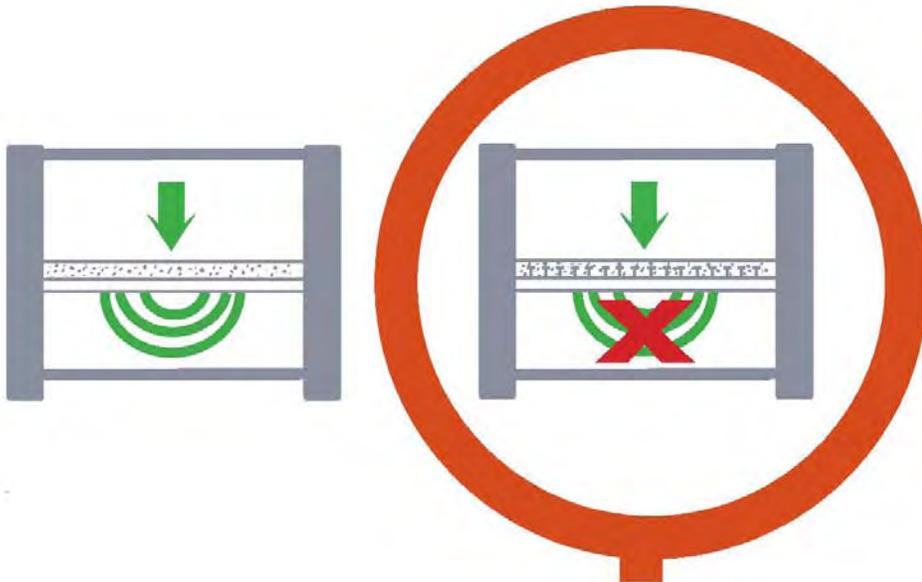


Solai misti e connettori

- Il rinforzo dei **solai esistenti**
- La progettazione di **nuovi solai**
con elevate prestazioni

Napoli 30 Maggio 2012
Relatore Marco Guazzo

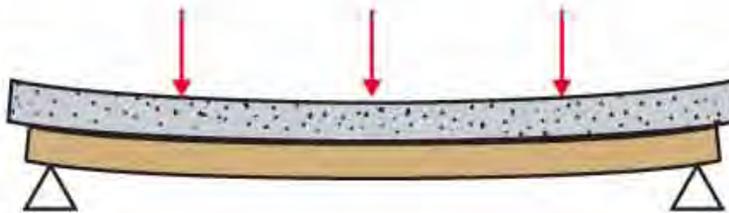
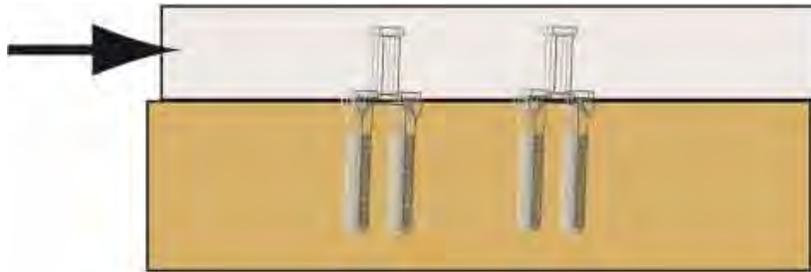
Le caratteristiche di un solaio



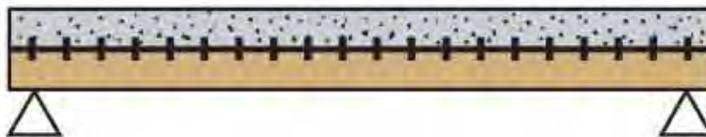
- 1) Capacità portante
- 2) Distribuzione dei carichi
- 3) Rigidezza
- 4) Isolamento acustico
- 5) Resistenza al fuoco
- 6) Inerzia termica
- 7) Leggerezza
- 8) Economicità
- 9) Comportamento antisismico
- 10) Pregio estetico



La “scoperta” delle strutture miste
negli anni ‘20

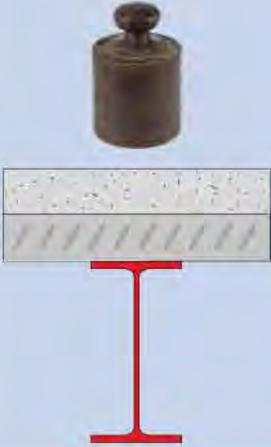
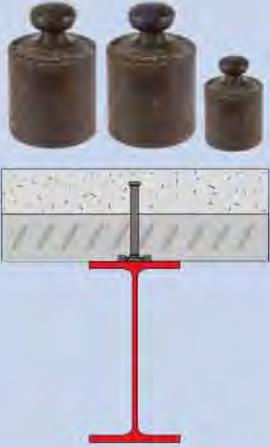
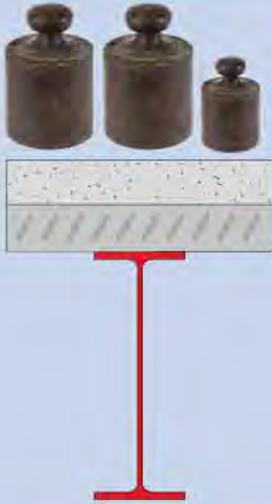


STRUTTURA NON CONNESSA
sotto effetto del carico
(scorrimenti permessi)



STRUTTURA CONNESSA

Come funziona un solaio misto

IPE 240 non connessa portata 400 kg/m ²	IPE 240 connessa portata 1050 kg/m ²	IPE 330 non connessa portata 1050 kg/m ²
		
	+ 260% di peso portato	+ 37% di altezza trave + 60% di peso trave

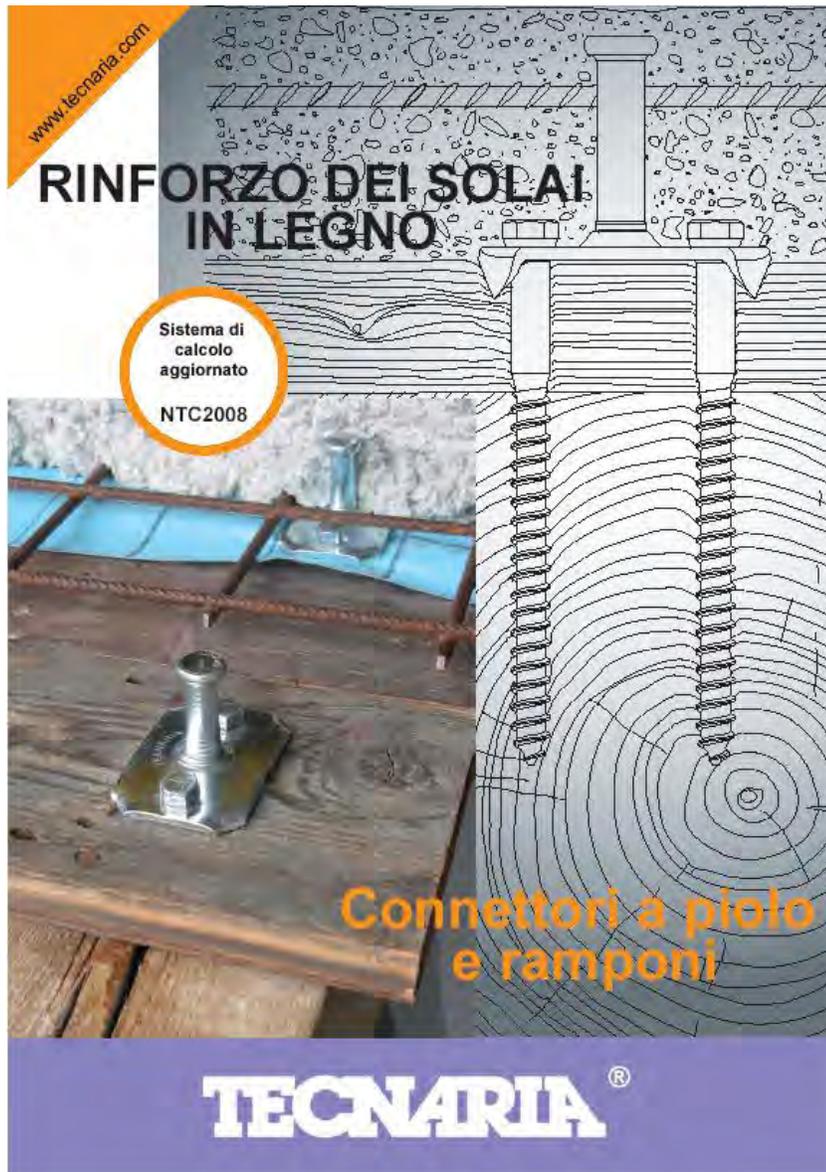
Un esempio concreto

Il connettore: un elemento ad alto contenuto tecnico



Ampia testazione dei connettori

TECNARIA®



www.tecnaria.com

**RINFORZO DEI SOLAI
IN LEGNO**

Sistema di calcolo aggiornato
NTC2008

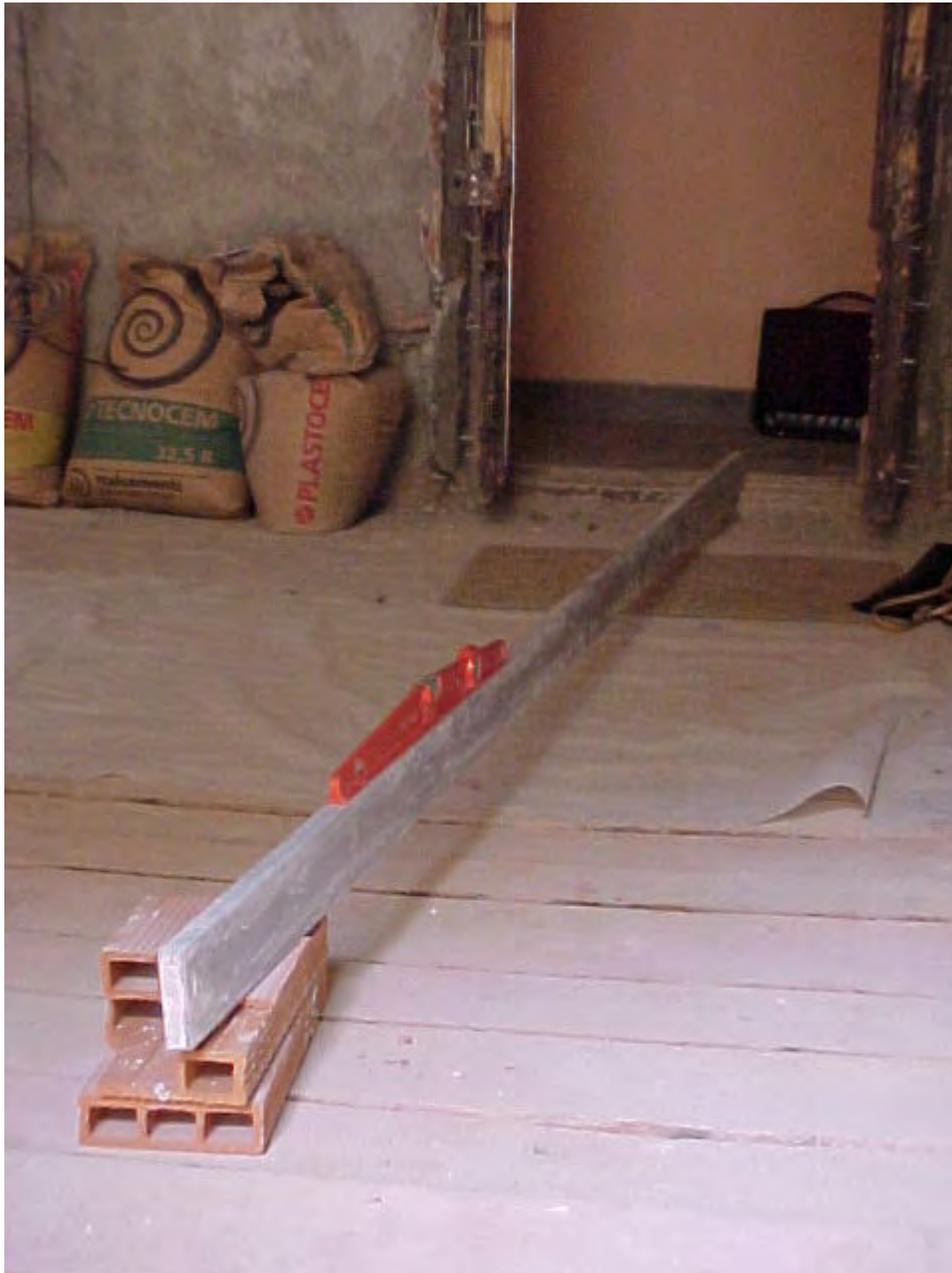
Connettori a piolo e ramponi

TECNARIA®

Solai misti legno
calcestruzzo:
recupero e
nuovi solai

TECNARIA®

Le deformazioni



Rotture
meccaniche



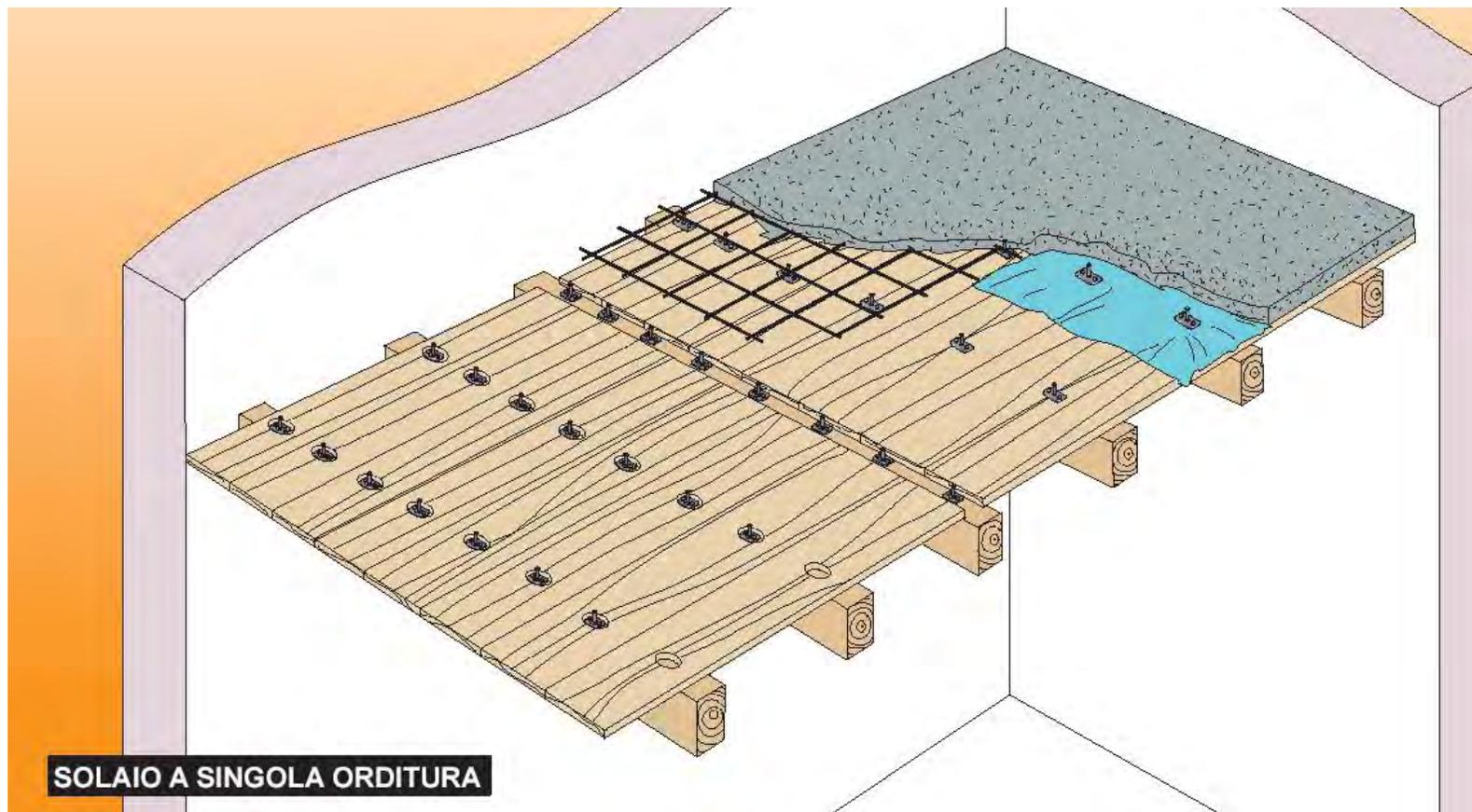


Il degrado
agli appoggi

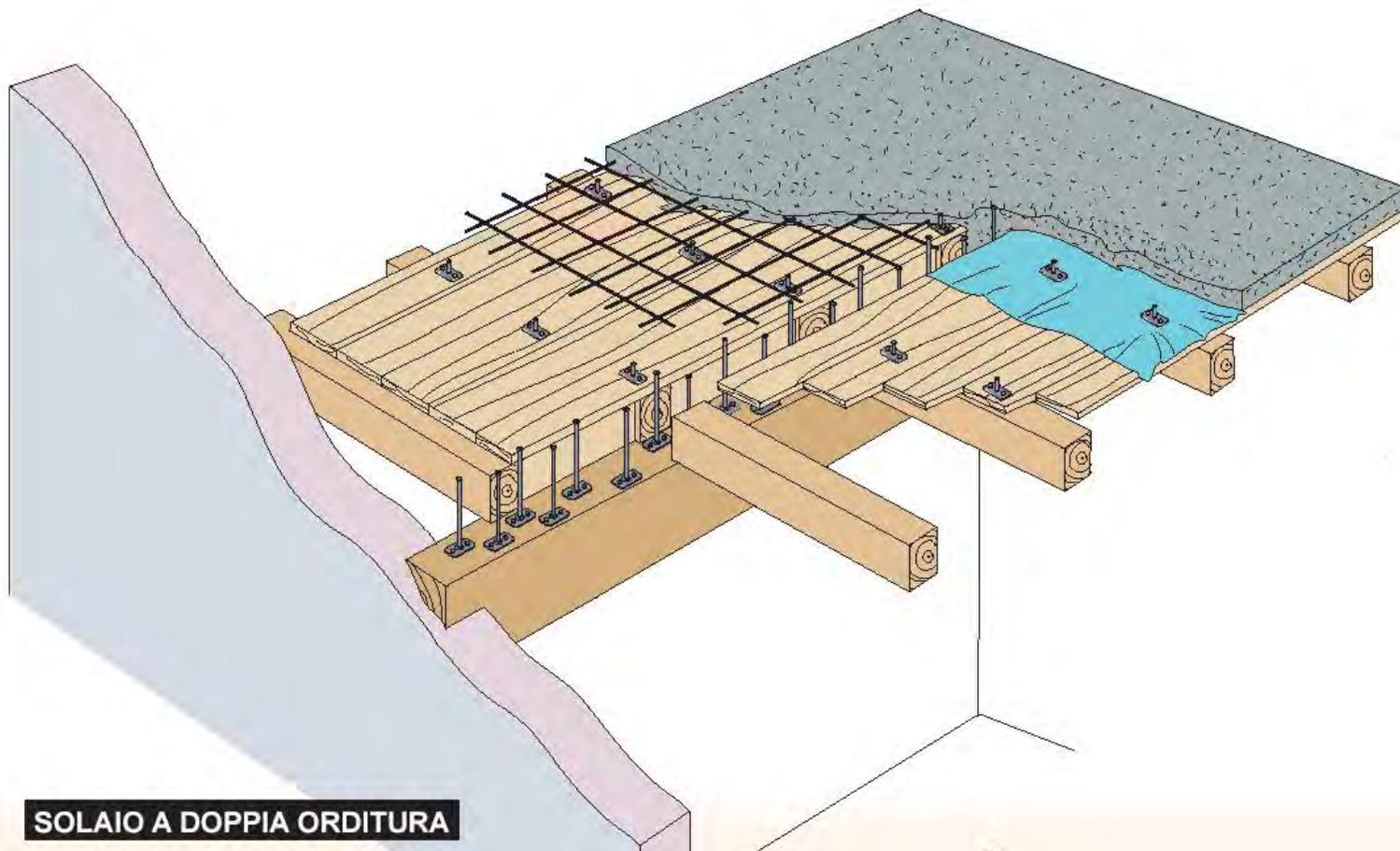
TECNARIA®



L'acqua e
altri agenti
patogeni



SOLAIO A SINGOLA ORDITURA



SOLAIO A DOPPIA ORDITURA

TECNARIA®

Connettore "BASE"
fissato direttamente su
trave.



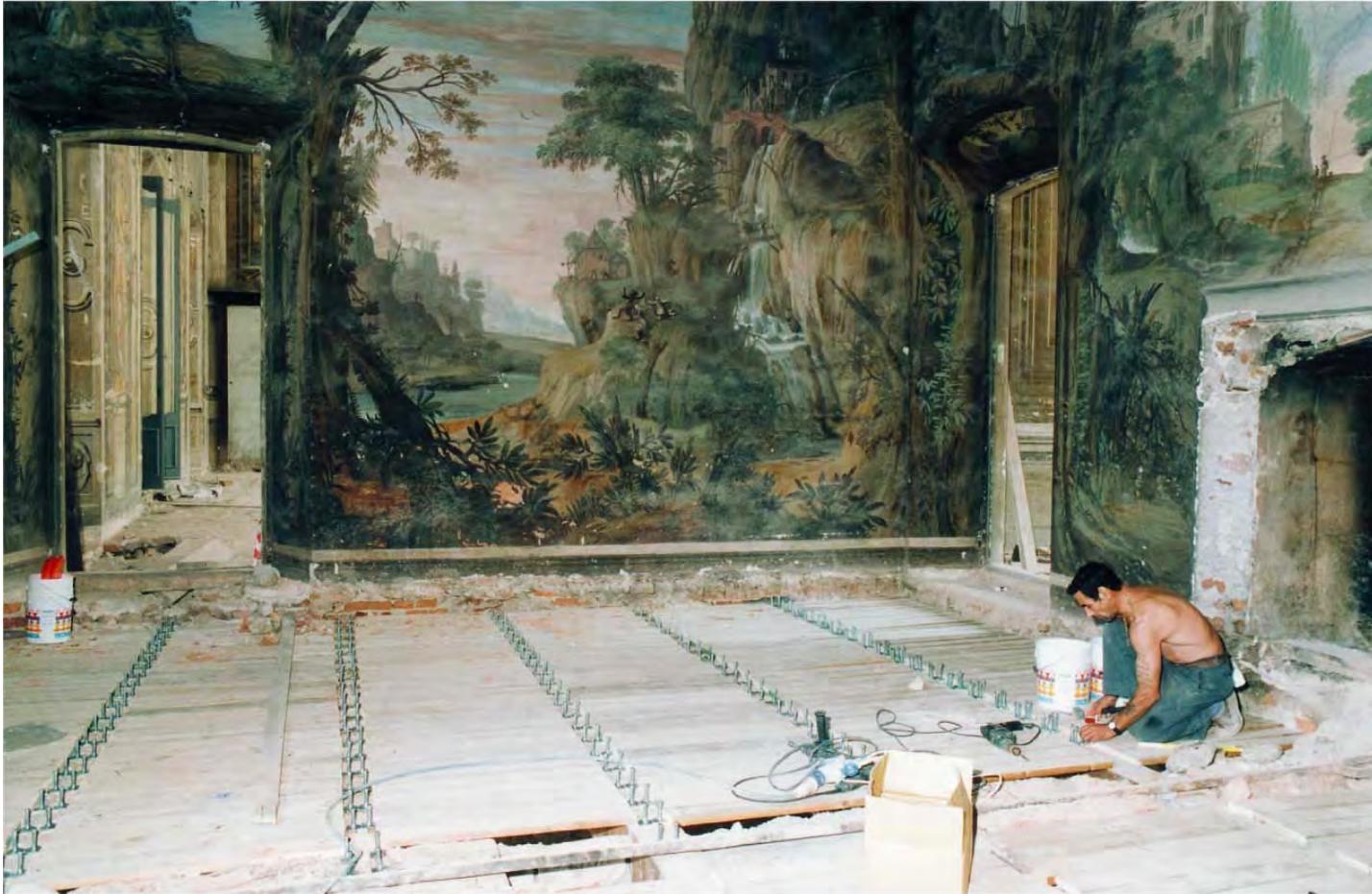
TECNARIA®

Connettore "MAXI"
fissato sopra assito.



TECNARIA®





Alte portate in spazi ridotti



TECNARIA[®]





Puntellare il solaio



TECNARIA®

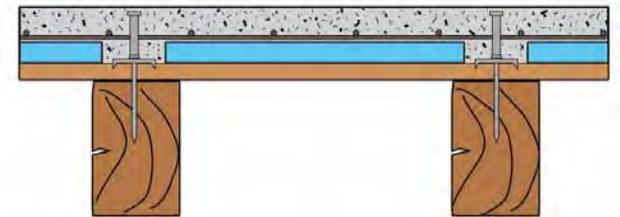
..o appendere
le travi



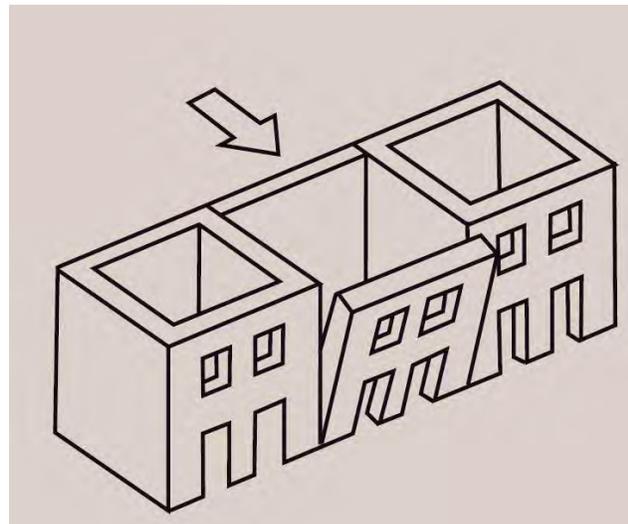
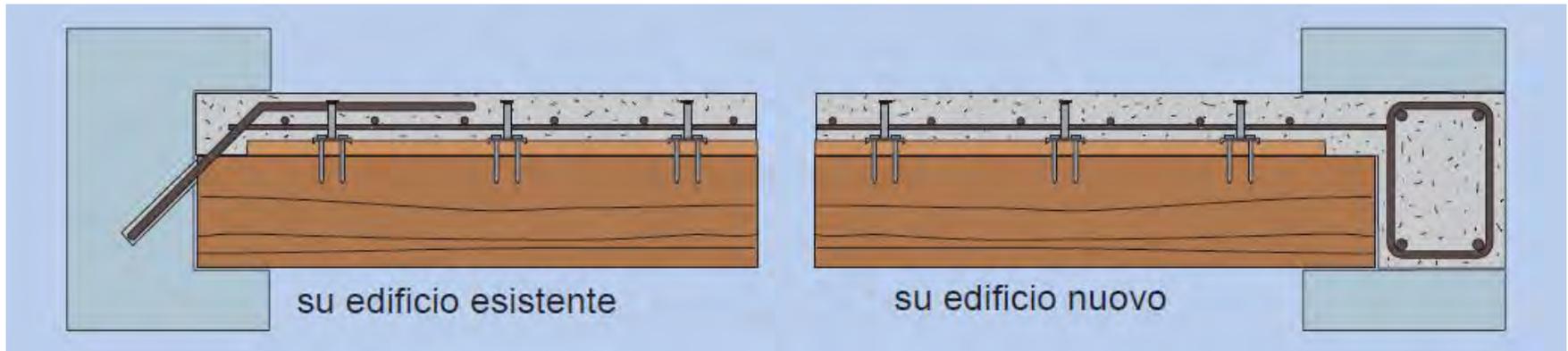
Calcestruzzi normali o alleggeriti



Vibrare e livellare



Aumento della sezione mista e della portata



Collegamento Antisismico



Collegamento alle murature con barre



Collegamento alle murature con cordoli

Tecnaria

[Visita il sito](#)
[Scarica i disegni](#)
[Scarica certificati](#)
[Scrivi a Tecnaria](#)
[Info...](#)

File

Dati

Calcola

Guida

Riepilogo dati

Calcestruzzo C25/30 - Rck30

Legno orditura EN C24 - DIN 510

Connettore Base sulla trave

Carchi portati per metro quadrato

Perm. strutturali $G_{k,1} = - \text{kN/m}^2$

Perm. non strutturali $G_{k,2} = - \text{kN/m}^2$

Accidentali $Q_k = 2.00 \text{ kN/m}^2$

Carichi totali a metro lineare

Totali S1e $F_d = - \text{kN/m}$

Totali S1u $F_d = - \text{kN/m}$

Geometria

Spessore assito cm

Spessore isolante cm

Spessore CLS cm

Interasse travi cm

Base travi cm

Altezza travi cm

Luce travi cm

Interasse travetti cm

Base travetti cm

Altezza travetti cm

Carichi non strutturali e portati

Sottofondo kN/m^2

Pavimento kN/m^2

Tramezzi kN/m^2

Altri permanenti kN/m^2

Sovraccarichi **civili abitazioni**

Variabili kN/m^2

Rapporto adm. L/freccia

Tempo 0

Tempo inf.

Calcolo di solaio a singola orditura

Luce della trave = -

N.B.: Misure espresse in cm

Materiali Strutturali

Peso spec. assito Valore kN/m^3

Peso spec. isolante Valore kN/m^3

Classe CLS strutturale

Tipo di legno

Umidità del legno

Tipologia connettore

Tavolato Carotato Interrotto

Spaziatura connettori Costante Variabile

Inserimento Avanzato Caratteristiche Meccaniche

CLS
Legno
Altri

Un utile supporto di calcolo

Tecnaria

[Visita il sito](#)
[Scarica i disegni](#)
[Scarica certificati](#)
[Scrivi a Tecnaria](#)
[Info...](#)

File

Dati

Calcola

Guida

Riepilogo dati

Calcestruzzo C25/30 - Rck30
 Legno orditura EN C24 - DIN 510
 Connettore Base sulla trave

Carchi portati per metro quadrato

Perm. strutturali $G_{k,1} = 1.60 \text{ kN/m}^2$
 Perm. non strutturali $G_{k,2} = 2.00 \text{ kN/m}^2$
 Accidentali $Q_k = 2.00 \text{ kN/m}^2$

Carchi totali a metro lineare

Totali Sle $F_d = 2.80 \text{ kN/m}$
 Totali Slu $F_d = 4.04 \text{ kN/m}$

RISULTATI DELLE VERIFICHE

Connettore tipo CTL BASE 12/60
 Connettori a spaziatura variabile

- ai quarti estremi della trave $D_e = 32.7 \text{ cm}$
- nella metà centrale della trave $D_c = 50.0 \text{ cm}$
- numero connettori per trave 14
- numero connettori a metro quadro 5.60

Verifiche a tempo ZERO

CLS - tensione massima $\sigma_{c,max} = 7.43 \leq 14.17 \text{ N/mm}^2$
 CLS - tensione minima $\sigma_{c,min} = -8.04 \text{ N/mm}^2$
 LEGNO - tensoflessione $0.90 \leq 1.00$
 LEGNO - taglio $\tau_{l,max} = 0.50 \leq 1.33 \text{ N/mm}^2$
 CONNETTORE - taglio $F_{con,max} = 10650 \leq 11147 \text{ N}$
 DEFORMABILITA' - freccia $F_{r,max} = 9.59 \leq 10.00 \text{ mm}$

Verifiche a tempo INFINITO

CLS - tensione massima $\sigma_{c,max} = 5.45 \leq 14.17 \text{ N/mm}^2$
 CLS - tensione minima $\sigma_{c,min} = -4.67 \text{ N/mm}^2$
 LEGNO - tensoflessione $0.94 \leq 1.00$
 LEGNO - taglio $\tau_{l,max} = 0.53 \leq 1.33 \text{ N/mm}^2$
 CONNETTORE - taglio $F_{con,max} = 10975 \leq 11147 \text{ N}$
 DEFORMABILITA' - freccia $F_{r,max} = 14.28 \leq 14.29 \text{ mm}$

Armatura inferiore

area minima del ferro $A_{f,min} = 1 \phi 10 \text{ /trave}$

Calcolo di solaio a singola orditura

Luce della trave = 500 N.B.: Misure espresse in cm

Imp. stampante STAMPA

Scaricabile gratuitamente

www.technaria.com

RINFORZO DEI SOLAI



Sistema di
calcolo
aggiornato
NTC2008

Solai collaboranti
acciaio-calcestruzzo
con connettori a piolo
fissati a freddo

TECNARIA®

Solai misti acciaio
calcestruzzo

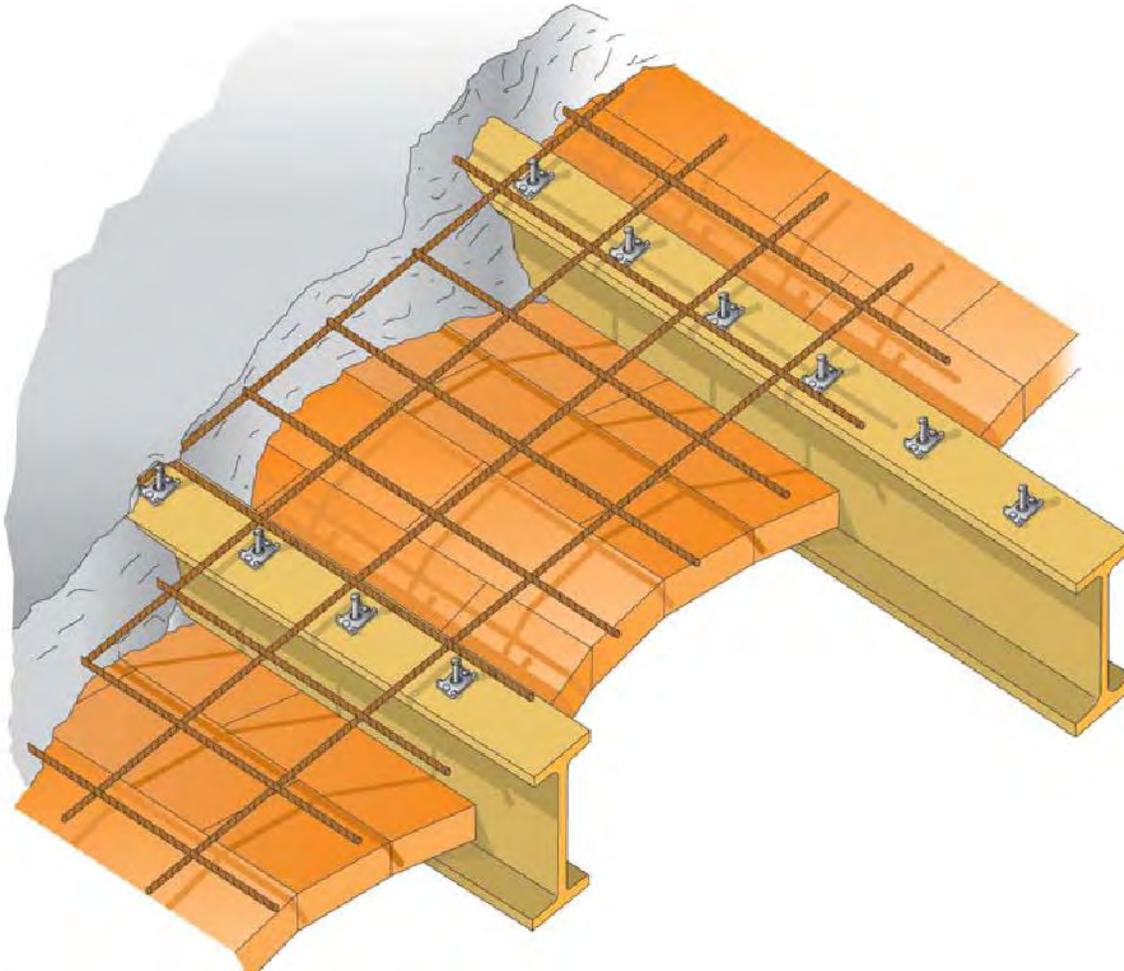
TECNARIA®

TECNARIA®





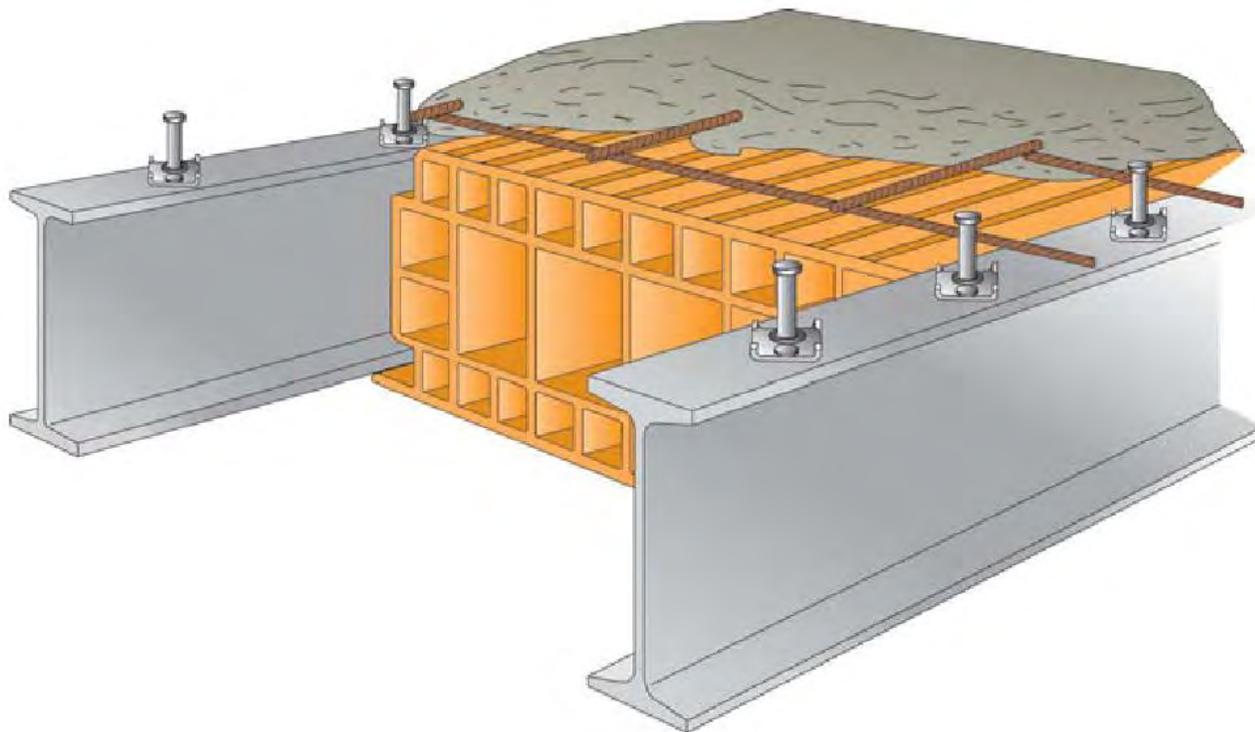
Fissaggio a freddo senza saldatura con chiodi speciali



Putrelle e mattoni pieni, tipici degli anni '20.

TECNARIA®





Putrelle ed elementi in laterizio forato, in tempi successivi.



Si può intervenire anche con spessori sottili



TECNARIA®

Estrema facilità di
posa.

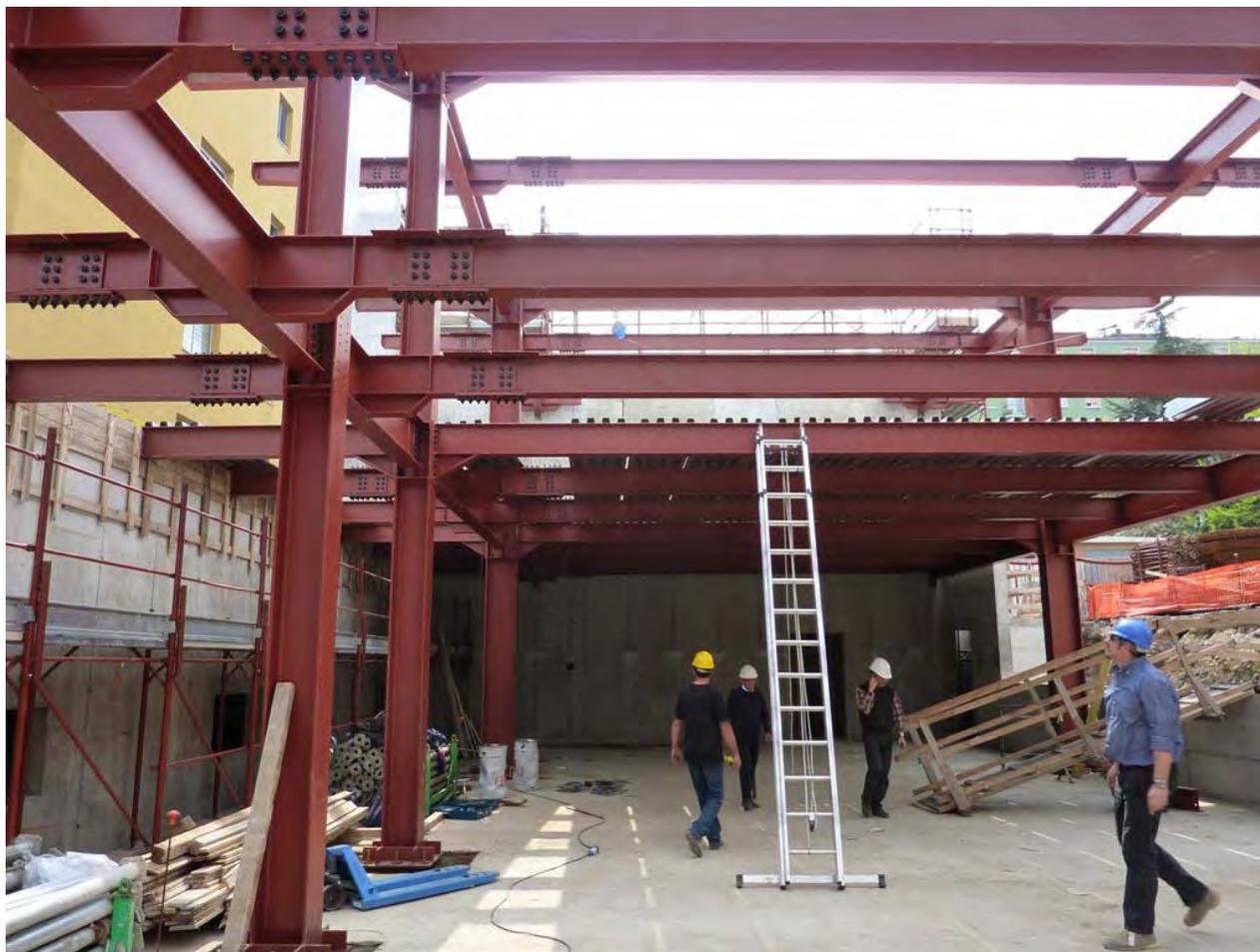
Attrezzature a
noleggio.



Ruggine, malta e incrostazioni
non interferiscono sul risultato finale.



Collegamento alle murature



Solai nuovi: leggeri e modulabili

TECNARIA®





Grande flessibilità di intervento anche in ambienti esistenti.

TECNARIA®



Tecnaria Acciaio e Calcestruzzo. Versione 2.0.3.7 per il RESTAURO di solai esistenti (file: "...")

File Opzioni Internet Guida Solai nuovi

Disegni Risultati

Lavoro
 Progetto: _____
 Progettista: _____

Dati geometrici
 Luce di calcolo: 500 cm
 Interasse travi b: 100 cm
 Spessore soletta hc: 5 cm
 Profilo metallico: IPN 180

Soletta su struttura esistente
 Soletta su lamiera grecata
 Trave puntellata

utente: _____

Altezza raccordo: 0 cm
 Larghezza tra isolante br: 15 cm
 Larghezza b0: 0 cm
 Larghezza bInf: 0 cm
 Interasse bd: 0 cm
 Cordolo staffato:

Materiali
 Acciaio: S235 - Fe 360
 Calcestruzzo: C25/30

Carichi e Deformabilità
 Peso proprio: _____ kN/mq
 Riempimento: 1 kN/mq
 Sottofondo: 0.5 kN/mq
 Pavimento: 0.5 kN/mq
 Tramezzi: 1 kN/mq
 Altri permanenti: 0 kN/mq
 Variabili: Civili abitazioni
 _____ kN/mq

Limiti di deformabilità
 Solai con finiture rigide
 Inflessione 2° fase = $L / 350$
 Inflessione finale = $L / 250$

Connettori
 + - n

SOLETTA PIENA: TRAVE SEMPLICE

Profilo
 Altezza: 180.0
 bf sup: 82.0
 tf sup: 10.4
 bf inf: 82.0
 tf inf: 10.4
 te: 6.9

N.b.: il peso delle parti non strutturali (tavelloni, volte, riempimenti o altri differenti) va riportato in "Riempimento".

[mm]

Un utile supporto di calcolo

Tecnaria Acciaio e Calcestruzzo. Versione 2.0.3.7 per il RESTAURO di solai esistenti (file: ")

File Opzioni Internet Guida Solai nuovi

Disegni Risultati

Lavoro

Progetto

Progettista

Dati geometrici

Luce di calcolo 500 cm

Interasse travi b 100 cm

Spessore soletta hc 5 cm

Profilo metallico IPN 180

Soletta su struttura esistente

Soletta su lamiera grecata

Trave puntellata

Utente

Altezza raccordo 0 cm

Larghezza tra isolante br 15 cm

Larghezza b0 0 cm

Larghezza bInf 0 cm

Interasse bd 0 cm

Cordolo staffato

Materiali

Acciaio S235 - Fe 360

Calcestruzzo C25/30

Carichi e Deformabilità

Peso proprio 1.42 kN/mq

Riempimento 1 kN/mq

Sottofondo 0.5 kN/mq

Pavimento 0.5 kN/mq

Tramezzi 1 kN/mq

Altri permanenti 0 kN/mq

Variabili Civili abitazioni

2 kN/mq

Limiti di deformabilità

Solai con finiture rigide

Inflessione 2° fase = L / 350

Inflessione finale = L / 250

Connettori

+

-

n

Calcola

Fase1 - Trave in acciaio - Stato Limite Ultimo

Verifica Momento: - Verifica Taglio: -

Fase 1+2 Trave acciaio-clc - Stato Limite Ultimo

Classe: 1 Beff (cm): 100.0 MED (kNm): 28.6 Verifica Momento: **0.97**

Calcolo Elastico x (cm): 7.4 MRd (kNm): 29.5 Verifica Taglio: **0.15**

Fase 1+2 Trave acciaio-clc - Stato Limite Ultimo - CONNESSIONE

Altezza conn.: 4.0 cm	Distribuzioni ammesse: L (cm)	n.conn.	passo (cm)
Connettore rigido	Uniforme: 500	29	17.9
Resistenza Pd k: 22.5 kN	Quarto a sx: 125	7	17.9
n: 13 k: 1.00	Variabile: Metà centrale: 250	9	30.0
nf: 53	Quarto a dx: 125	7	17.9
ne: 22		23	

Fase 1+2 Trave acciaio-clc - Stato Limite di Servizio

Delta 0 (mm): 0.0	x el. (cm): 7.4	Frequenza:
Delta 1 (mm): 0.0 + 4.0	n (Coeff. omo.): 13.3	8.9 Hz
Delta 2 (mm): 2.8	i: 1.00	
Delta ritiro (mm): 3.4	= L / 797	Rete (cm ² /m): 1.50
Delta max (mm): 10.3	= L / 487	Staffe (cm ² /m): -

Commenti

Avvertenza L'armatura trasversale (rete) dovrebbe essere posizionata

Avvertenza Ritiro significativo per rapporto luce/altezza >20: l'inflessio

Avvertenza Se necessario ridurre l'inflessione da ritiro utilizzare miscela

Avvertenza Si ricorda che il solaio nella direzione trasversale alle travi v

Scaricabile gratuitamente

RINFORZO DEI SOLAI

TECNARIA®

Sistema di
calcolo
aggiornato

NTC2008

Solai collaboranti
calcestruzzo-calcestruzzo
con connettori a vite
e piastra dentata

TECNARIA®

Solai misti
calcestruzzo
calcestruzzo

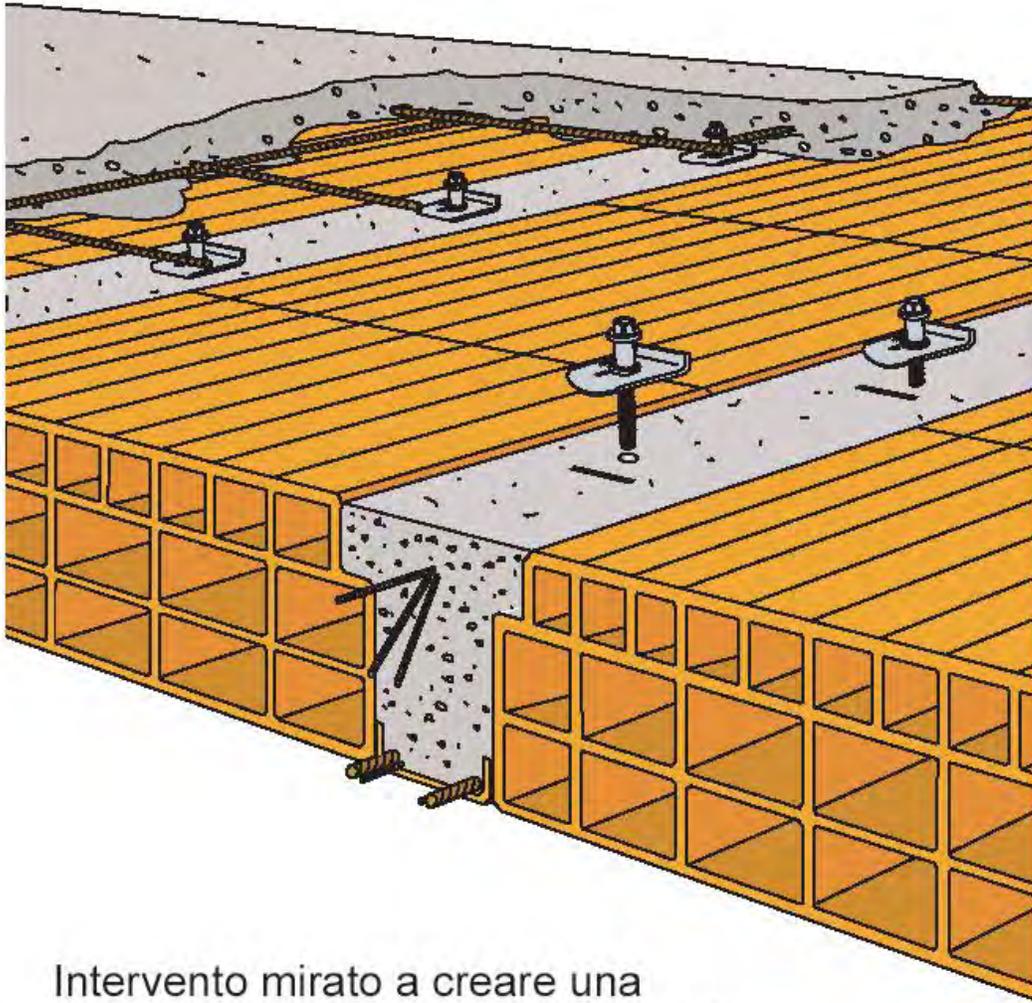
TECNARIA®

Vite e piastra
dentata fissati a
secco.



TECNARIA®



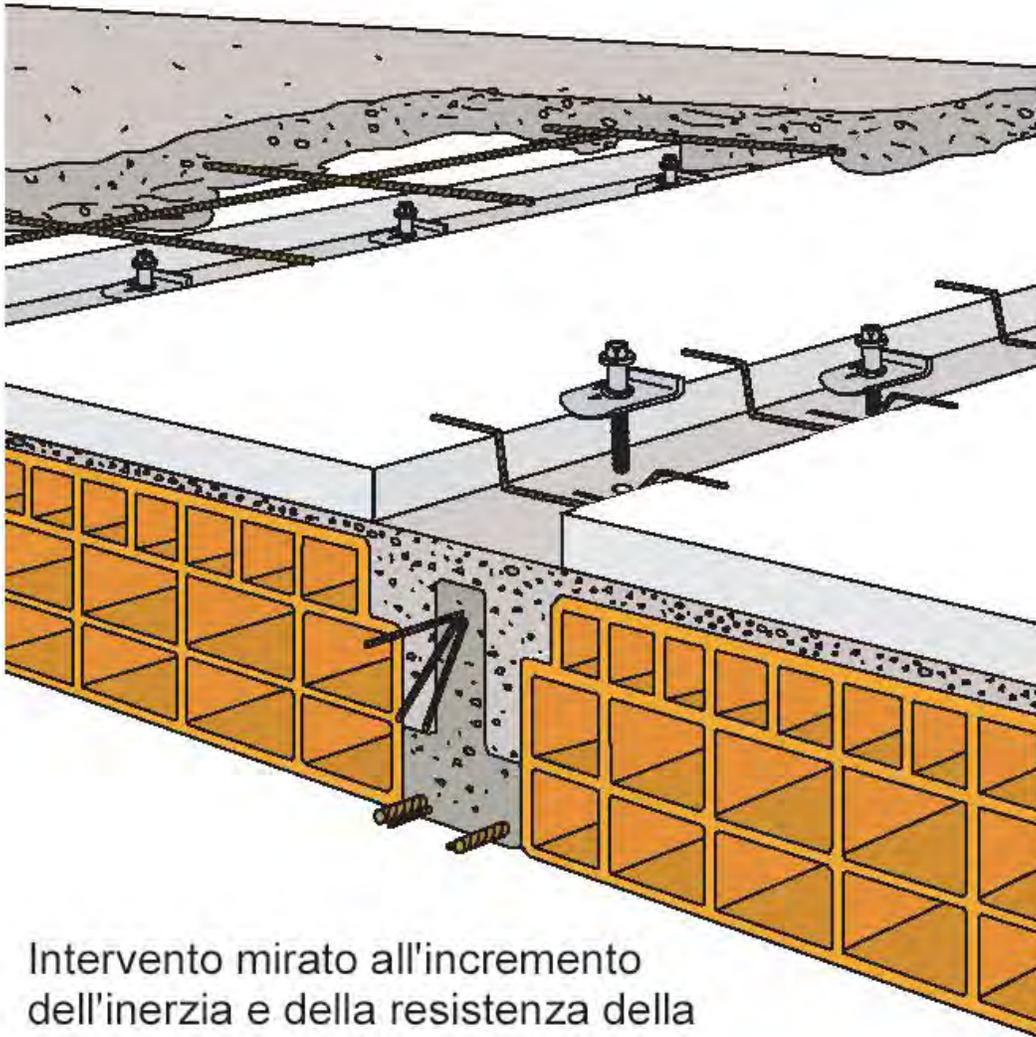


Intervento mirato a creare una soletta continua collaborante con i travetti.

Integrazione di soletta per antisismica.

Verificare qualità calcestruzzo e armatura inferiore!

Aumento di inerzia.



Intervento mirato all'incremento dell'inerzia e della resistenza della sezione evitando l'aumento eccessivo dei pesi propri.



Messa a nudo estradosso



Fissaggio dei connettori

Solai in c.a. con cappa connessa con CONNETTORI TECNARIA

Progetto: --- Superficie: 0 mq Dati 1/2

Materiali

calcestruzzo	esistente	C18/20 - Rck 20	$\gamma_{cl,es} =$	1,60
	nuovo	C25/30 - Rck 30	$\gamma_{cl,nuovo} =$	1,50
acciaio	esistente	Feb 38 k	$\gamma_{acc,es} =$	1,16
	nuovo	B450C	$\gamma_{acc,nuovo} =$	1,15

Geometria

spessore nuova cappa: 5 cm
 base e altezza eventuale raccordo: 10 x 0
 spessore soletta preesistente: 4 cm
 base e altezza travetto: 10 x 20
 interasse travetti: 50 cm
 n. campate: 1
 Lunghezza: (cm) 400

Appoggi

Laterali Sinistro Destro
 Rigidezza nulla (cerniera)
 $M = -g \cdot L^2 / 1E+06$
 $M = -g \cdot L^2 / 1E+06$

Armature per travetto

Armatura zona appoggio differente che armatura campata

Nuova superiore	1,25	2,0
Esistente sup.	0,00	2,0
Esistente inf.	3,08	2,0

Estensione zona cm: 400
 Lunghezza zona cls pieno agli appoggi: 0

Carichi

peso proprio	2,96	kN/m ²	$\gamma_{D1} =$	1,30
peso cappa	1,25	kN/m ²	$\gamma_{D1} =$	1,30
Compiutamente definiti (es sottofondo)	0,4	kN/m ²	$\gamma_{D1} =$	1,30
Compiutamente definiti (es pavimento)	0,4	kN/m ²	$\gamma_{D1} =$	1,30
Non compiutamente definiti (es tramezze)	1,6	kN/m ²	$\gamma_{D2} =$	1,50
Non compiutamente definiti (altri)	0	kN/m ²	$\gamma_{D2} =$	1,50
variabili	2	kN/m ²	$\gamma_{D2} =$	1,50

Solai in c.a. con cappa connessa con CONNETTORI TECNARIA

Progetto: --- Risultati 2/2

Risultati

Carichi totali

g_u , per travetto	3,26	kN/m	Coeff omog. n:	14,3	zone M-
g_u+q_u , per travetto	2,70	kN/m		15,7	zone M-

Resistenza a flessione

Max M-Ed:	11,9	kNm	x=200 cm 1 campata	combinazione 2
M-Ed:	24,9	kNm	limite lato acciaio	Verifiche M- superate
Max M-Ed:	0,0	kNm	x=0 cm 1 campata	combinazione 1
M-Ed:	-12,2	kNm	limite lato acciaio	Verifiche M- superate

Resistenza a taglio

V-Ed:	11,9	kN	x=0 cm 1 campata	Verifiche V superate
V-Rd:	14,9	kN		

Resistenza allo scorrimento

Connessione

Riduzione resistenza per snellezza travetto	1,00	
Resistenza allo scorrimento in zona compressa Pd:	16,70	kN
Resistenza allo scorrimento in zona tesa Pd:	10,99	kN

Spaziatura connettori

Zone:	Totale	1 campata		
		Prima parte	Parte centrale	Terza parte
Lunghezza zone:	cm 400	100	200	100
Passo:	cm 34	50	34	
Numero di connettori:	10	3	4	3

Incidenza media: Cone/mq 5,0 Tot: 0 Distanza minima ammissibile tra connettori: cm 14,4

Grafici:

Momento kNm: Graph showing a parabolic moment distribution with a maximum value of approximately -12 kNm at the center of the span (x=200 cm).

Taglio kN comb1: Graph showing a linear shear force distribution, crossing zero at the center of the span (x=200 cm).

Scorrimento kN/cm comb1: Graph showing a triangular shear flow distribution, with a maximum value of approximately 0,5 kN/cm at the supports (x=0 and x=400 cm).



via Pecori Girardi 55 - 36061 - Bassano del Grappa (VI) - Italia **Tecnaria S.p.A.** Tel +39 0424 502029 Fax +39 0424 502386 info@tecnaria.com



Software di calcolo

I connettori TECNARIA:

Permettono di recuperare i **solai esistenti**.

Migliorano le caratteristiche dei **solai nuovi**.

Sono ampiamente testati

Software gratuiti di calcolo

Agevoli nella posa.