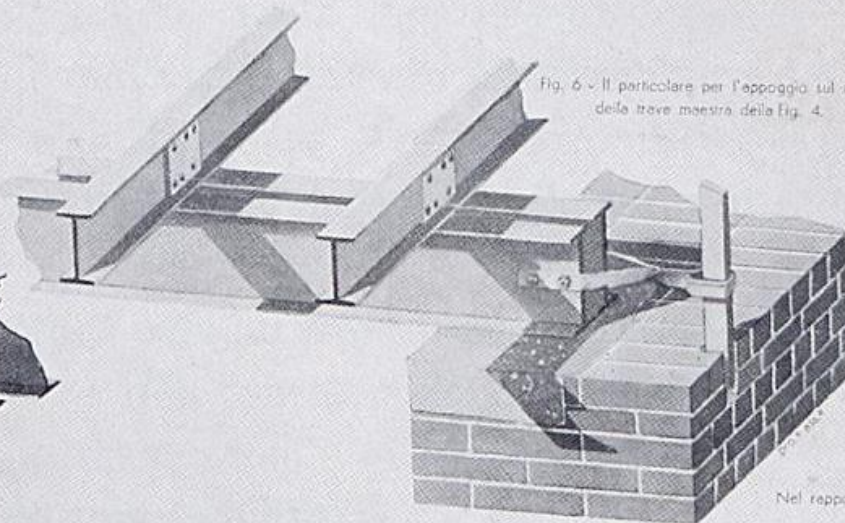


Fig. 4 - Un tipo di impalcatura in ferro a trave maestra con volte di una testa, costruite senza armatura.



dimensioni dei rialzatori
m. 0,175 x 0,065 x 0,04

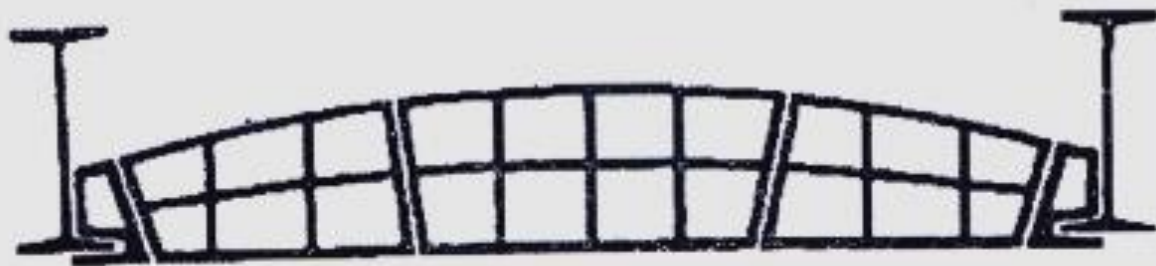
Fig. 6 - Il particolare per l'appoggio sul muro della trave maestra della Fig. 4.



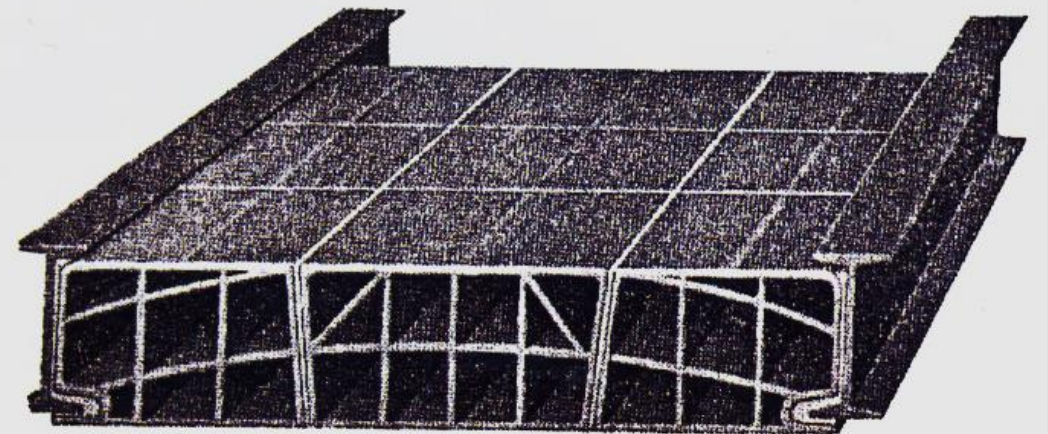
Nel rapporto 1:10

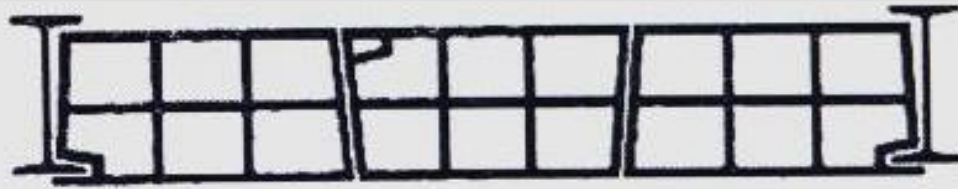
Solai con laterizi speciali le “volterrane”

Una soluzione particolare prevede l'uso di 'volterrane', ovvero speciali laterizi, di foggia diversa, combinati in modo da formare una piattabanda; lo schema statico è ancora quello dell'arco, ma l'intradosso è comunque piano. L'evoluzione successiva si realizza ai primi del XX secolo, con l'uso di tavelloni e tavelle di dimensioni variabili, sia curvi che piani; all'intradosso può essere disposto un controsoffitto 'a camera d'aria' con l'applicazione di una sottile tavellina, che determina anche un ottimale isolamento termoacustico.



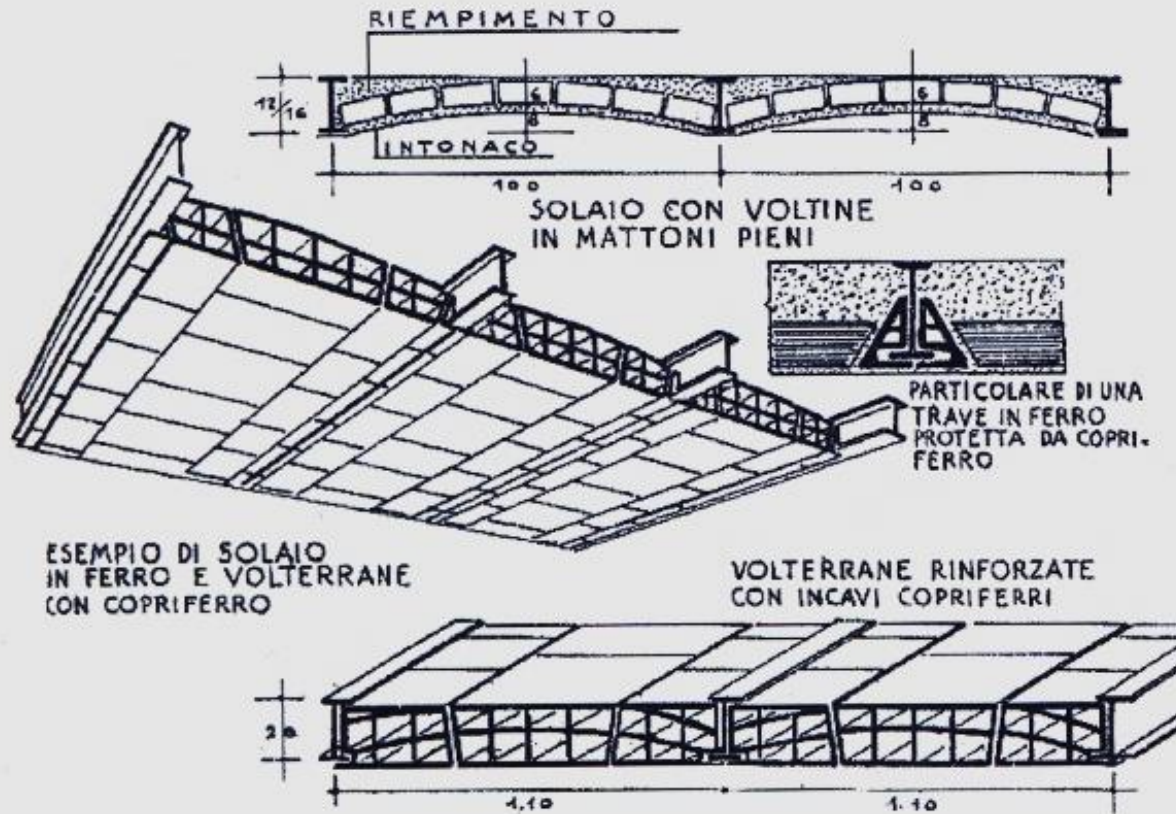
7. Particolare di solaio a volterrane curve





8. Particolare di solaio a volterrane piane

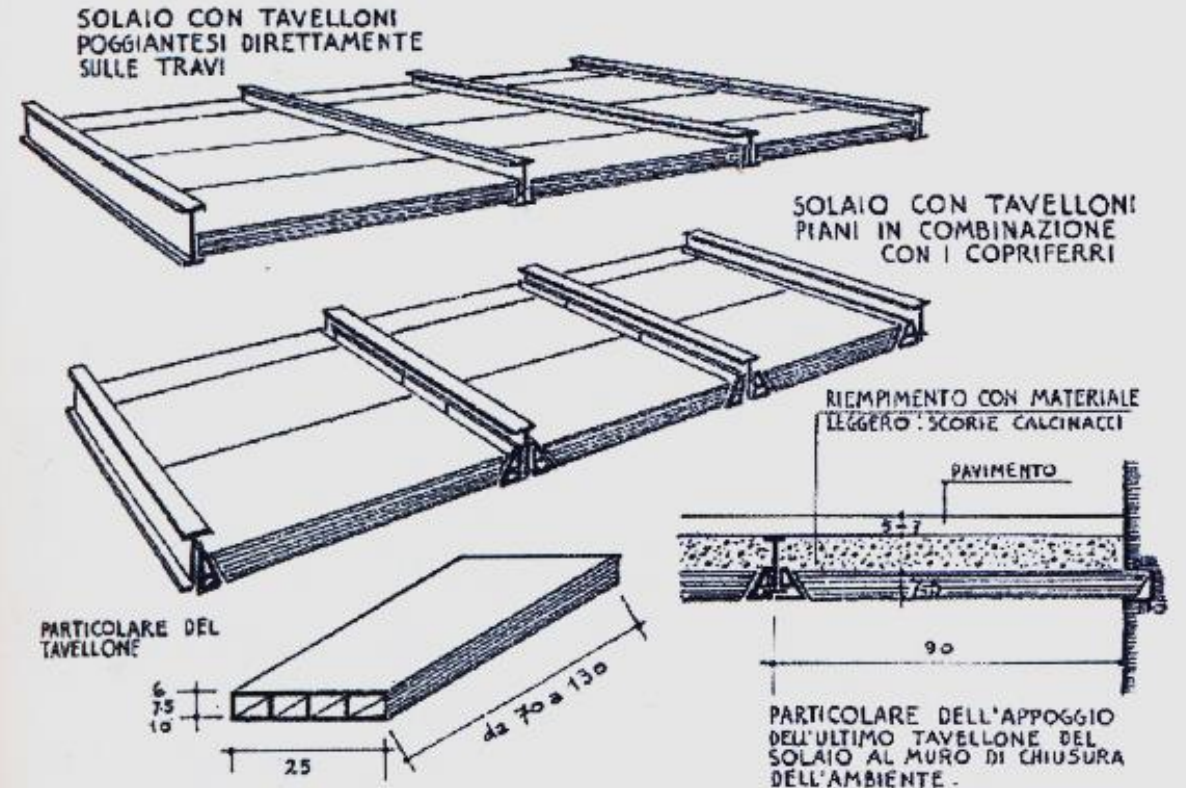
12. Particolare di solaio a tavelloni curvi e tavellina all'intradosso



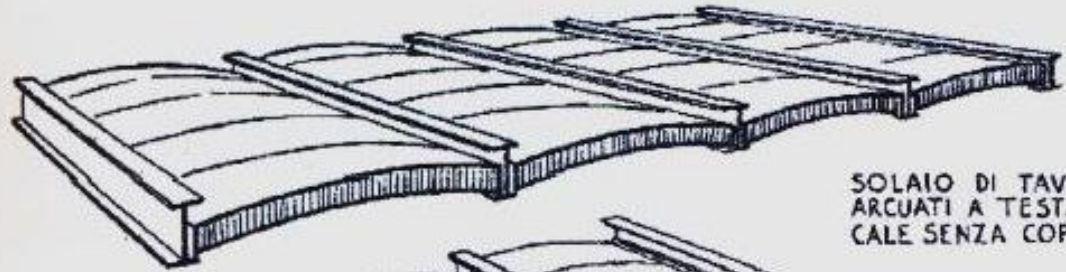
ESEMPIO DI SOLAIO
IN FERRO E VOLTE
CON COPRIFERRO

VOLTE RINFORZATE
CON INCAVI COPRIFERRI

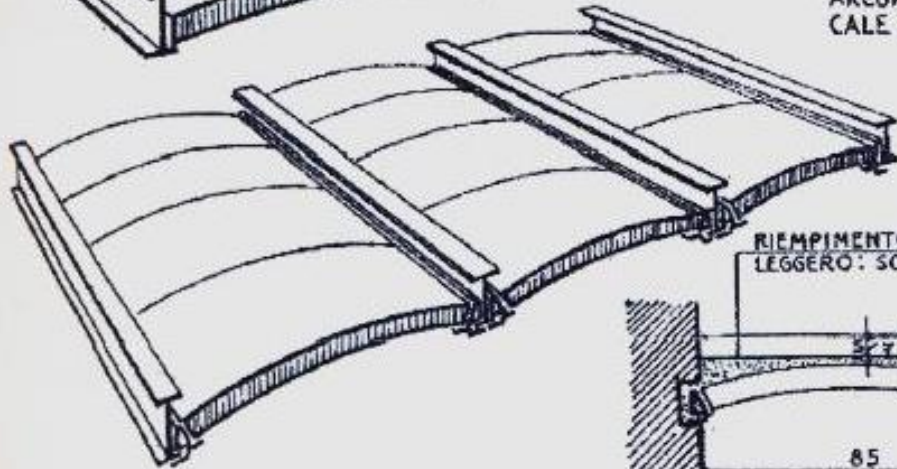
1. Solai con voltine di mattoni e solai con volterrane curve o piane



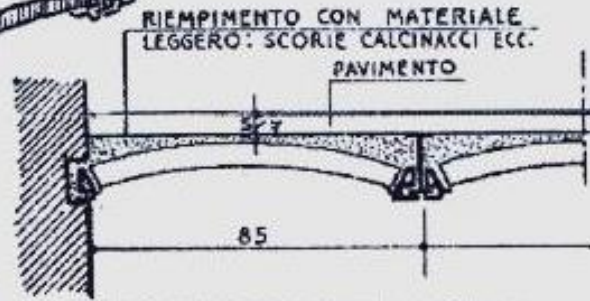
2. Solai in tavelloni piani, con e senza copriferri



SOLAI DI TAVELLONI
ARCUATI A TESTA VERTI,
CALE SENZA COPRIFERRI

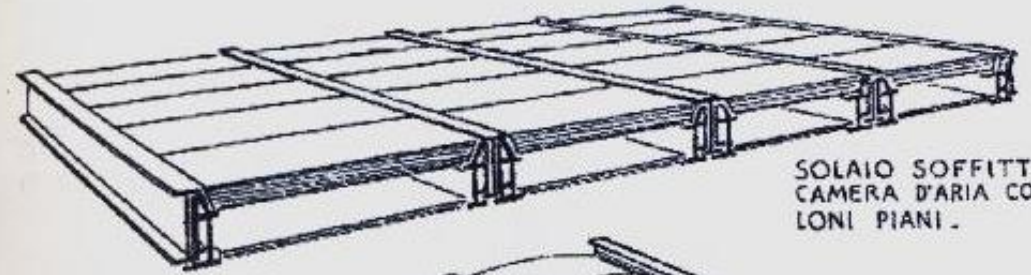


SOLAI DI TAVELLONI
A TAGLIO RADIALE CON
COPRIFERRO.

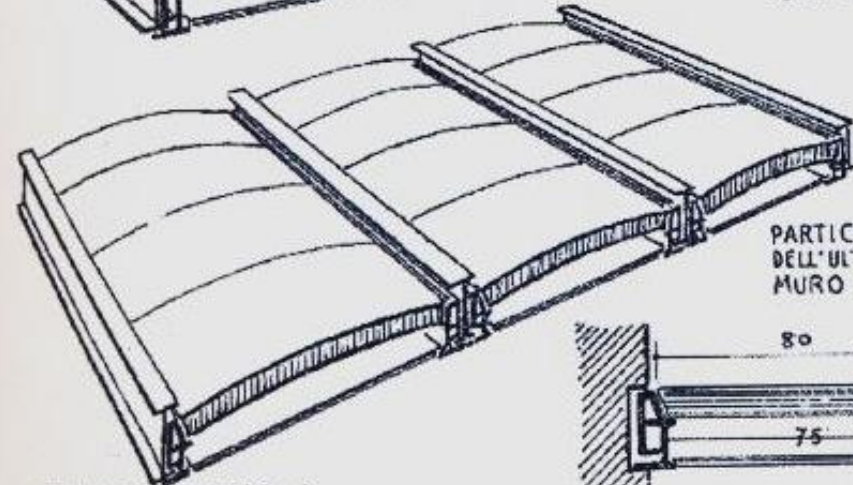


RIEMPIMENTO CON MATERIALE
LEGGERO: SCORIE CALCINACCI ECC.
PAVIMENTO

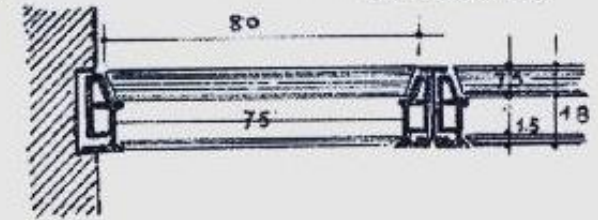
PARTICOLARE DELL'APPOGGIO DELLO
ULTIMO TAVELLONE AL MURO DI
CHIUSURA DELL'AMBIENTE.



SOLAI SOFFITTO A
CAMERA D'ARIA CON TAVEL-
LONI PIANI.



SOLAI SOFFITTO A
CAMERA D'ARIA CON TAVELLONI
ARCUATI



PARTICOLARE DELL'APPOGGIO
DELL'ULTIMO TAVELLONE AL
MURO DI CHIUSURA
DELL'AMBIENTE.

3. Solai in tavelloni curvi, senza e con copriferro

4. Solai in tavelloni e tavelline, a camera d'aria

BIBLIOGRAFIA di RIFERIMENTO

Umberto Menicali, *I materiali dell'edilizia storica*, Roma, Nuova Italia Scientifica, 1992.

Giovanni Carbonara, *Trattato di restauro architettonico*, Torino, UTET, 2001. voll I, II, VIII.