

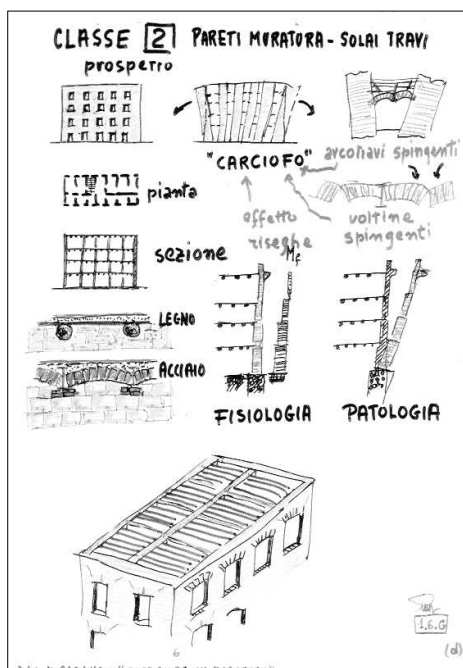
LA PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE IN LEGNO

Parte 5: LE STRUTTURE IN LEGNO ANTICHE E GLI INTERVENTI DI RECUPERO



Prof. Ing. Bruno Calderoni - D.I.ST. – Università di Napoli Federico II

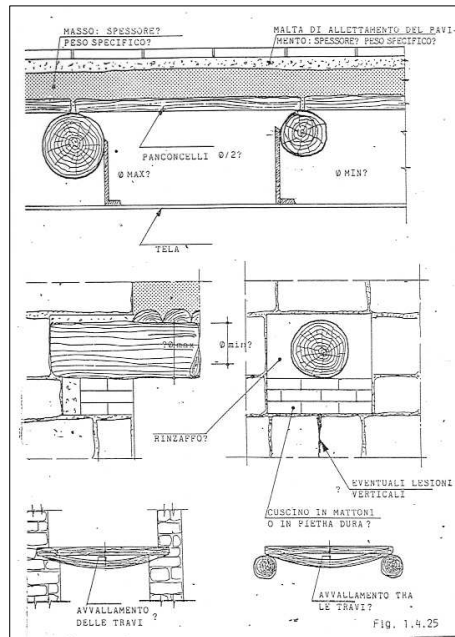
1/45



I solai in legno sono
tipici degli edifici
della II classe

Le travi in legno sono
semplicemente
appoggiate alle pareti
murarie

2/45



I solai in legno degli edifici della II classe del Napoletano

Le travi di castagno sono a sezione all'incirca circolare, ottenute dal tronco intero scortecciato

Sono disposte alternando le sezioni di massima e minima resistenza

3/45

Un solaio in legno del settecento "incartato"



L'orditura minuta sottostante serve a sostenere le tele (in incannucciata)

4/45

Nonostante l'apparente degrado le travi in legno sono risultate in buono stato di conservazione



5/45



I dissesti più frequenti riguardano la struttura secondaria (panconcelli): ampie deformazioni, rotture in mezzzeria, perdita di appoggio

6/45

Lo smontaggio di un solaio di copertura in legno



7/45

Le travi in legno sono in ottime condizioni.
Qualche degrado (marciume) solo alle testate
(che sono state tagliate)



8/45

I panconcelli mostrano spesso le estremità rovinate



9/45

Si risagomano gli alloggiamenti delle travi per
inserire i nuovi elementi in acciaio



E' preferibile rispettare il passo originario delle travi
del vecchio solaio

10/45



Le perdite d'acqua
nella zona dei servizi
hanno causato il
marciume dei
panconcelli, che sono
in parte "scomparsi"
nelle zone di appoggio



11/45



Un solaio in legno
dell'Italia centrale

Le travi sono
squadrate e
l'orditura secondaria
è realizzata con
tavole

12/45

L'appoggio su muratura di mattoni pieni non richiede particolari provvedimenti di ripartizione



La piattabanda in calcestruzzo è moderna

13/45

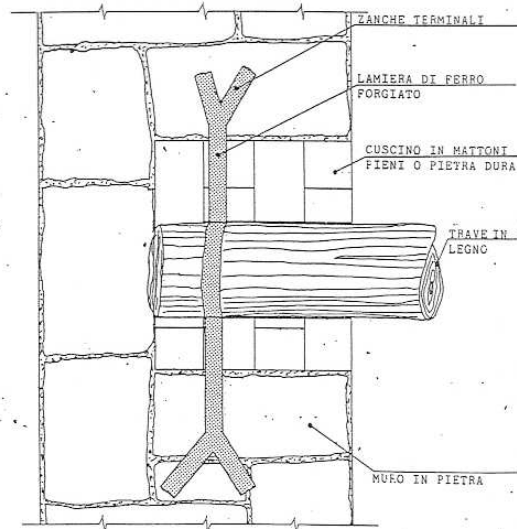
SOLLECITAZIONI	QUERCIA kg/cm ²	ESSENZE RESINOSE kg/cm ²
- a trazione secondo le fibre	120	100
- a compressione secondo le fibre	100	80
- a compressione normale alle fibre:		
su tutta la sezione	35	15
su parte della sezione	50	25
- a flessione secondo le fibre	100	90
- al taglio, parallelamente alle fibre	25	15
- al taglio, normalmente alle fibre	65	35

ESSENZA direzione delle tensioni	RESINOSE	LATIFOGLIE
parallelamente alle fibre	75000+125000	80000+ 150000
nella direzione radiale	9000+ 10000	19000+ 20000
nella direzione tangenziale	4000+ 5000	9000+ 1000

Le caratteristiche meccaniche riportate nei vecchi manuali

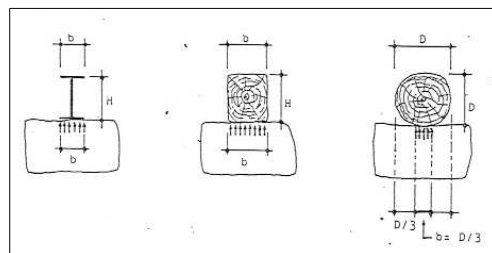
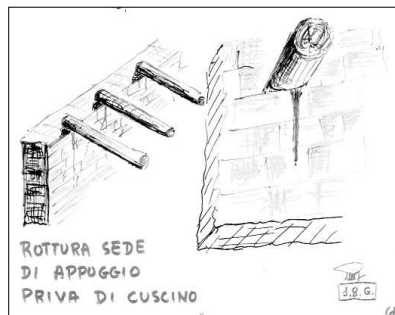
14/45

PARTICOLARE ANCORAGGIO DELLE TRAVI ALLA MURATURA (RADICIAMENTO)
(vista dall'alto)



Gli antichi
ancoraggi con
staffe secondo la
buona regola d'arte

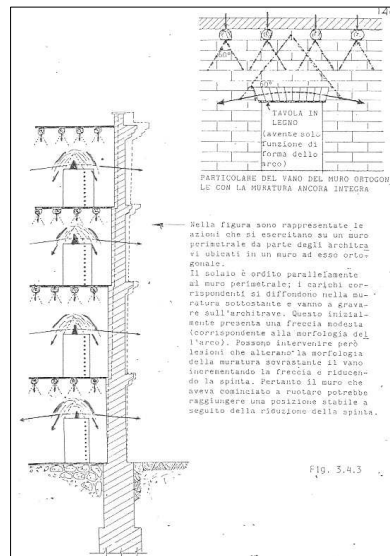
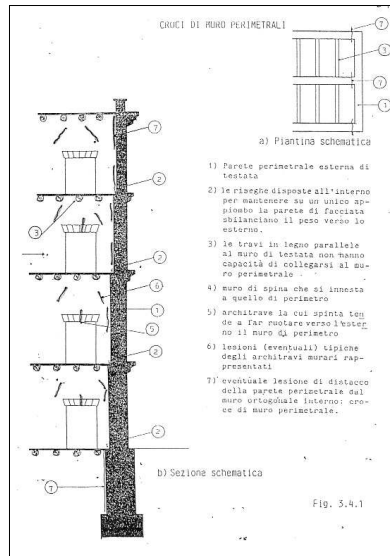
15/45



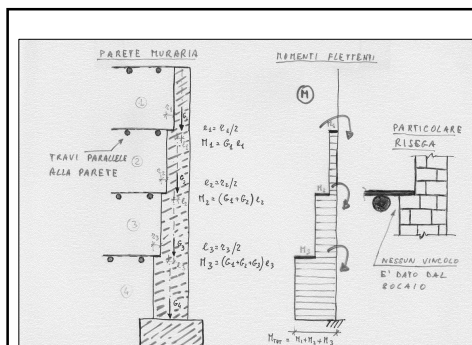
Le lesioni nella
muratura sotto le
travi per la
mancanza dei
cuscini di appoggio

16/45

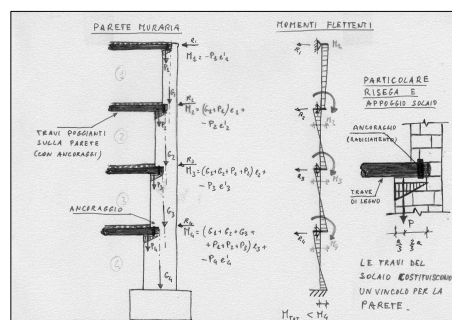
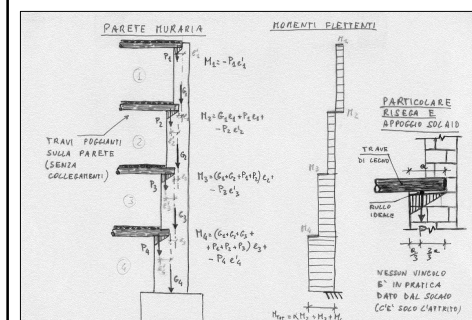
I problemi delle pareti di facciata in assenza dei collegamenti con i solai



17/45



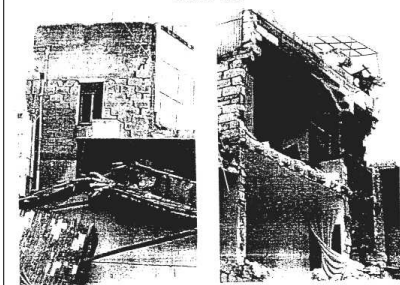
L'influenza del solaio (orditura e collegamenti) sul comportamento statico delle pareti di facciata



18/45



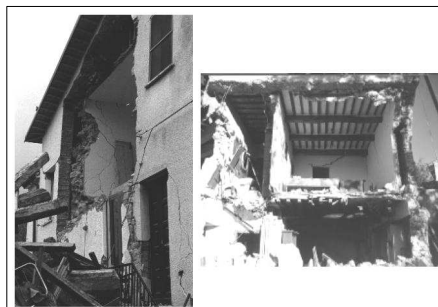
MESSINA 1908



CARLENTINI 1990

FIGURA 3

Gli effetti del
sisma su pareti
murarie non
collegate agli
impalcati



19/45

INTERVENTI SU ORIZZONTAMENTI

~~1. ARCHI E VOLTE~~

2. SOLAI IN LEGNO

~~3. SOLAI IN FERRO~~

~~4. SOLAI IN CEMENTO ARMATO~~

20/45

CARATTERISTICHE TIPICHE DI DISSESTO:

- rilevanti deformazioni viscosi della struttura principale e di quella secondaria, che costringe all'impiego di pesanti strati di riempimento (caldane);
- elevato rischio di degrado biologico per effetto dell'umidità, microrganismi, ecc.;
- facile degrado delle condizioni di vincolo dovuto alle vibrazioni ed alla putrefazione delle testate delle travi lignee;
- perdita di connessione tra le travi e gli strati di riempimento;
- eccesso di deformabilità;
- fessurazione longitudinale delle travi;
- fessurazione nel piano del solaio in direzione parallela alle travi per mancanza di rigidità in direzione trasversale;
- dissesto delle selle di appoggio nei muri portanti a causa dello scarico concentrato del solaio;

PRATICA CORRENTE

- accoppiamento delle travi lignee con di profili metallici;
- inserimento di profili metallici con la funzione di costituire una struttura mista;
- introduzione di una o più travi trasversali al disotto del solaio con funzione di rompitratto;
- irrigidimento del tavolato mediante elementi lignei o metallici;
- aggiunta di chiodi, piatti e angolari metallici per interventi localizzati;
- interventi con resine epossidiche;

2 - Interventi sui solai in legno

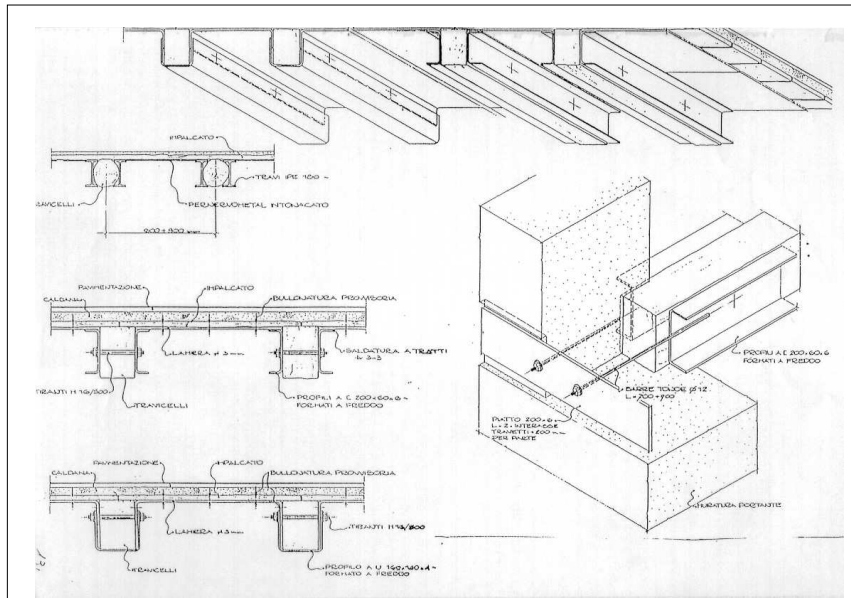
21/45

NOTE:

- si raccomanda una adeguata messa in forza dei nuovi elementi contro gli elementi in sito, allo scopo di ottenere la collaborazione strutturale desiderata;
- si raccomanda una connessione rigida delle travi principali alle pareti portanti, soprattutto in zona sismica;
- si consiglia di montare le travi in senso contrario se viene previsto il loro riutilizzo, allo scopo di contrastare l'effetto delle deformazioni viscosi;
- si raccomanda in zona sismica di provvedere ad un irrigidimento del solaio nel proprio piano oppure, ove possibile, la sostituzione dello stesso;
- l'impiego di resine viene raccomandato solo per le testate degradate delle travi;
- si consiglia la sostituzione quando il degrado è notevole e non sussistono vincoli da parte delle Autorità competenti per i BB.CC.;

22/45

Accoppiamento di profili in acciaio alle travi lignee

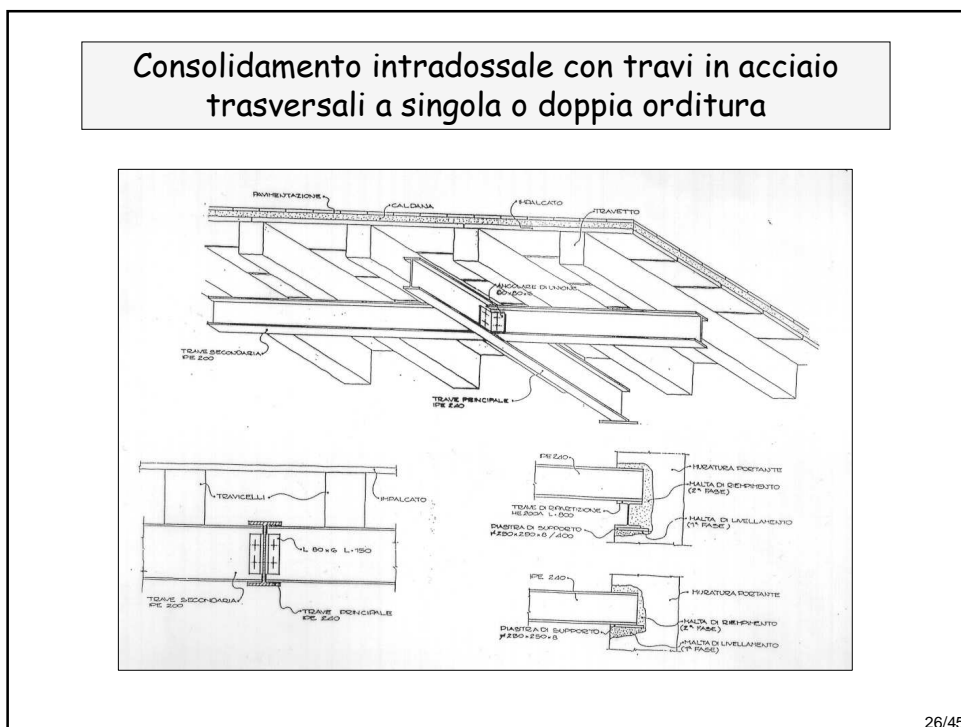
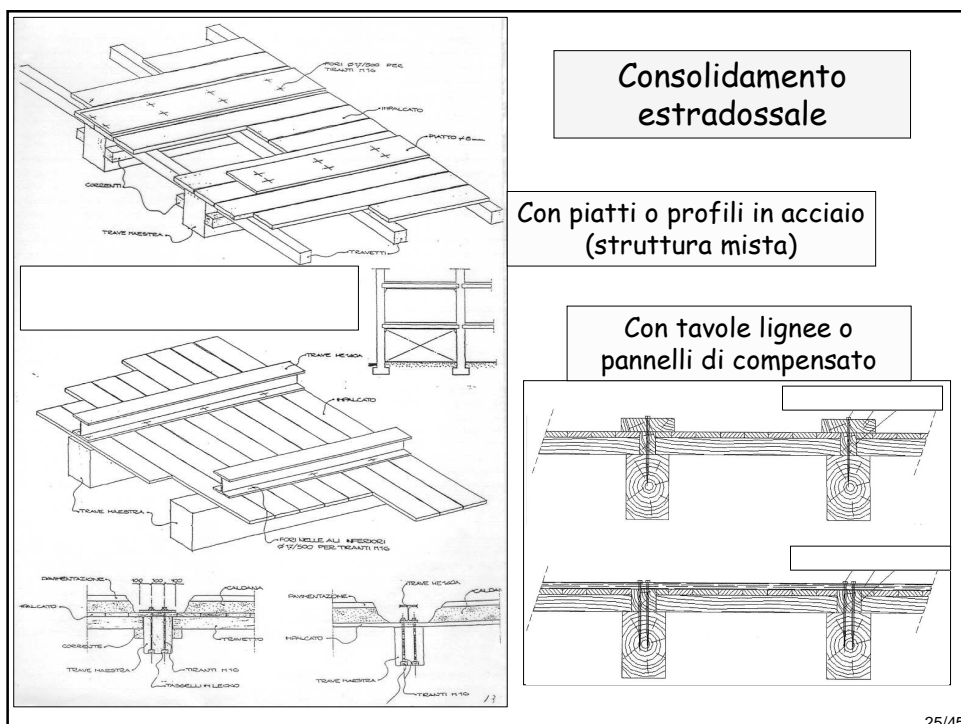


23/45

Rinforzo di trave lignea con guanciali in legno chiodati ed incollati



24/45



Consolidamento intradossale con travi in acciaio
trasversali a singola orditura

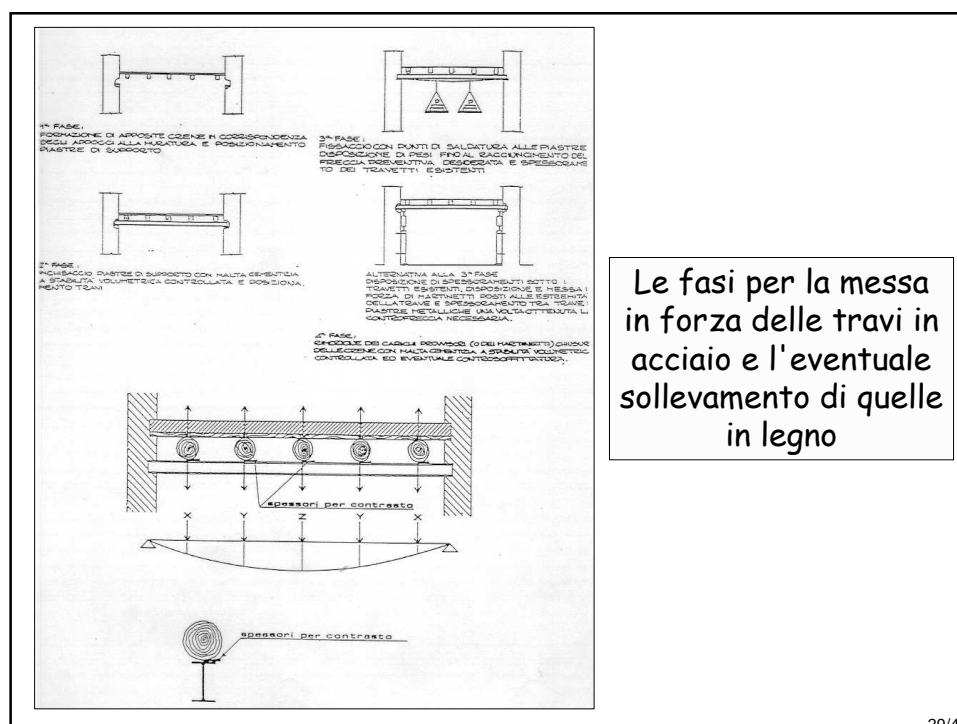


27/45

Consolidamento intradossale con travi in acciaio
trasversali a singola orditura (inclinate in pianta)

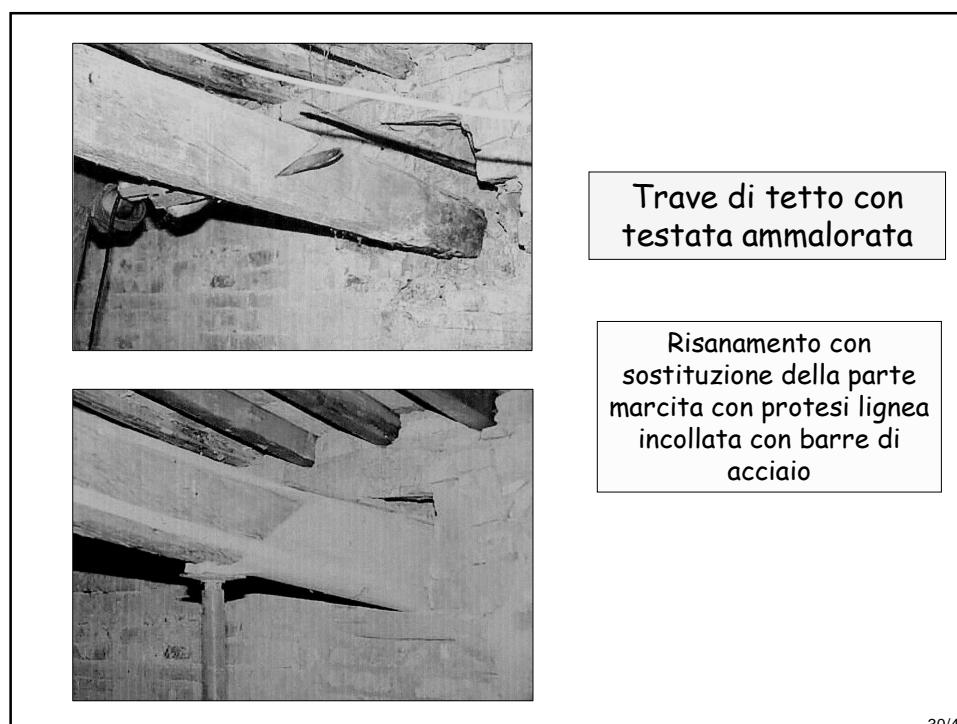


28/45



Le fasi per la messa
in forza delle travi in
acciaio e l'eventuale
sollevamento di quelle
in legno

29/45



30/45

L'EDIFICIO DEVE COMPORTARSI COME UNA STRUTTURA SPAZIALE AVENTE **COMPORTAMENTO SCATOLARE** OSSIA IN CUI GLI ELEMENTI RESISTENTI VERTICALI (PARETI) RISULTANO BEN COLLEGATI TRA LORO.

PER UNA EFFICACE RIPARTIZIONE DELLE AZIONI ORIZZONTALI DOVUTE AL SISMA ONDULATORIO E' NECESSARIO CHE I SOLAI RISULTINO BEN COLLEGATI ALLE PARETI PORTANTI ED ABBIANO UNA ADEGUATA RIGIDEZZA NEL PROPRIO PIANO

SONO IPOTIZZABILI PERTANTO I SEGUENTI INTERVENTI TESI A RIPORTARE EDIFICI DI I E II CLASSE AD EDIFICI DI III CLASSE:

- INSERIMENTO DI CATENE PER IL COLLEGAMENTO DELLE PARETI
- INSERIMENTO DI CORDOLI ORIZZONTALI A LIVELLO DI SOLAIO
- IRRIGIDIMENTO DEI SOLAI NEL PROPRIO PIANO
- COLLEGAMENTI DI SOLAI ALLE PARETI
- **RINFORZI DELLE FASCE DI PIANO**

E' INOLTRE NECESSARIO ELIMINARE, O ALMENO RIDURRE, LE SPINTE CHE ELEMENTI, COME GLI ARCHI E LE VOLTE, RIPORTANO SULLE MURATURE PORTANTI

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO E L'ADEGUAMENTO SISMICO

31/45

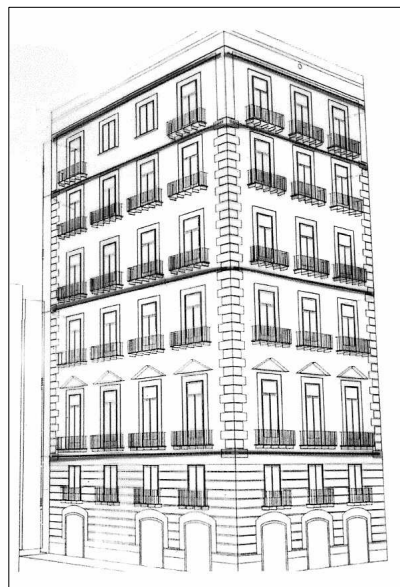
Inserimento di catene metalliche

SCOPI:

- mutuo collegamento delle pareti murarie di un edificio allo scopo di migliorarne il comportamento scatolare;
- miglioramento del collegamento tra le strutture orizzontali (solai o volte) e quelle verticali;
- riduzione o eliminazione della spinta di archi e volte;
- incremento degli sforzi di compressione nella muratura allo scopo di incrementarne la resistenza alle azioni di taglio;

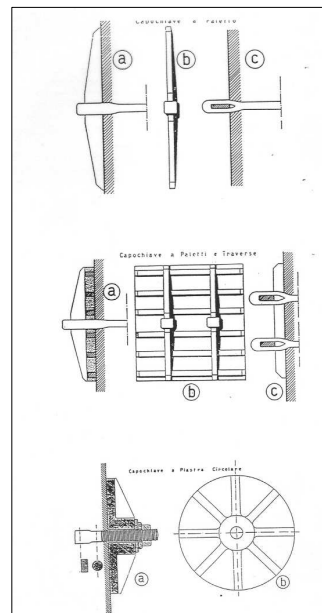
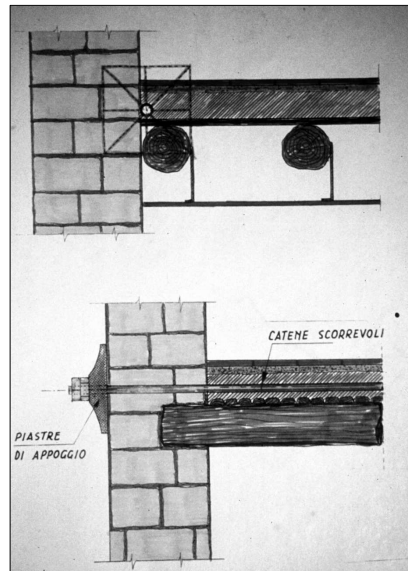
NOTE:

- l'uso delle catene è raccomandato con murature aventi resistenza abbastanza elevata;
- si raccomanda l'impiego di materiali aventi elevata rigidità (acciai), allo scopo di ottenere il richiesto grado di coazione con spostamenti il più possibile ridotti;
- è sempre consigliabile una leggera pretensione degli elementi allo scopo di ottenere una soddisfacente collaborazione strutturale anche per piccoli valori del carico;
- notevole influenza della temperatura di posa in opera;
- facilità di installazione;



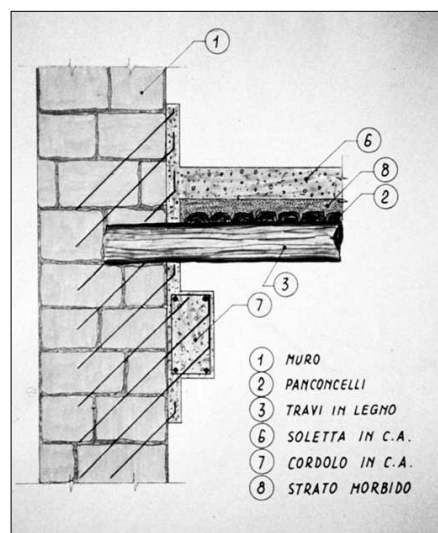
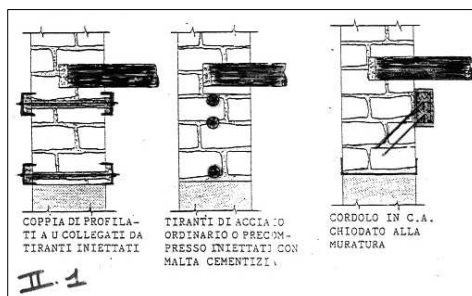
32/45

Catene scorrevoli



33/45

Catene aderenti e/o cordoli



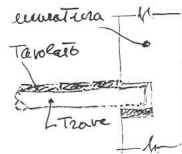
34/45

Insufficiente rigidezza
dell'impalcato nel piano
(orizzontale)

Collegamento cattivo o
mancante tra i solai e le
pareti

Solai in legno

Solai in ferro

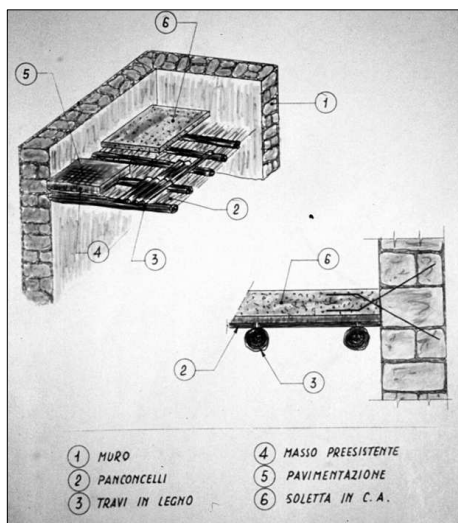


INTERVENTI

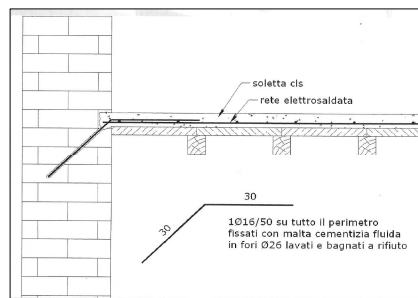
- 1) Costruzione di soletta in c.a. con spandoci a coda di rondine nelle murature.
- 2) Pannello di un tavolo in cemento collegato alle murature attraverso piastre metalliche ancorate in un cordolo esterno.

35/45

Realizzazione di soletta superiore in c.a.

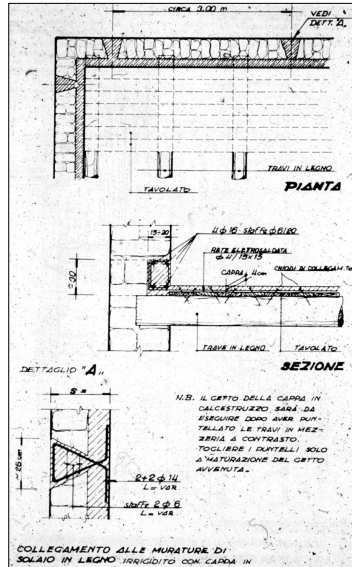


La soletta in c.a. deve essere
opportunamente ancorata
(con continuità) alle pareti
murarie

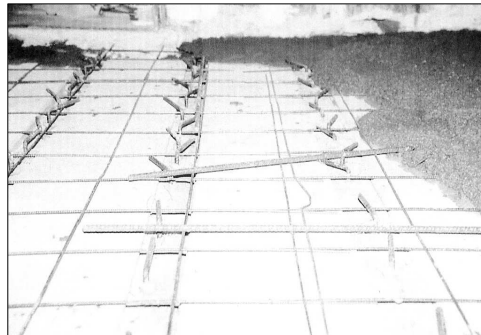


36/45

Realizzazione di soletta superiore in c.a. collegata alle travi di legno

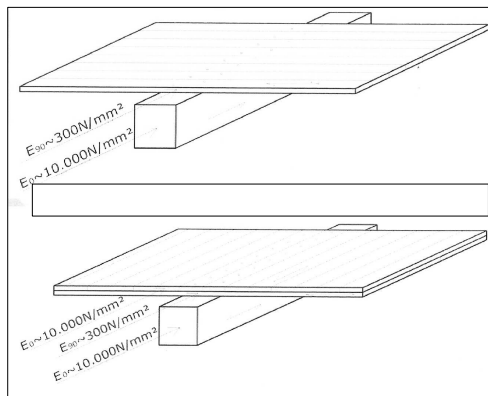


L'utilizzo di connettori (chiodi, barre incollate, etc) rende la soletta collaborante anche a flessione, riducendo la deformabilità del solaio

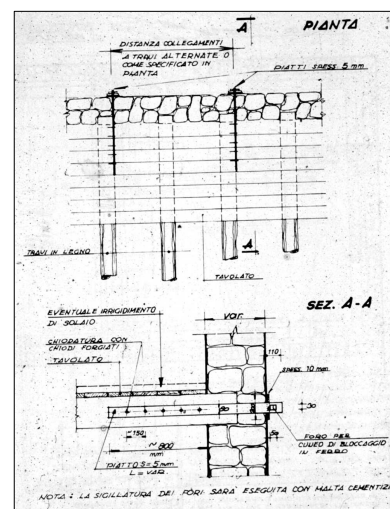


37/45

Irrigidimento del solaio con doppio tavolato a tavole incrociate

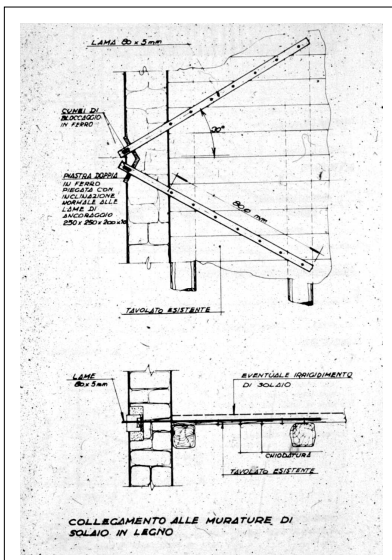


Collegamento delle travi alla muratura con piatti d'acciaio chiodati



38/45

Collegamento dell'impalcato alla muratura con altri sistemi a secco



I piatti d'acciaio chiodati al tavolato sono collegati alla muratura con perforazioni armate o ancoraggi meccanici



39/45

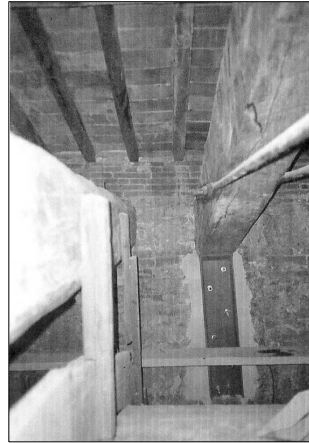
I DISSESTI TIPICI DELLE CAPRIATE LIGNEE

- 1) Degrado delle testate (appoggio sulla muratura) per marcescenza o attacchi di insetti
- 2) Danni alla muratura di appoggio
- 3) Dissesti dei puntoni
- 4) Dissesti della catena
- 5) Rottura della connessione puntone-catena

40/45

Rinforzo della muratura d'appoggio

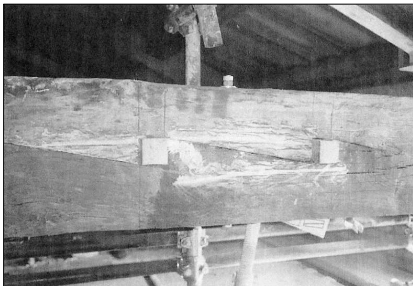
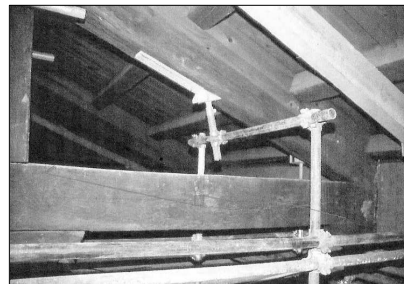
Utilizzo di piatti di acciaio
chiodati alla muratura



Interventi e fotografie dell'ing. Lauriola et al.

41/45

Risanamento di catena lignea

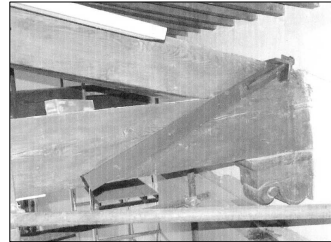
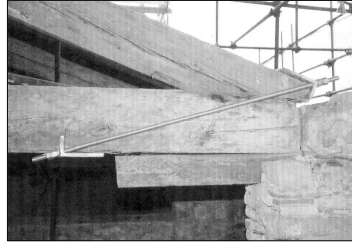


La parte terminale ammalorata
della catena è stata sostituita
con protesi dello stesso legno
collegata con sistema
tradizionale a doppio dardo di
giove.

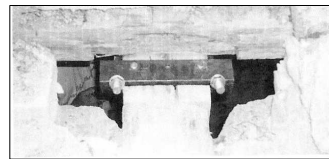
Interventi e fotografie dell'ing. Lauriola et al.

42/45

Rinforzo del nodo puntone-catena con tiranti di acciaio di connessione



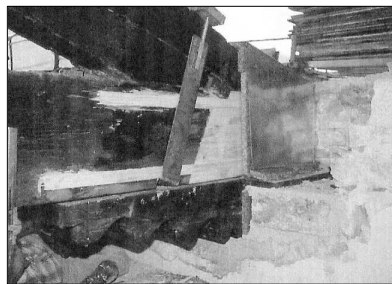
L'ancoraggio agli elementi lignei è realizzato con angolari incassati



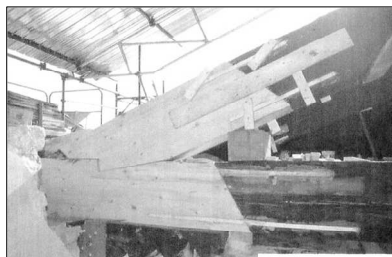
Interventi e fotografie dell'ing. Lauriola et al.

43/45

Risanamento del nodo puntone-catena



Protesi lignea per la testata della catena incollata e collegata con barre di acciaio



Protesi lignea dell'intero nodo con replica della connessione di carpenteria originale

Interventi e fotografie dell'ing. Lauriola et al.

44/45

Inserimento di nuovi tiranti in acciaio



I tondi metallici, messi in leggera tensione, assolvono il compito della catena lignea



I dispositivi di deviazione consentono l'ancoraggio dei tondi in testata

Il sistema di ancoraggio con angolare metallico "raccolge" lo sforzo trasmesso dal puntone

Interventi e fotografie dell'ing. Lauriola et al.

45/45