

**TECNARIA**®

# STRUTTURE MISTE E CONNETTORI

Quando due materiali diversi sono tenuti uniti in modo efficace si comportano, da un punto di vista strutturale, come un elemento unico.

In edilizia si utilizza questo principio per realizzare i “solai misti”, vantaggiosi da un punto di vista strutturale perchè riducono le tensioni interne dei materiali e permettono di ottenere, con spessori ridotti, elementi molto rigidi.

Se alle travi portanti si sovrappone e si connette una soletta in calcestruzzo armato si sfruttano al meglio le proprietà caratteristiche dei singoli materiali: nel lato superiore il calcestruzzo avrà elevate prestazioni perchè correttamente compresso, nel lato inferiore travi in legno o acciaio risulteranno efficacemente tese.

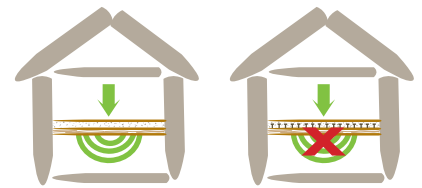
*L'interesse in questo tipo di struttura è stato originato dall'osservazione negli anni '20 di ponti realizzati con travi in acciaio rivettate; disegnati e realizzati come strutture non miste, in realtà, dimostravano di avere una rigidità molto più elevata della semplice trave in acciaio; l'incremento della rigidità era causato dall'attrito generato dal parziale incollaggio del calcestruzzo alla trave in acciaio, ma, soprattutto, dalla testa dei grossi rivetti presenti nella parte superiore della trave che impediva lo scorrimento tra i due elementi.*

*L'idea di generare artificialmente questo attrito portò alla ideazione dei connettori, agli inizi del 1930 per strutture in acciaio (realizzati con perni cilindrici e testa saldati alla trave) e successivamente per le strutture in legno, notoriamente meno rigide e più elastiche.*

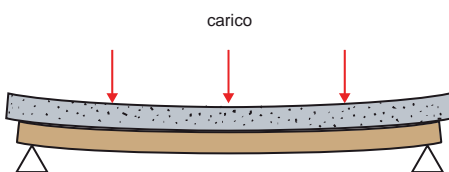
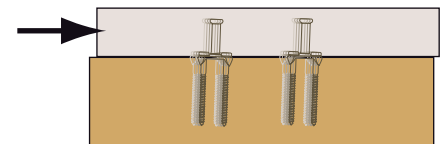


In edilizia moderna l'utilizzo del calcestruzzo come elemento di finitura dei solai trova ampio utilizzo poiché, data la sua massa e la sua rigidità, costituisce un piano rigido, ridistribuisce i carichi, limita le vibrazioni e la trasmissione del rumore e fornisce una adeguata resistenza al fuoco.

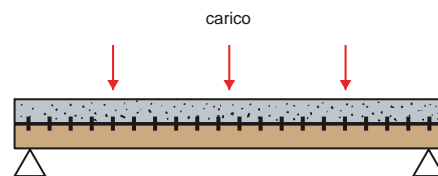
Nei solai misti il calcestruzzo si comporta come un elemento strutturale e non semplicemente come peso aggiunto se viene efficacemente connesso alla trave portante. I connettori si oppongono allo scorrimento che si genera tra i due materiali per effetto dei carichi.



**La struttura mista sfrutta quindi i materiali nelle loro caratteristiche migliori, perchè il calcestruzzo lavora a compressione e le travi sottostanti a trazione.**



STRUTTURA NON CONNESSA  
DEFORMABILE



STRUTTURA CONNESSA  
RIGIDA

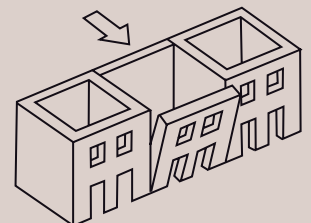
## COMPORAMENTO ANTISISMICO DELLE STRUTTURE MISTE

Le nuove norme tecniche (D.M. 14/1/2008) rendono quasi sempre necessaria la verifica sismica dei fabbricati.

Uno dei requisiti fondamentali delle strutture che resistono al sisma è il comportamento “scatolare”, per il quale le murature sono legate ad un **soffitto rigido in grado di ripartire il carico sismico** alla pareti nella direzione della loro massima resistenza.

Una soletta in calcestruzzo connessa ai travetti e collegata perimetralmente alle murature realizza al meglio questo piano rigido.

Infatti al punto 7.2.6. delle norme si legge: ‘Gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano, a condizione che siano realizzati in cemento armato, oppure in latero-cemento con soletta in c.a. di almeno 40 mm di spessore, o in struttura mista con soletta in cemento armato di almeno 50 mm di spessore collegata da connettori a taglio opportunamente dimensionati agli elementi strutturali in acciaio o in legno e purché le aperture presenti non ne riducano significativamente la rigidità’.



# PROFILO AZIENDALE

Tecnaria S.p.A. è una società specializzata nella ideazione e produzione di connettori per solai misti e più precisamente solai misti legno-calcestruzzo, acciaio calcestruzzo e laterocemento-calcestruzzo; sempre molto sensibile alle richieste del mercato dell'edilizia in continua evoluzione, ha cercato di anticiparne le esigenze.

Nasce nel 1949 per volontà di Francesco Guazzo e suo padre Carlo con il nome di Edilcasa dedicandosi alla commercializzazione di prodotti per edilizia. Nel corso degli anni si evolve e specializza sempre di più la propria offerta commerciale, fino al punto di creare dei prodotti propri. Scopo dell'azienda è ora di potenziare il proprio know-how nel settore dei solai e di arricchire la famiglia dei prodotti.

## Un po' di storia

Il primi connettori sono stati ideati per le **strutture miste acciaio-calcestruzzo** nel 1989; testato presso l'Università di Padova con la collaborazione del Prof. Ing. Giorgio Romaro, il connettore **CTF** è stato immesso nel mercato nel 1992. Originariamente pensato per la realizzazione di nuovi solai con lamiera grecata ha trovato anche ampio utilizzo per il recupero di solai esistenti. Il mercato delle costruzioni nei primi anni '90 dimostrava forte interesse per le tecniche innovative di recupero e consolidamento.

A metà degli anni '90 la clientela richiedeva una soluzione per il recupero di **solai in legno** che al pari dei solai in acciaio presentasse le caratteristiche di efficacia, semplicità nella posa e certezza dei risultati.

E' nato in tal modo il connettore per solai misti legno-calcestruzzo **CTL**; l'idea di partire dal medesimo connettore per strutture in acciaio che aveva incontrato il favore del mercato con gli opportuni adattamenti, si è dimostrata vincente. La piastra di base è stata reinterpretata con i ramponi che penetravano nel legno ed al posto dei chiodi, robuste viti tirafondi. Il primo connettore "**BASE**" nasce nel 1994, la sua evoluzione "**MAXI**" 8 anni dopo.

La diffusione dei connettori era però ostacolata da un problema di carattere culturale: le strutture in legno erano scarsamente studiate nelle scuole e nelle Università per cui spesso i progettisti trovavano difficoltà nel calcolo delle strutture miste. La grande richiesta di interventi ha spinto Tecnaria a fare una scelta coraggiosa: mettere a punto un software di calcolo semplice da utilizzare e distribuirlo gratuitamente; solo così si sarebbe potuta diffondere la conoscenza delle strutture miste.

La crescita esponenziale di Internet ha reso possibile la fruizione di questo utile strumento ed ha creato conoscenza delle strutture miste. Numerosi e prestigiosi sono stati i lavori realizzati con questi connettori, in Italia ed all'estero.

Intorno agli anni 2000 la clientela si trovava spesso ad affrontare problemi di recupero di **solai in laterocemento**, soprattutto da un punto di vista di un loro adeguamento antisismico. Ecco allora nascere nel 2002 il connettore **CTCEM**, che completava la proposta di elementi di connessione per i diversi tipi di solai. Anche in questo caso il prodotto è stato supportato da un software di calcolo. In questa fase è stato rafforzato l'ufficio tecnico dell'azienda con personale altamente specializzato per fornire assistenza tecnica alla progettazione.

L'ultimo connettore per strutture in legno "**Omega**" nasce nel 2005 per rispondere alle tipologie di solai presenti soprattutto in Italia centrale caratterizzati dalla presenza di pianelle in laterizio.

E' il 2007 quando viene ideato il nuovo connettore **Diapason** per strutture acciaio-calcestruzzo ad elevate prestazioni meccaniche, da potersi utilizzare nelle strutture nuove.

Dal 2008 Tecnaria ha deciso di investire molto nelle certificazioni dei propri prodotti, oramai maturi da un punto di vista tecnico, nella convinzione che il mercato dell'edilizia dimostrerà sempre di più esigenze di industrializzazione e di certificazione. La necessità di esportare i prodotti all'estero ha reso ancora più consapevole questa scelta. La proposta dei connettori è stata affiancata nel corso degli anni da una serie di accessori per facilitarne la posa per rendere il lavoro in cantiere più spedito e sicuro.



Siamo agli inizi degli anni '90: i primi studi e prototipi dei connettori CTF per i solai in acciaio.



Studi e prototipi dei connettori per solai in legno CTL BASE (1994) e CTL MAXI (2002)



2002: prototipi del connettore CTCEM per solai in laterocemento.



2007: alcuni prototipi del connettore Diapason, ancora in fase di studio.

# SOLAI MISTI LEGNO CALCESTRUZZO



**Connettori a piolo  
e ramponi  
CTL BASE**



**Connettori a piolo  
e ramponi  
CTL MAXI**

**TECNARIA®**

**RINFORZO DEI SOLAI**

# TECNARIA SISTEMI MODERNI DI RINFORZO



## LA SOLUZIONE DI UN PROBLEMA

I **vecchi solai** in legno esigono spesso interventi di rinforzo ed irrigidimento in quanto realizzati per sopportare carichi modesti; presentano quasi sempre deformabilità e vibrazioni eccessive rispetto le attuali esigenze. L'intervento con il calcestruzzo collaborante è una soluzione ottimale perchè evita la necessità di dover sostituire completamente il solaio e permette di non modificare molto l'altezza dell'impalcato.

I **nuovi solai** di legno, per essere abbastanza resistenti e rigidi, necessitano di sezioni di travi elevate. In entrambi i casi è possibile sovrapporre alla struttura in legno una sottile soletta di calcestruzzo, adeguatamente armata e connessa, ottenendo per i vecchi solai un cospicuo aumento di resistenza e rigidità e consentendo sezioni decisamente più modeste alle travi dei nuovi solai.

Il sistema misto legno e calcestruzzo si utilizza anche per la realizzazione di coperture, piane od inclinate. L'interposizione dei **connettori** a piolo e ramponi tra le travi di legno e la soletta di calcestruzzo è necessaria per consentire ai due materiali di collaborare tra loro; il risultato sarà una struttura solidale dove, per effetto dei carichi verticali, il calcestruzzo risulterà prevalentemente compresso ed il legno prevalentemente teso.

La struttura mista legno-calcestruzzo risulterà migliore rispetto alla struttura di solo legno in quanto **più rigida e resistente**. Ne risulterà migliorato anche il comportamento dinamico (**vibrazioni**), l'**isolamento acustico** e l'**inerzia termica**.

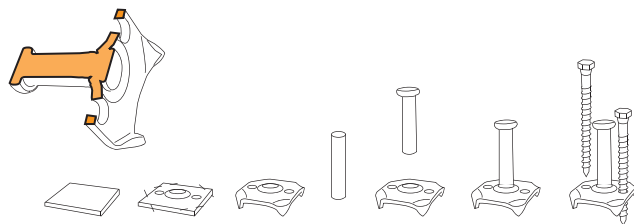
La soletta di calcestruzzo rappresenta un ottimo accorgimento tecnico negli edifici di muratura in **zona sismica**, in quanto consente di collegare fra di loro i muri portanti realizzando un piano rigido in grado di ripartire meglio le azioni sismiche orizzontali. Il peso dei solai misti legno e calcestruzzo è di gran lunga inferiore rispetto ai solai in laterocemento e quindi risulta preferibile in zone sismiche.

I connettori a piolo e ramponi TECNARIA sono stati ideati ed ampiamente testati per realizzare al meglio l'unione tra legno e calcestruzzo.

L'efficacia del connettore è assicurata dalla robusta piastra di base, come supporto del piolo, modellata a ramponi in modo tale da consentire elevata aderenza al legno e di assorbire al meglio gli sforzi di taglio: le numerose prove di laboratorio hanno evidenziato efficacia di questo accorgimento. In tal modo non si verificano fenomeni di rifollamento, inevitabili nel caso in cui il rinforzo sia affidato a semplici viti o chiodi. A chiodi, viti e ramponi, elementi antichi e collaudati dal tempo si affida ora un nuovo compito.

Il fissaggio è completamente meccanico, non sono necessarie resine od additivi chimici; questo rende il processo di connessione veloce, economico, pulito e reversibile.

Trave sez. 12x20 cm <b>non connessa</b> portata 280 kg/m <sup>2</sup>	Trave sez. 12x20 cm <b>connessa</b> portata 700 kg/m <sup>2</sup>	Trave sez. 12x28 cm <b>non connessa</b> portata 700 kg/m <sup>2</sup>
	+ 150 % di peso portato	+ 40 % di altezza



I vantaggi più evidenti per la struttura mista legno-calcestruzzo si individuano in una maggiore capacità portante, una minore altezza totale degli impalcati, una maggiore rigidità, oltre che una migliore resistenza al fuoco.

L'esempio a lato dimostra le diverse portate delle travi a parità di deformazione.

# IL SOLAIO LEGNO-CALCESTRUZZO

## Legno

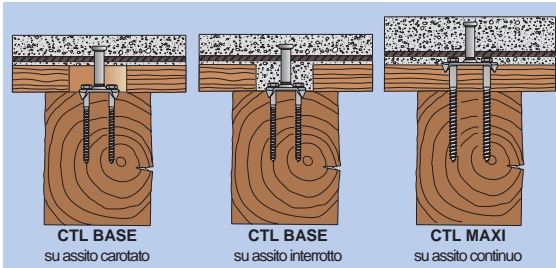
Nel caso di restauro è importante rilevare geometria e caratteristiche meccaniche del legno. Nel caso di solai nuovi si può utilizzare legno massiccio, lamellare o Bilam.

## Interposto

Il cassero per il getto di calcestruzzo può essere costituito da assito in legno, pannelle o tavelle in laterizio, pannelli in fibre di legno.

## Rete elettrosaldata

A metà della soletta va sempre posta una rete elettrosaldata adeguatamente dimensionata (normalmente  $\varnothing 6$  maglia 20x20 cm). Non è necessario legare la rete ai connettori.



## Connettori Tecnaria

**CTL BASE:** con viti  $\varnothing 8$  mm, normalmente si fissa a diretto contatto della trave in legno  
**CTL MAXI:** con viti  $\varnothing 10$  mm di diametro, normalmente si fissa sopra l'assito.

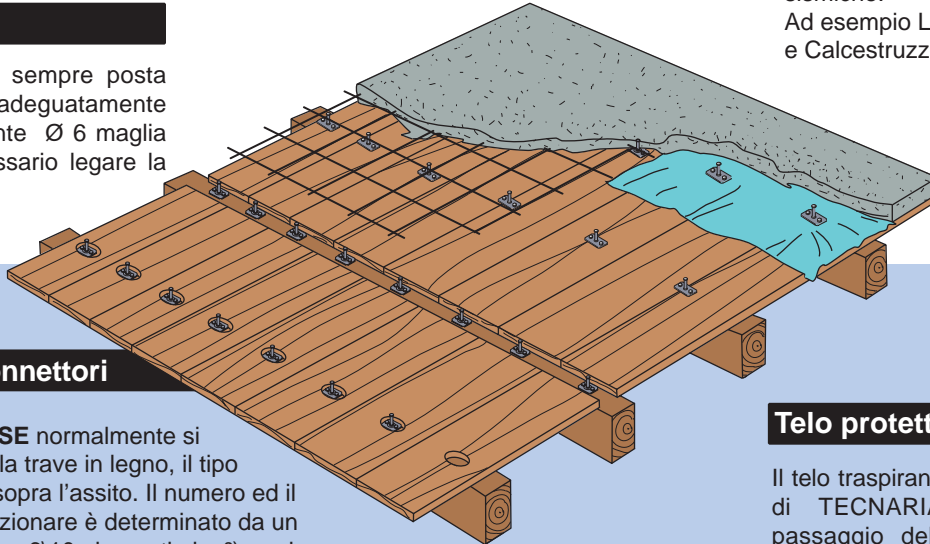
## Calcestruzzo

Si utilizzano normalmente calcestruzzi strutturali di classe minima C25/30 con spessore non inferiore a 5 cm. Gli impianti tecnici non possono attraversare la soletta collaborante.

## Calcestruzzi leggeri strutturali

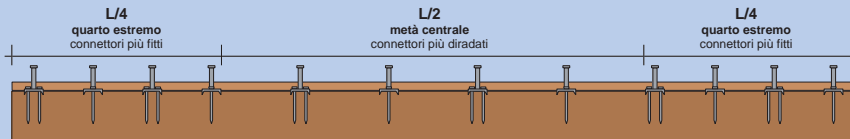
E' consigliato il loro utilizzo per ridurre il peso proprio del solaio rinforzato mantenendo elevate le resistenze meccaniche. Contemplato nelle NTC permette elevati vantaggi in zone sismiche.

Ad esempio Leca CLS 1400-1600-1800 e Calcestruzzo CentroStorico di Laterlite.



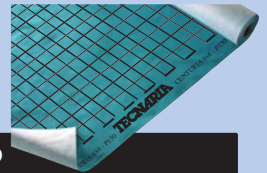
## Posizionamento connettori

Il connettore tipo **CTL BASE** normalmente si fissa a diretto contatto della trave in legno, il tipo **CTL MAXI** normalmente sopra l'assito. Il numero ed il tipo dei connettori da posizionare è determinato da un calcolo (in media sono circa 6\10 elementi al  $m^2$ ); andranno fissati a spaziatura ravvicinata verso i muri e più distanziati al centro della trave. E' opportuno ruotare la piastra di base in modo che le viti non risultino allineate.



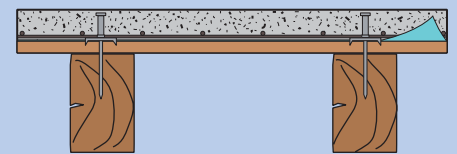
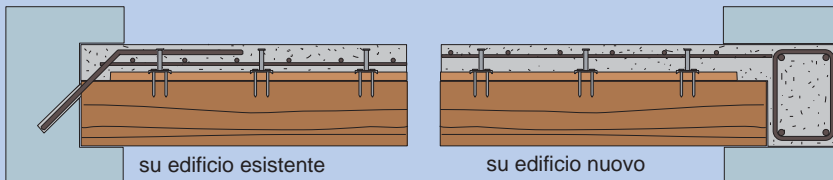
## Telo protettivo

Il telo traspirante idrorepellente 'Centuria' di TECNARIA è impermeabile al passaggio dell'acqua e traspirante al vapore. E' in grado di prevenire la percolazione di boiaccia, l'assorbimento di acqua di idratazione del calcestruzzo da parte del legno e la formazione di polvere ai piani sottostanti nel lungo periodo. Anche in presenza di elevata saturazione degli ambienti sottostanti non creerà condensazione di vapore nel suo lato inferiore, preservando così il tavolato ligneo. Si stenderà a contatto del legno, prima dei connettori. E' sovrastampato un graticolo di 6x6 cm che facilita la segnatura del passo di posizionamento. Si fornisce anche nastro biadesivo ed occhielli per una perfetta sigillatura.



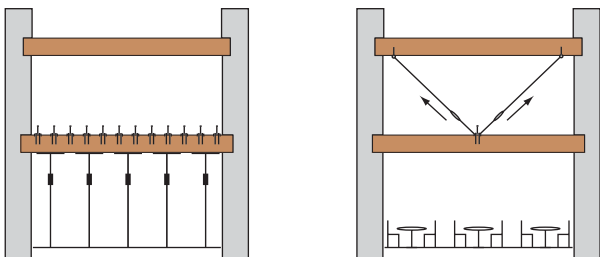
## Collegamento ai muri

E' opportuno unire la soletta alla muratura portante in tutti i lati del solaio. Questo accorgimento apporta anche benefici in termini di rigidità e resistenza sismica del solaio. L'intervento si può fare in vari modi, dipendenti dal tipo di muro.

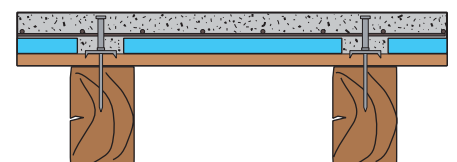


## Puntellazione

E' importante puntellare i solai durante la maturazione del calcestruzzo. Nella impossibilità di accedere ai vani sottostanti sarà necessario appendere il solaio tramite tiranti.



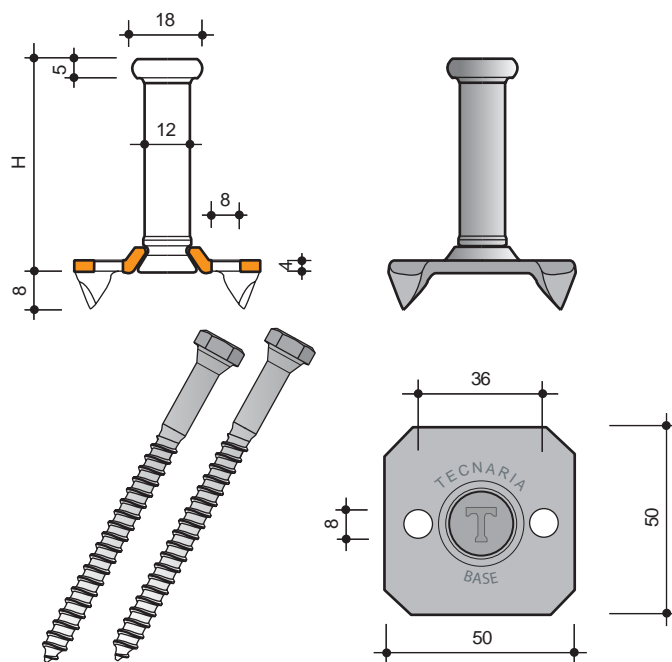
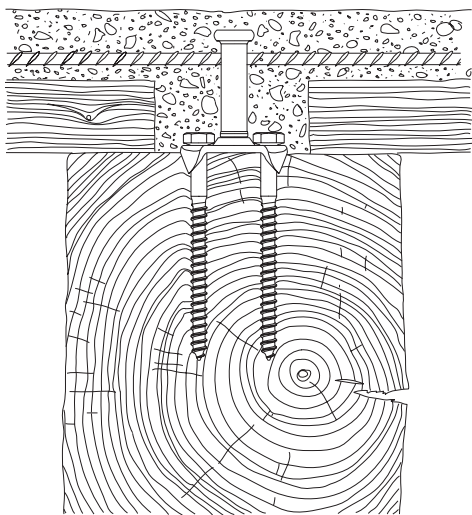
## Isolante



L'interposizione di un pannello di materiale isolante rigido permette di aumentare la sezione della trave mista legno-calcestruzzo senza incrementare il peso proprio del solaio, **migliorando il rinforzo**. Si ottengono vantaggi in termini di resistenza, rigidità, numero di connettori ed isolamento termo-acustico.

# Connettore BASE

piastra di base 50 X 50 mm viti Ø 8 mm



Voce di capitolato: connettore a piolo composto da una piastra di base 50 X 50 X 4 mm, modellata a ramponi, avente due fori atti al passaggio di due viti tirafondi Ø 8 mm, con sottotesta tronco-conico, gambo in acciaio zincato Ø 12 mm, unito alla piastra tramite ricalco a freddo. Altezze gambo disponibili: 30, 40, 60, 70, 80, 105, 125, 150, 175 e 200 mm. Lunghezza viti disponibili: 70, 100 e 120 mm

Valori meccanici su legno di abete C16 (EN338) corrispondente alla classe S7 (DIN 4074) secondo il metodo delle:

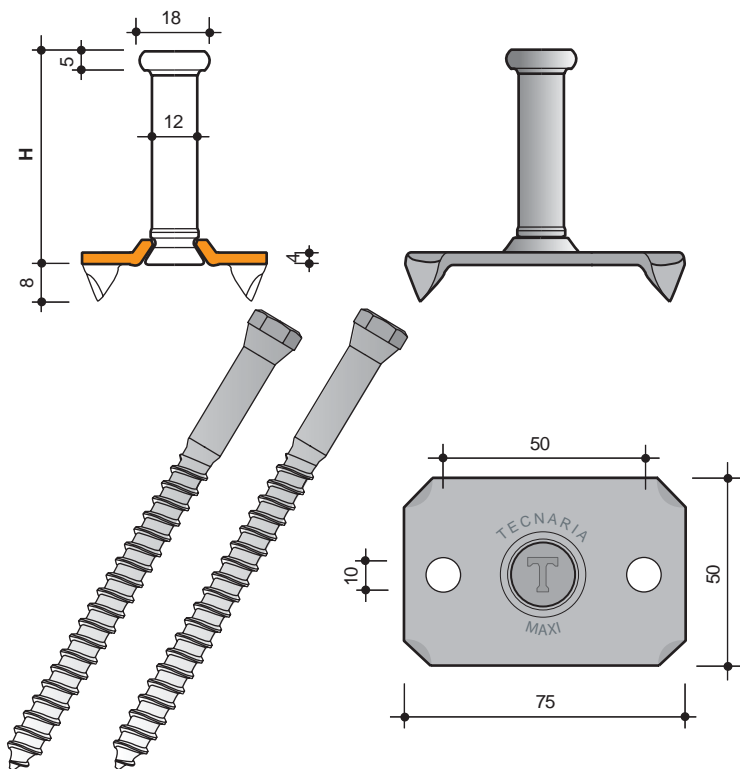
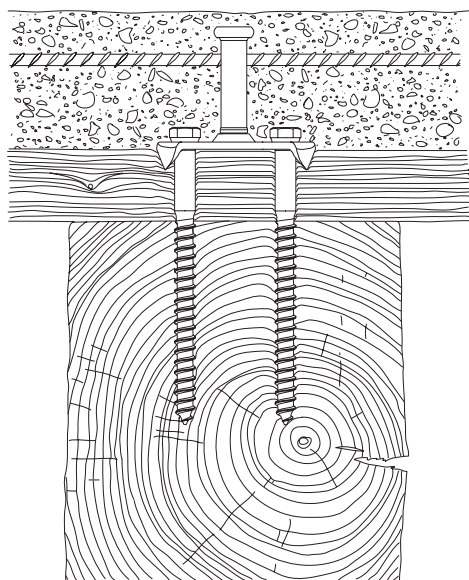
TENSONI AMMISSIBILI	direttamente su trave	su tavolato di 2 cm	su tavolato di 4 cm
RESISTENZA (carico ammissibile) [N]	7500	5100	3500
RIGIDEZZA (modulo di scorrimento di servizio) [N/mm]	20800	3140	1410

Valori meccanici su legno di abete C16 (EN338) corrispondente alla classe S7 (DIN 4074) secondo il metodo degli:

STATI LIMITE	direttamente su trave	su tavolato di 2 cm	su tavolato di 4 cm
RESISTENZA CARATTERISTICA $f_k$ [N]	20900	14190	9760
MODULO DI SCORRIMENTO INIZIALE $K_{ser}$ [N/mm]	17200	2740	1330
MODULO DI SCORRIMENTO ULTIMO $K_u$ [N/mm]	7410	1730	970

# Connettore MAXI

piastra di base 75 X 50 mm viti Ø 10 mm



Voce di capitolato: connettore a piolo composto da una piastra di base 75 X 50 X 4 mm, modellata a ramponi, avente due fori atti al passaggio di due viti tirafondi Ø 10 mm, con sottotesta tronco-conico, gambo in acciaio zincato Ø 12 mm, unito alla piastra tramite ricalco a freddo. Altezze gambo disponibili: 30, 40, 60, 70, 80, 105, 125, 150, 175 e 200 mm. Lunghezza viti disponibili: 100, 120 e 140 mm

Valori meccanici su legno di abete C16 (EN338) corrispondente alla classe S7 (DIN 4074) secondo il metodo delle:

TENSONI AMMISSIBILI	direttamente su trave	su tavolato di 2 cm	su tavolato di 4 cm
RESISTENZA (carico ammissibile) [N]	8700	7050	6140
RIGIDEZZA (modulo di scorrimento di servizio) [N/mm]	20800	8390	3660

Valori meccanici su legno di abete C16 (EN338) corrispondente alla classe S7 (DIN 4074) secondo il metodo degli:

STATI LIMITE	direttamente su trave	su tavolato di 2 cm	su tavolato di 4 cm
RESISTENZA CARATTERISTICA $f_k$ [N]	24250	19630	17100
MODULO DI SCORRIMENTO INIZIALE $K_{ser}$ [N/mm]	17200	6800	3230
MODULO DI SCORRIMENTO ULTIMO $K_u$ [N/mm]	7410	3270	2410

# CONNETTORI TECNARIA: LE APPLICAZIONI

I connettori a piolo e ramponi si caratterizzano per l'estrema semplicità di posa; non richiedono manodopera specializzata né particolari condizioni di cantiere. **Posarli è semplice come avvitare due viti.** Il connettore può essere fissato o a diretto contatto della trave o sopra l'assito. TECNARIA consiglia di interporre il telo di traspirante idrorepellente 'Centuria' tra i connettori e l'assito prima dell'esecuzione del getto. Nel caso di specie legnose dure sarà necessario eseguire un preforo di 6 mm di diametro per le viti dei connettori **BASE** con viti da 8 mm. Il preforo andrà sempre eseguito per i connettori **MAXI** con viti da Ø 10 mm e dovrà essere di 8 mm di diametro. Di seguito descritte le tre tipologie di posa.

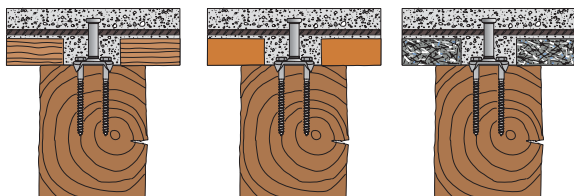
## A ASSITO INTERROTTO

### Massime prestazioni - Solai nuovi



**Connettore fissato a diretto contatto della trave in legno.**

Si crea un cordolo in calcestruzzo continuo sopra la trave. Si può ottenere tagliando l'assito con una sega circolare oppure tramite la posa di tavole tagliate su misura. Analoga situazione si avrà nel caso di interposizione di tavole, piastrelle in laterizio o pannelli compositi in legno. Questa soluzione garantisce elevate prestazioni meccaniche del connettore ma necessita della preparazione del tavolato. Usualmente si utilizzano connettori tipo **BASE**. Suggerito per i solai nuovi.



## B ASSITO CAROTATO

### Massime prestazioni Recupero di solai



**Connettore fissato a diretto contatto della trave in legno.**

TECNARIA dispone di una serie di attrezzature che facilitano la posa dei connettori che vengono offerte a noleggio per eseguire fori su assito: trapano con supporto. Questa soluzione garantisce le migliori prestazioni meccaniche del connettore ma una lavorazione maggiore.



Tramite una fresa a punta effettuare dei fori sul tavolato ove va posizionato il connettore: Ø 65 mm per connettore **BASE**. Questa soluzione garantisce elevate prestazioni meccaniche del connettore ma necessita della preparazione del tavolato. Usualmente si utilizzano connettori tipo **BASE**. Tale applicazione è sconsigliata nei casi di tavolati lignei duri e di tavolati già esistenti fissati con molti chiodi.

## C ASSITO CONTINUO

### Massima velocità di posa Recupero di solai



**Connettore fissato sopra l'assito.**

La posa del connettore va effettuata direttamente sopra assito. Usualmente si utilizzano connettori tipo **MAXI**, che richiedono l'esecuzione di due prefori di 8 mm di diametro per alloggiare le viti. Consigliato nel caso di recupero integrale della struttura esistente.

Questa soluzione permette la massima velocità di posa.

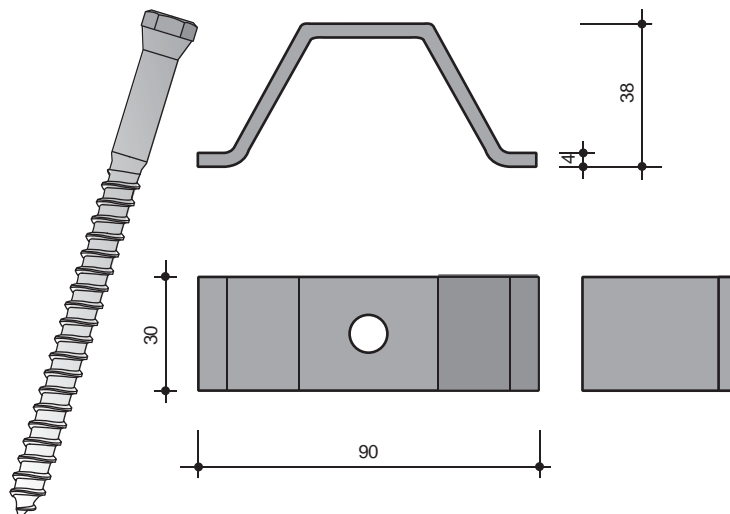
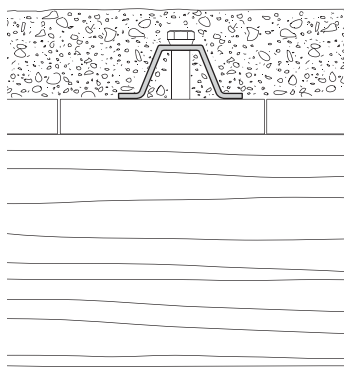
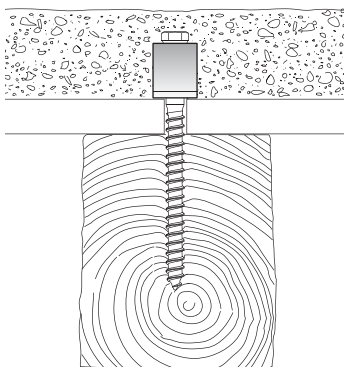
Si può utilizzare un doppio trapano a colonna di TECNARIA per una veloce preforatura ed un trapano ad impulsivi per avvitare le viti tirafondi (anche a noleggio).



# Connettore OMEGA piastra 38x30x90 mm viti Ø 10 mm

## Composto da vite tirafondo e piastra stabilizzatrice

Il connettore OMEGA è utilizzato per connettere travicelli di sezione ridotta nei solai a doppia orditura. Il suo utilizzo risulta particolarmente facile nel caso in cui sopra i travetti siano presenti mezzane o pannelle in laterizio. In questi casi la vite del connettore si potrà fissare anche attraverso le mezzane affiancate essendo di dimensione ridotta. Sulle travi principali si userà il connettore BASE o MAXI.



Valori meccanici su legno di abete C16 (EN338) corrispondente alla classe S7 (DIN 4074) secondo il metodo degli stati limite.

STATI LIMITE	Direttamente su trave	su interposto di 2 cm	su interposto di 4 cm
RESISTENZA CARATTERISTICA $f_k$ [N]	10240	9393	8010
MODULO DI SCORRIMENTO INIZIALE $K_{ser}$ [N/mm]	5880	2250	2110
MODULO DI SCORRIMENTO $K_u$ [N/mm]	3920	1320	1240

I valori indicati sono stati ricavati da specifiche prove di push-out effettuate presso il Laboratorio Prove e Materiali Tecnaria in riferimento alla norma UNI EN 26891 e da elaborazioni cautelative della teoria delle strutture miste. E' disponibile il rapporto di prova.

Voce di capitolato: Connettore composto da una vite tirafondo Ø10 mm, lunghezza 100/120/140 mm con sottotesta tronco-conica e da una piastra H38 x30xL90 mm, spessore 4 mm piegata a forma di Omega, avente un foro atto al passaggio della vite tirafondo.

### TABELLE PER IL DIMENSIONAMENTO CONNESSIONE SU TRAVETTI CON PIANELLE E CONNETTORI TIPO OMEGA + VITE TIRAFONDO Ø10

I connettori a vite tirafondo e piastra stabilizzatrice ad Omega sono stati appositamente studiati per i travetti di sezione ridotta ad interasse ravvicinato abbinati a pannelle in cotto o a tavelle in laterizio; utilizzabili anche con tavolato in legno.

SOLAI DI CALPESTIO								
Sezione travetti	Lunghezza cm	140	160	180	200	220	240	260
8x8 cm	spaziatura connettori cm	48	36	36	36	22		
	n° conn. per travetto	4	5	6	7	11		
	n° conn. al mq	8,0	9,7	9,5	9,4	13,7		
8x10 cm	spaziatura connettori cm	48	48	36	36	36	28	
	n° conn. per travetto	4	4	6	7	7	10	
	n° conn. al mq	8,0	7,7	9,5	9,4	9,2	11,4	
10x10 cm	spaziatura connettori cm	48	48	48	36	36	36	18
	n° conn. per travetto	4	4	5	7	7	8	15
	n° conn. al mq	8,0	7,7	7,5	9,4	9,2	9,1	17,0
10x12 cm	spaziatura connettori cm	48	48	48	48	48	36	36
	n° conn. per travetto	4	4	5	5	6	8	8
	n° conn. al mq	8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	9,1	9,0

COPERTURE								
Sezione travetti	Lunghezza cm	140	160	180	200	220	240	260
8x8 cm	spaziatura connettori cm	48	48	36	36	36	36	36
	n° conn. per travetto	4	4	6	7	7	8	8
	n° conn. al mq	8,0	7,7	9,5	9,4	9,2	9,1	9,0
8x10 cm	spaziatura connettori cm	48	48	48	48	48	36	36
	n° conn. per travetto	4	4	5	5	6	8	8
	n° conn. al mq	8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	9,1	9,0
10x10 cm	spaziatura connettori cm	48	48	48	48	48	36	36
	n° conn. per travetto	4	4	5	5	6	8	8
	n° conn. al mq	8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	9,1	9,0
10x12 cm	spaziatura connettori cm	48	48	48	48	48	48	48
	n° conn. per travetto	4	4	5	5	6	6	6
	n° conn. al mq	8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	7,1	7,1

#### Dati di calcolo:

Trave mista costituita da una soletta armata collaborante in calcestruzzo avente Rck minimo 25 Mpa di spessore 5 cm, gettata su pannelle in laterizio piene di spessore 3 cm, connessa tramite il connettore vite tirafondo Ø 10 e piastra Omega ai travetti in legno C24 (secondo la EN 338) posizionati ad interasse 35 cm puntellati fino a maturazione del getto.

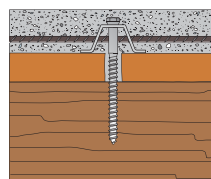
Carichi di progetto per la tabella "solai di calpestio": pesi propri + 2.0 kN/m<sup>2</sup> (permanenti) e 2.0 kN/m<sup>2</sup> (variabili). Deformata massima a tempo 0 < L / 500 e a tempo infinito < L / 350.

Carichi di progetto per la tabella "coperture": pesi propri + 1.0 kN/m<sup>2</sup> (permanenti) e 1.0 kN/m<sup>2</sup> (variabili). Deformata massima a tempo 0 < L / 300 e a tempo infinito < L / 250.

Tutti i dati inseriti in queste tabelle sono informativi. Spetta al progettista verificare i solai misti.

### Connettori Omega

Date le dimensioni ridotte i connettori OMEGA sono prevalentemente utilizzati su travicelli aventi sezioni esigue.



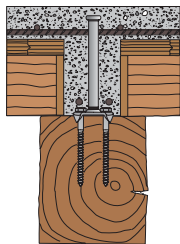
# SOLAIO IN LEGNO A DOPPIA ORDITURA

## Travi principali

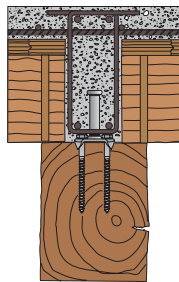
Costituiscono l'elemento portante dell'intero solaio, dove poggiano i travetti secondari con la funzione di ripartire il carico. I connettori devono essere fissati a diretto contatto della trave principale. Sopra la trave si crea un cordolo di calcestruzzo di collegamento adeguatamente armato. Si possono utilizzare i connettori del tipo "BASE" o "MAXI", con diverse soluzioni applicative.



Solaio a doppia orditura visto da sotto: si vedono i travi principali ed i travetti secondari orditi trasversalmente.



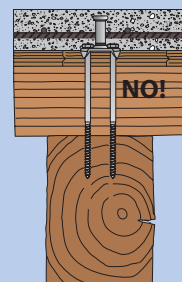
Connettore su trave principale: la testa del connettore deve superare la rete elettrosaldata. Il raccordo può non avere le staffe se correttamente dimensionato.



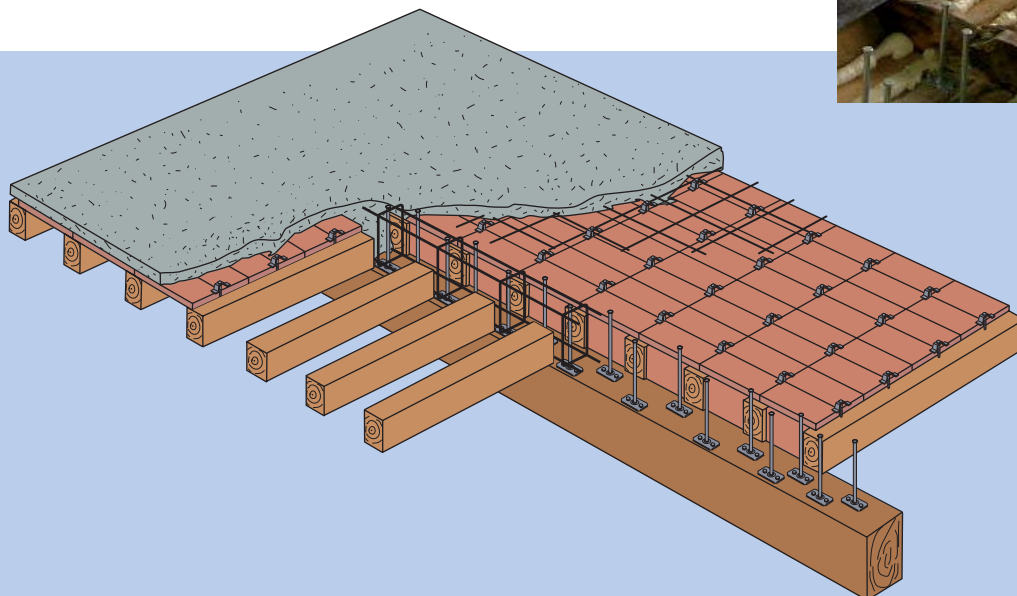
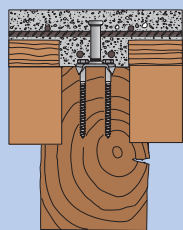
Connettore su trave principale con armatura di collegamento alla parte superiore della soletta.

## Contenimento del getto

Tra travetto e travetto è necessario realizzare elementi di contenimento del getto, che potranno essere in legno o, più raramente, in laterizio. L'operazione può essere piuttosto laboriosa in presenza di geometrie irregolari. Le fessure possono essere sigillate con schiuma poliuretantica.



Connessione non efficace. Questo genere di connessione non è praticabile, in quanto la vite non è in grado di trasmettere gli sforzi di taglio. Di fatto sarebbe inutile.



Connettore su trave principale con travi secondarie a livello della trave principale. In tali casi è preferibile posare sempre il connettore a diretto contatto della trave, asportando quindi una porzione di assito.

## Travi secondarie

In corrispondenza alle travi principali i travetti possono essere continui, cioè passanti sulla trave, oppure interrotti, situazione, questa, più favorevole. Il calcolo dei connettori sulle travi secondarie andrà fatto come per un solaio a semplice orditura. Nei casi di mezzane o pannelle in laterizio ravvicinate si possono disporre gli appositi connettori "OMEGA", che sono poco invasivi e utilizzabili con pannelle in continuità, quindi adatti a travetti di sezione ridotta (base minima 6 cm, altezza minima 8 cm).

## Travetti interrotti

Il cordolo di calcestruzzo di collegamento della trave principale risulta continuo, quindi l'intervento è più facile.



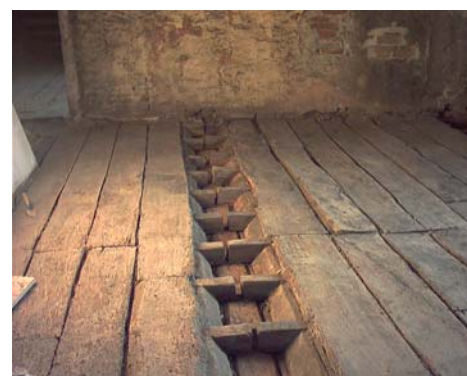
## Travetti continui

La presenza di travetti causa discontinuità della soletta, che andrà armata adeguatamente.



## Interposto

I travetti secondari sono di regola ricoperti da un assito in legno od uno scempiato in laterizio, come nei solai a singola orditura.



# CONNETTORI TECNARIA: GLI ACCESSORI

Per facilitare la posa in opera dei connettori **BASE**, **MAXI** ed **OMEGA**, Tecnaria propone una serie di accessori.

## Trapano e supporto a colonna (cod. ACT-TRAPCOL)



Trapano a coppia elevata montato su un supporto stabile; permette di eseguire grossi fori sull'assito per alloggiare i connettori "BASE" in piena sicurezza per l'operatore.

Peso: 6.6 kg

Per connettori: **BASE**

Articolo correlato: fresa 65 mm (cod. ACT-FL65)

## Fresa per fori Ø 65 mm (cod. ACT-FL65)



Fresa 65 mm con punta di centraggio. Esegue fori sull'assito con asportazione del truciolo. Per trapani con mandrino a cremagliera.

## Doppio trapano (cod. ACT-DOPTRAP)



Due trapani elettrici montati su un telaio ergonomico permettono di eseguire due fori contemporaneamente alla distanza corretta nel legno per alloggiare le viti del connettore MAXI.

Peso: 9.1 kg

Per connettori: **MAXI**

Articolo correlato: punte per legno 8x160 mm (cod. PL08165135)

## Punte per legno



Punta per legno, diam. 5x165 mm utili (Cod. PL05165135) per connettori **BASE**



Punta per legno diam. 8x165 mm utili (Cod. PL08165135) per connettori **MAXI**

## Avvitatore ad impulsi (cod. ACT-DW292)



Avvitatore elettrico a impulsi; per le sue caratteristiche ideale a fissare le viti dei connettori nel legno, attacco quadro da 1 1/2".

Peso: 3.2 kg

Per connettori: **BASE, MAXI, OMEGA**

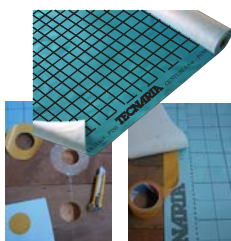
Articolo correlato: bussola esagonale 13 mm, attacco 1 1/2" (cod. ACT-BE13-Q)

## Bussola esagonale innesto 1/2" (cod. ACT-BE13-Q)



Bussola esagonale da 13 mm, con attacco quadro da 1/2" Per connettori: **BASE, MAXI, OMEGA.**

## Telo 'Centuria' (cod. ACT-TTCEN)



Telo impermeabile e traspirante, separa il legno dal getto del calcestruzzo

Dimensioni: rotolo da 50 x 1,5 metri (75 m<sup>2</sup>), peso un rotolo 10,6 kg

Per connettori: **BASE, MAXI, OMEGA**

Articolo correlato: occhio biadesivo (cod. ACT-TTOB65)

Articolo correlato: nastro biadesivo (cod. ACT-TTNB100)

## Bussola esagonale (cod. ACT-BE13-E)



Bussola esagonale da 13 mm, con attacco esagonale per mandrino a cremagliera.

Per connettori: **BASE, MAXI, OMEGA.**

## Prove di laboratorio

TECNARIA, prima in Europa, ha sottoposto i propri connettori **BASE** e **MAXI** ad un'accurata indagine sperimentale secondo le normative prescritte dall' Eurocodice 5.

Le caratteristiche di deformabilità e resistenza del connettore fissato su legno sono state indagate sperimentalmente presso:

- CNR di Firenze - Istituto per la Ricerca sul Legno: "Valutazione del comportamento di connettori TECNARIA secondo normativa Eurocodice 5" [Gennaio 2001].

- Laboratorio sperimentale per le prove sui materiali da costruzione della Facoltà di Ingegneria dell' Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni dell' Università di Padova: "Valutazione del comportamento di connettori TECNARIA secondo normativa Eurocodice 5" [Marzo 1995 - Settembre 1995 - Giugno 1996].

Nel giugno 2009 Tecnaria ottiene l'AVIS TECHNIQUE, certificazione tecnica europea per i connettori **BASE** e **MAXI**.

I prodotti Tecnaria e l'intero metodo di progettazione di solai misti legno e calcestruzzo sono stati approvati dall'organizzazione indipendente francese CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, membro del EOTA, Organizzazione Europea per le Approvazioni Tecniche.

I connettori del tipo 'OMEGA' non hanno certificazioni ufficiali.



## IL SOFTWARE PER IL CALCOLO: un prezioso aiuto al progettista



Tecnaria offre ai professionisti uno strumento utile ai fini della progettazione: il supporto di calcolo per il rapido dimensionamento dei solai misti legno-calcestruzzo con i connettori a piolo e ramponi.

Scaricabile gratuitamente presso il sito internet [www.tecnaria.com](http://www.tecnaria.com)

Il dimensionamento dei solai misti legno-calcestruzzo deve essere eseguito adottando un criterio di calcolo che consideri la deformabilità della connessione; un metodo che utilizza tale ipotesi è contenuto sia nell' Eurocodice 5 che nella norma DIN 1052 (teoria di Möhler); il programma di calcolo messo a punto da TECNARIA si basa sul metodo proposto nei documenti sopra citati.

Disponibile la versione aggiornata al D.M. 14/01/2008

# SOLAI MISTI ACCIAIO CALCESTRUZZO



**Connettori a piolo  
CTF**



**Connettori a staffa  
DIAPASON**

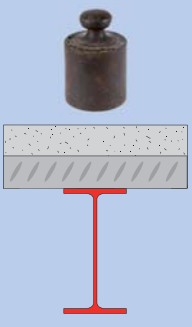
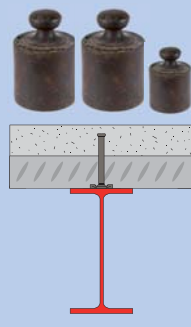
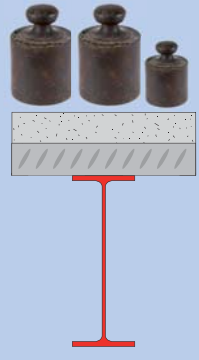
**TECNARIA®**

**RINFORZO DEI SOLAI**

# SOLAI AD ALTE PRESTAZIONI

La realizzazione di strutture miste acciaio-calcestruzzo offre notevoli vantaggi di carattere statico ed economico. La struttura portante in acciaio ed il soprastante getto in calcestruzzo, opportunamente collegati a mezzo di connettori, garantiscono una risposta statica unitaria ai due materiali diversi che esprimono in tal modo al meglio le proprie caratteristiche individuali.

## Solai misti acciaio-calcestruzzo: vantaggi statici ed economici

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

I vantaggi più evidenti per la struttura mista si individuano in una **maggiore capacità portante**, in una **riduzione del peso** delle strutture in acciaio, una **minore altezza totale degli impalcati**, una **maggiore rigidezza**, oltre che una migliore resistenza al fuoco.

*L'esempio a lato che evidenzia i vantaggi della struttura mista ipotizza l'utilizzo di travi in acciaio S275JR poste ad interasse di 180 cm, di lunghezza 600 cm, con lamiera grecata tipo Hi-Bond 55 e uno spessore di 6 cm di calcestruzzo C25/30 sopra lamiera, con puntelli in fase transitoria e deformazioni contenute entro 1/250 della lunghezza. Il caso di trave connessa prevede l'utilizzo di 3,7 connettori CTF105 al mq.*

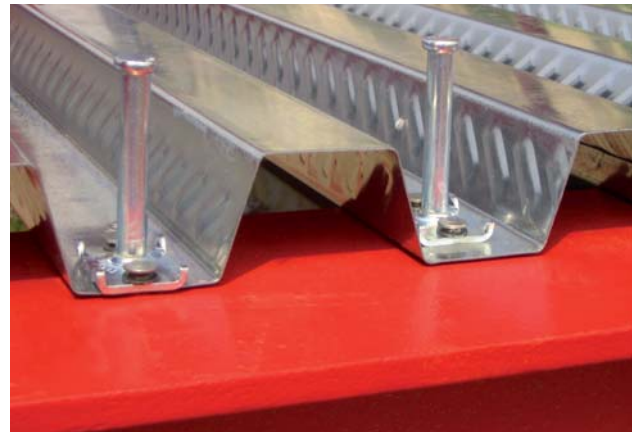
**Le strutture miste acciaio e calcestruzzo trovano complete indicazioni progettuali nelle norme italiane DM 14/01/2008 ed nell'Eurocodice 4 UNI EN 1994-1-1: 2005.**

## I vantaggi della connessione TECNARIA

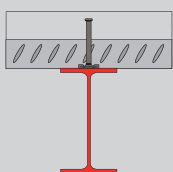
Il piolo con testa tipo "Nelson", fissato alla trave a mezzo di saldatura, è la soluzione tradizionalmente adottata per la connessione a taglio nelle strutture miste acciaio-calcestruzzo.

Per questo motivo TECNARIA propone speciali **connettori fissati a freddo tramite chiodi in acciaio ad altissima resistenza** mediante una speciale **chiodatrice a sparo**. Si ottiene così la semplificazione delle procedure costruttive con conseguente riduzione dei costi.

- Si può mantenere la **continuità delle lamiere grecate** sopra le travi poiché il chiodo attraversa la lamiera stessa;
- Il fissaggio non è influenzato dal **trattamento superficiale delle travi** (verniciatura o zincatura a caldo);
- Il fissaggio in cantiere non è influenzato da **basse temperature** né da presenza di **acqua**;
- Per la posa in opera non è richiesta necessariamente manodopera specializzata ma un diligente utilizzo delle attrezzature;
- Non vengono sprigionati fumi tossici durante il fissaggio;
- La **chiodatrice** è molto **leggera e maneggevole**, non necessita di allacciamento elettrico e può essere anche noleggiata.
- La chiodatura dei connettori TECNARIA permette, pertanto, numerosi vantaggi.

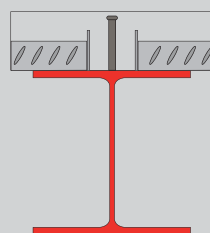


## Disposizioni tipiche dei connettori chiodati e dei connettori saldati



**Esempio di connessione con connettore CTF Tecnaria fissato attraverso lamiera continua.**

- Possibilità di sparare attraverso 1 foglio di lamiera (1 x 15/10) o 2 fogli di lamiera (2 x 10/10).
- Adeguato a tutti i tipi di acciaio e a tutti gli spessori di profilo superiori a 6 mm.
- Profilo minimo IPE 120 o HEA 100.
- I connettori Tecnaria risultano particolarmente vantaggiosi per le applicazioni su travi con lamiera grecata.



**Esempi di connessione con piolo tipo "Nelson" saldato**

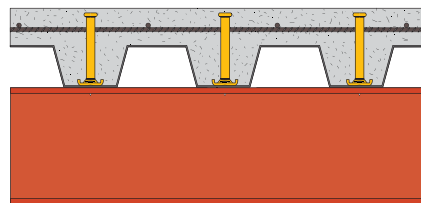
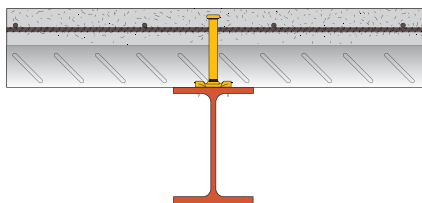
- Connettore saldato direttamente sulla trave con lamiera interrotta. Necessario un profilo minimo HEA 240 e cassatura alla testa della lamiera per contenere il getto.
- Connettore saldato sulla trave e lamiera preforata localmente nei punti di posizionamento dei connettori
- Il connettore può essere anche saldato sulla trave attraverso la lamiera, ma è richiesto un grande assorbimento di energia elettrica e necessità di attrezzature e personale idonei.

# SOLAI ACCIAIO CALCESTRUZZO

## Connettori CTF



Il connettore è costituito da un piolo con testa, inserito in una piastra di base sulla quale si fissano due chiodi. Date le sue dimensioni l'impiego prevalente è per solai non sollecitati in maniera rilevante, per restauri e in generale ove è richiesta grande flessibilità di utilizzo.

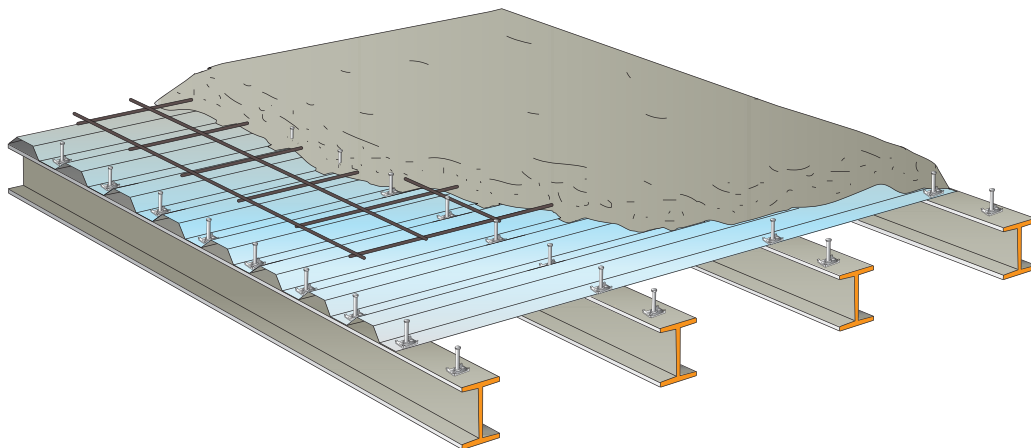


## Calcestruzzo

Si utilizzano normalmente calcestruzzi strutturali di classe minima C25/30, con spessore sopra lamiera non inferiore a 5 cm. Gli impianti tecnici non devono attraversare la soletta. Si possono usare anche calcestruzzi alleggeriti (ad es. Leca CLS 1800). Si inserisce anche rete elettrosaldata o armatura equivalente.

## Chiodatrice a Sparo P560

I chiodi si fissano con una **chiodatrice a sparo SPIT P560** che Tecnaria offre anche a noleggio. Una volta posizionata l'eventuale lamiera grecata sopra la trave in acciaio è sufficiente sparare i chiodi ad elevata resistenza dati a corredo del connettore. La chiodatrice è uno strumento molto pratico in cantiere. Altre chiodatrici non possono essere utilizzate.



## Rete elettrosaldata

Nella soletta va sempre posta una rete elettrosaldata adeguatamente dimensionata. Normalmente  $\varnothing$  8 mm, maglia 20x20 cm a metà soletta. Non è necessario legare la rete ai connettori.

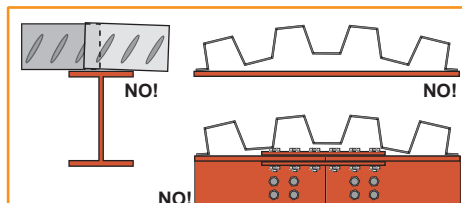
## Profili in acciaio

Si possono utilizzare travi in acciaio S235, S275 ed S355, anche verniciate o zincate a caldo.

I connettori si possono fissare su profili che hanno uno spessore dell'ala minimo di 6 mm. I chiodi si possono fissare anche su acciaio pieno.

## Lamiera grecata

Sopra le travi si posa di regola una lamiera grecata. Per eseguire il fissaggio la lamiera deve essere ben aderente alla trave. Si possono sovrapporre al massimo due lamiere per uno spessore complessivo di 2 mm. Si utilizzano normalmente lamiere tipo Hi-Bond 55 (o EGB210) con altezza della greca 55/60 mm. Si possono interporre anche tavelloni o assito in legno.

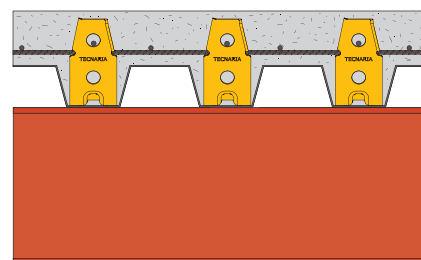
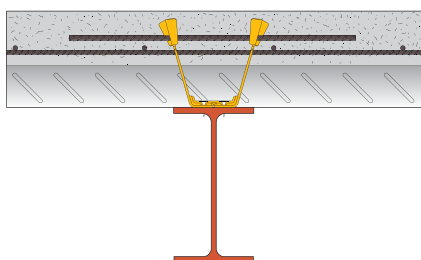


NON si possono fissare i connettori con sovrapposizioni irregolari di più fogli di lamiera, sopra lamiere che non siano bene aderenti alla trave o sopra travi imbullonate.

## Connettori Diapason



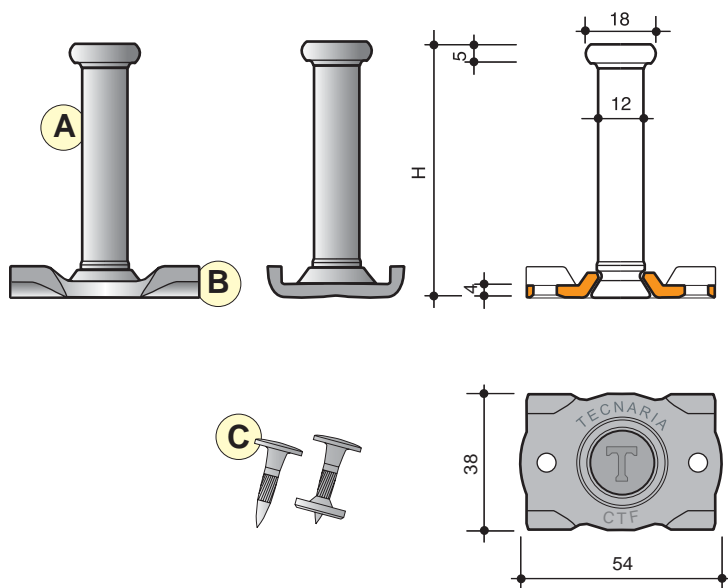
Il connettore DIAPASON è realizzato in lamiera zincata di spessore 3 mm, sagomata in modo da ottenere una base fissata con **quattro chiodi** alla trave in acciaio e due ali superiori per un più efficace collegamento con il calcestruzzo. Questo connettore è caratterizzato da elevate prestazioni meccaniche.



Il connettore DIAPASON si utilizza tutte le volte che risulta necessario fissare 2 connettori CTF affiancati.

# Connettore CTF

Base 38x54 mm fissato con 2 chiodi



## Descrizione tecnica

Il connettore a piolo **CTF TECNARIA** consiste di:

**A)** Un gambo con testa ottenuta a freddo da una barra di acciaio di diametro nominale 12 mm

**B)** una piastra di base rettangolare 38x54 mm di spessore 4 mm ottenuta tramite stampaggio. Il connettore a piolo e la piastra di base sono uniti tramite ricalco a freddo.

**C)** Due chiodi che passano attraverso i due fori della piastra.

Chiodi in acciaio al carbonio Ø 4,5 mm lunghezza 22,5 mm, Ø testa 14 mm.

Tutte le parti del connettore sono zincate elettroliticamente con una protezione media di 8 µm che corrisponde ad una resistenza alla corrosione di 2 cicli "Kesternich"

**Voce di capitolato:** connettore a piolo in acciaio zincato, diametro 12 mm con testa, ribattuto a freddo ad una piastra di ancoraggio 38 x 54 mm di spessore 4 mm, fissato alla struttura in acciaio mediante due chiodi.

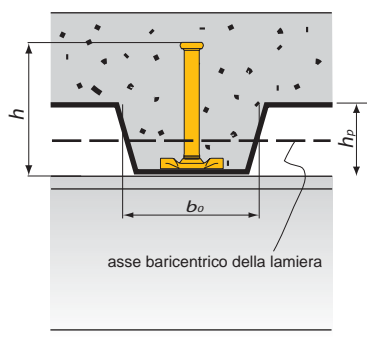
## Resistenza statica del connettore Tecnaria CTF

I valori di resistenza allo scorrimento di seguito riportati sono stati ottenuti sperimentalmente secondo le modalità riportate nelle norme sopra citate per conto della società **TECNARIA S.p.A.** dal Laboratorio dell'Università degli Studi di Padova, Facoltà di Ingegneria.

Tipologia	Esempio	Altezza connettore	Resistenza di progetto P <sub>d</sub>	Comportamento connettore
Soletta piena spessore 5 cm		40 mm	22,5 kN	Rigido
Soletta piena spessore 15 cm		125 mm	30,6 kN	Duttile
Lamiera grecata tipo Hi-Bond 55 + soletta da 5 cm		90 mm	18,2 kN	Duttile
Lamiera grecata tipo Hi-Bond 55 + soletta da 6 cm		105 mm	26,6 kN	Duttile
Lamiera grecata tipo Hi-Bond 55 + soletta da 8 cm		125 mm	30,6 kN	Duttile

Codice	Diametro x altezza
CTF040	12x040 mm
CTF060	12x060 mm
CTF070	12x070 mm
CTF080	12x080 mm
CTF090	12x090 mm
CTF105	12x105 mm
CTF125	12x125 mm
CTF135	12x135 mm

## Resistenza allo scorrimento del connettore CTF con soletta sopra lamiera grecata passante



La resistenza allo scorrimento è fortemente dipendente dalla classe del calcestruzzo, dalla geometria delle nervature e dall'altezza del connettore. La resistenza si calcola tramite un coefficiente riduttivo k della resistenza relativa alla soletta piena. Utilizzare calcestruzzi con resistenza caratteristica (R<sub>ck</sub>) 30 MPa.

Per lamiere grecate con nervature trasversali alle travi portanti:

$$k = \frac{0,7}{\sqrt{N_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \left[ \frac{h}{h_p} - 1 \right] \leq 0,85 \text{ se } N_r = 1$$

$$0,70 \text{ se } N_r > 1$$

Con:

N<sub>r</sub> numero di connettori a piolo disposti in una nervatura all'intersezione con la trave (nel calcolo ≤ 2)

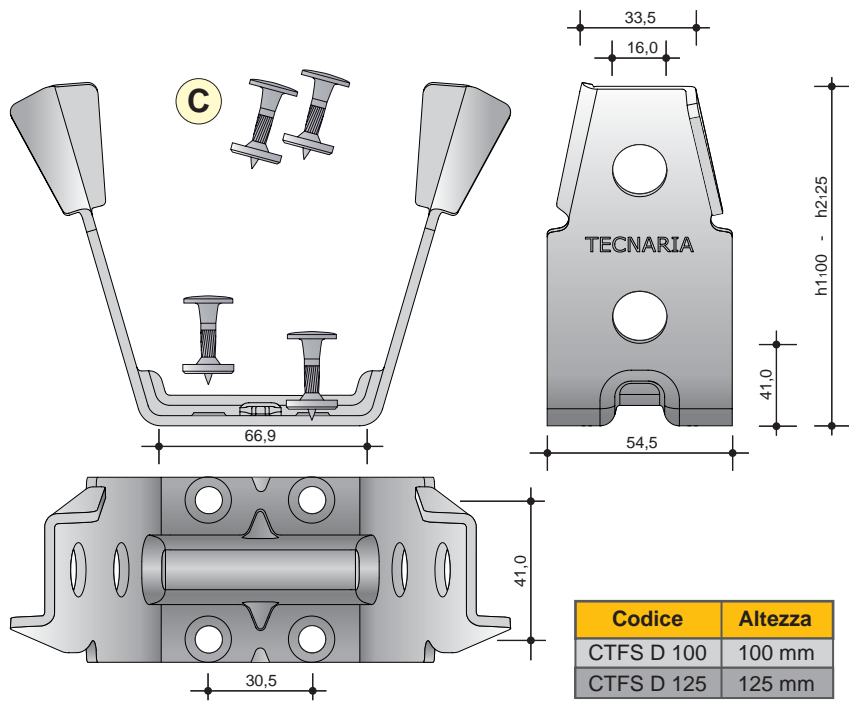
b<sub>0</sub> larghezza media nervatura di cls

h altezza del connettore

h<sub>p</sub> altezza della lamiera grecata (h<sub>p</sub> < 85 mm e h<sub>p</sub> < b<sub>0</sub>)

Nel caso risulti che sia necessario utilizzare più di un connettore CTF per nervatura, è conveniente scegliere i connettori di tipo DIAPASON.

Al fine di agevolare i progettisti è disponibile presso il sito [www.tecnaria.com](http://www.tecnaria.com) un SOFTWARE DI CALCOLO GRATUITO per un rapido dimensionamento dei solai acciaio-calcestruzzo.



Codice	Altezza
CTFS D 100	100 mm
CTFS D 125	125 mm

### Descrizione tecnica

Il connettore a **DIAPASON® TECNARIA** consiste di un piatto in lamiera zincata di 3 mm di spessore avente una piastra di base nervata rettangolare da 70x55 mm, piegata a forma di "U" con due ali inclinate. Nella parte inclinata sono predisposti quattro fori per l'alloggiamento di barre in acciaio trasversali. Quattro chiodi ad alta resistenza passano attraverso i fori predisposti nella piastra e fissano il connettore alla struttura metallica. Le altezze disponibili sono di 100 e 125 mm.

Chiodi in acciaio al carbonio Ø 4,5 mm lunghezza 22,5 mm, Ø testa 14 mm.

**Voce di capitolato:** Staffa di connessione stampata, in lamiera zincata spessore 3 mm. Dimensione piatto di base nervato 70x55 mm avente due ali inclinate da 55x100 mm / 55x125 mm. Sagomata per l'impiego su vari tipi di lamiera e predisposta a ricevere barre di rinforzo. Fissata alla struttura mediante 4 chiodi ad alta resistenza.

### Caratteristiche tecniche

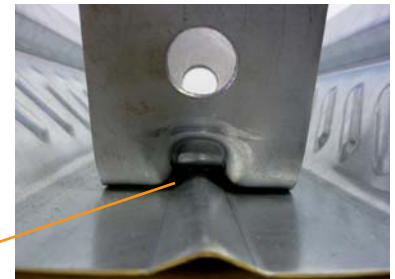
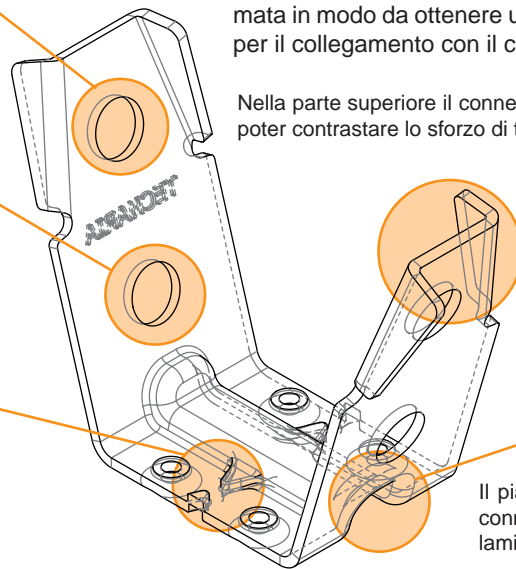
I due fori superiori permettono la disposizione delle barre passanti per poter aumentare la resistenza allo scorrimento tramite la massima integrazione nel calcestruzzo. Barre in acciaio Feb44k di diametro 10 mm e lunghezza 600 mm.

I due fori inferiori permettono di incrementare ulteriormente la resistenza con il possibile alloggiamento delle barre necessarie per il rinforzo della lamiera grecata, nel caso di strutture con resistenza al fuoco.

Il fissaggio risulta estremamente veloce in quanto il connettore è stabile e il centraggio della chiodatrice è garantito tramite la sagomatura della piastra di base.

Il connettore **DIAPASON®** è realizzato in lamiera zincata di spessore 3 mm, sagomata in modo da ottenere una base da fissare alla trave in acciaio e due ali superiori per il collegamento con il calcestruzzo.

Nella parte superiore il connettore presenta le estremità piegate in modo tale da poter contrastare lo sforzo di taglio con la massima efficacia.



Il piatto di base è sagomato per permettere il fissaggio del connettore anche con lamiere con base nervata o con lamiere che presentano dei chiodi o delle viti di fissaggio.

### Resistenze statica del connettore DIAPASON TECNARIA

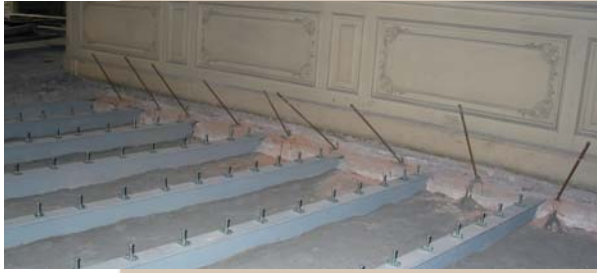
I valori di resistenza allo scorrimento di seguito riportati sono stati ottenuti sperimentalmente secondo le modalità riportate nelle norme Eurocodice 4 UNI EN 1994 - 1 - 1 / 2005 e istruzioni CNR 10016/98, come richiesto nelle norme tecniche DM 14/01/2008. Tali valori sono da utilizzare nel calcolo delle strutture miste come valori di progetto (Pd).

**Tali valori sono da utilizzare con connettori DIAPASON® con calcestruzzi di classe C30/37 e nel caso di presenza di lamiera con lamiera tipo Hi Bond 55 e similari.**

Tipologia di connessione	Esempio	Resistenza di progetto Pd	Comportamento connettore
Connettore su soletta piana		47.4 kN	Duttile
Connettore con lamiera gracata tipo HI-Bond 55 passante Senza barra di rinforzo		38.6 kN	Duttile
Connettore con lamiera gracata tipo HI-Bond 55 passante con 1 barra di rinforzo d10 L = 600 mm B450C superiore		41.4 kN	Duttile
Connettore con lamiera gracata tipo HI-Bond 55 passante con 2 barre di rinforzo d10 L = 600 mm B450C superiore		44.0 kN	Duttile



# RECUPERO DI SOLAI ESISTENTI



all'Italia con forniture di acciaio. L'abbandono di tale tecnologia applicativa si registra agli inizi degli anni '50, a favore dei solai in latero-cemento.

In alternativa ai solai in legno, a partire dalla seconda metà dell'Ottocento, si realizzavano di frequente solai con travi in ferro a doppio "T" con interposti elementi in laterizio. Le putrelle poggiavano sui muri maestri ad interassi normalmente variabili dai 60 ai 110 cm ed erano intervallate con elementi in laterizio pieno o forato.

Sopra la struttura, così realizzata, si stendeva uno strato di riempimento atto a livellare la superficie del solaio ed a costituire il letto di posa per la pavimentazione, utilizzando spesso materiali di scarto del cantiere.

Le applicazioni più frequenti in Italia si trovano negli edifici industriali, in grossi complessi pubblici, in casi di edilizia popolare nel periodo di tempo compreso tra gli anni '20 e '30. La Germania in questo periodo pagava infatti i danni di guerra

Questi solai, dimensionati per sopportare carichi modesti e non adeguati alle moderne esigenze costruttive, richiedono spesso interventi strutturali di consolidamento. Sono recuperabili con la sovrapposizione di una soletta armata di calcestruzzo, collegata alle travi in acciaio a mezzo dei connettori CTF Tecnaria. L'efficacia di questa soluzione è testimoniata da più di 20 anni di interventi.



La composizione chimica delle putrelle in ferro esistenti rende difficoltosa, se non impossibile, la saldatura di elementi metallici, ostacolata anche dalla presenza di polvere, ossidazioni o malta: il fissaggio a freddo con connettori TECNARIA risolve efficacemente il problema poiché i chiodi penetrano direttamente nell'acciaio. La semplicità nella posa in opera rende il sistema ideale per questo impiego!

## Resistenza del connettore specifica per casi di restauro

Altezza connettore	Spessore soletta	Pd	Comportamento
40 mm	50-60 mm	22.5 kN	rigido

Nei casi di restauro è corretto effettuare un calcolo di tipo elastico. In tale modo si controlleranno le tensioni sui materiali e senza sfruttare sovraresistenze dell'acciaio.

## Fasi di realizzazione

1. Rimuovere l'eventuale controsoffittatura esistente, se necessario.
2. Demolire la pavimentazione, il sottofondo ed il cretonato esistente fino alla messa a nudo dell'estradosso delle putrelle in acciaio esistenti senza danneggiare gli elementi in laterizio interposti.
3. Fissare i connettori CTF con l'apposita chiodatrice a sparo, previa pulizia della superficie dalle maggiori incrostazioni di malta.
4. Posare la rete elettrosaldata.
5. Bagnare l'estradosso della superficie.
6. Eseguire il getto della soletta di calcestruzzo.

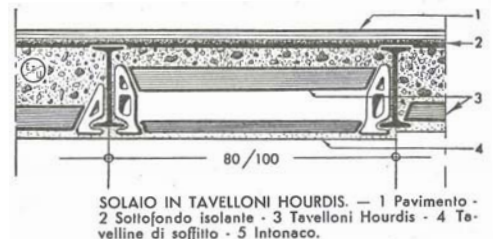
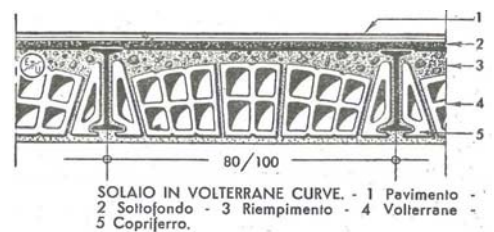
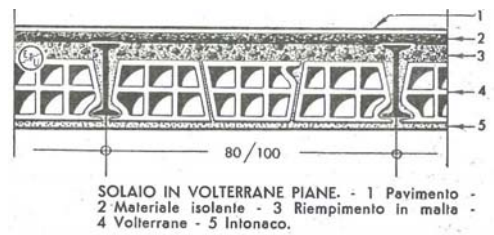
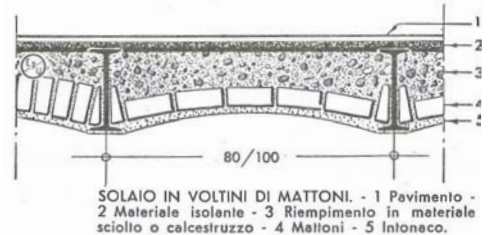
E' preferibile puntellare il solaio prima delle lavorazioni e del getto per una maggiore sicurezza in cantiere ed un migliore risultato statico.

Tabella 1. Profilati a doppio T (UNI 725-726) (fig. 1, pag. 590)

$r = d$   $r_1 = \text{circa } 0,6 d$

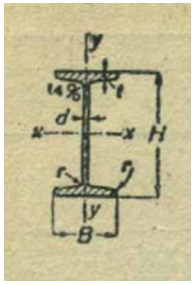
Profilato	Dimensioni				Sezione S	Peso p	Momenti rispetto all'asse					
	H	B	d	t			x-x			y-y		
							$J_x$	$W_x$	$i_x$	$J_y$	$W_y$	$i_y$
80	80	42	3,9	5,9	7,7	5,94	77,7	19,4	3,20	6,28	2,99	0,91
100	100	50	4,5	6,8	10,6	8,34	170	24,1	4	12,1	4,86	1,07
120	120	58	5,1	7,7	14,2	11,1	327	54,5	4,90	21,4	7,38	1,23
140	140	66	5,7	8,6	18,2	14,3	572	81,8	5,60	35,1	10,6	1,39
160	160	74	6,3	9,5	22,8	17,9	934	117	6,40	54,6	14,8	1,55
180	180	82	6,9	10,4	27,9	21,9	1444	161	7,20	81,2	19,8	1,71
200	200	90	7,5	11,3	33,4	26,2	2138	214	8	116	25,9	1,87
220	220	98	8,1	12,2	39,5	31	3055	278	8,79	162	33,1	2,03
240	240	106	8,7	13,1	46,1	36,2	4239	353	9,59	220	41,5	2,19

Secondo i manuali tecnici dell'epoca le sollecitazioni delle travi dovevano variare da un minimo di 900 Kg/cm<sup>2</sup> ad un massimo di 1200 Kg/cm<sup>2</sup>.

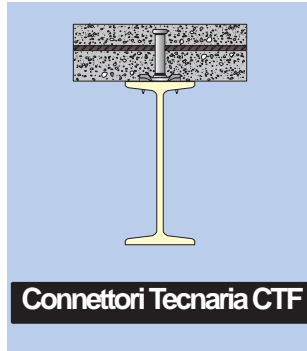


# SOLAI IN ACCIAIO E LATERIZIO

## Travi in acciaio



Nel passato non si usavano profili a geometria uniformata. E' quindi necessario rilevare la sezione del profilo ed individuare le caratteristiche dell'acciaio. Normalmente si utilizzavano profili tipo IPN o NP. A causa della loro composizione chimica le travi esistenti spesso non sono saldabili.



Connettori Tecnar CTF

## Calcestruzzo

Per realizzare la soletta collaborante si utilizzano normalmente calcestruzzi strutturali di classe minima C25/30 con spessore non inferiore a 5 cm. Gli impianti termici non possono attraversare la soletta.

## Calcestruzzi leggeri strutturali

E' consigliato il loro utilizzo per ridurre il peso proprio del solaio rinforzato mantenendo elevate le resistenze meccaniche. Contemplato nelle NTC permette elevati vantaggi in zone sismiche. Consigliato il Leca CLS 1400-1600-1800 e Calcestruzzo CentroStorico di Laterlite.

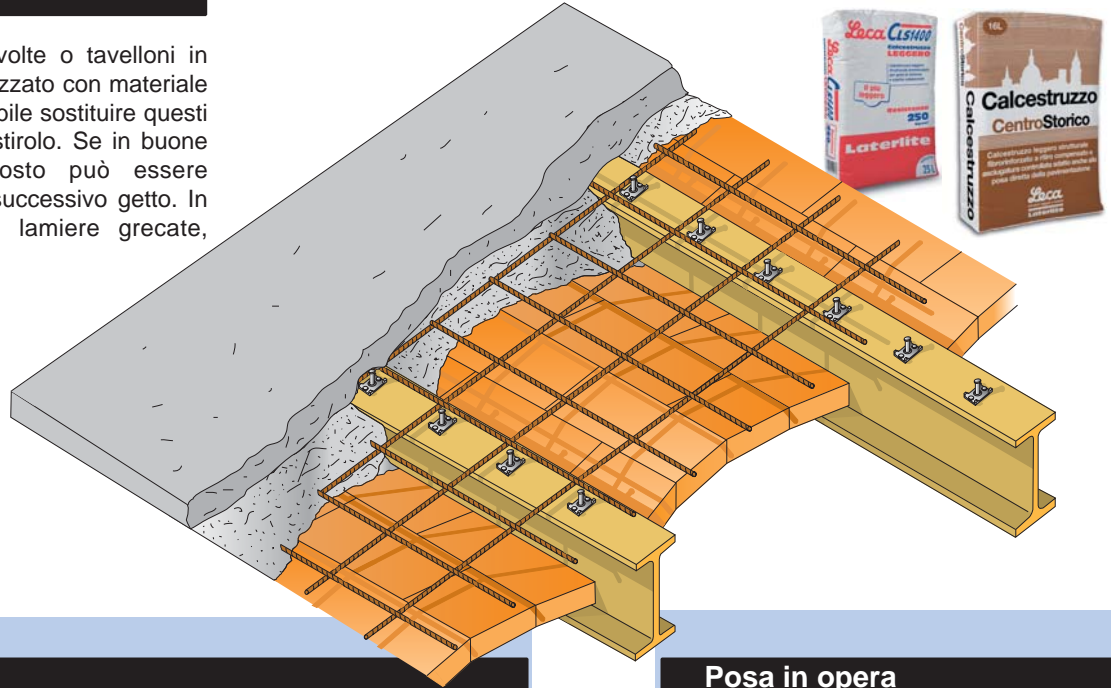
## Interposto

E' costituito normalmente da volte o tavelloni in laterizio. Il livellamento era realizzato con materiale di riempimento sciolto; è preferibile sostituire questi strati pesanti con argilla o polistirolo. Se in buone condizioni il laterizio interposto può essere utilizzato come cassero per il successivo getto. In alternativa si possono usare lamiere grecate, collaboranti o non.

## Rete elettrosaldata

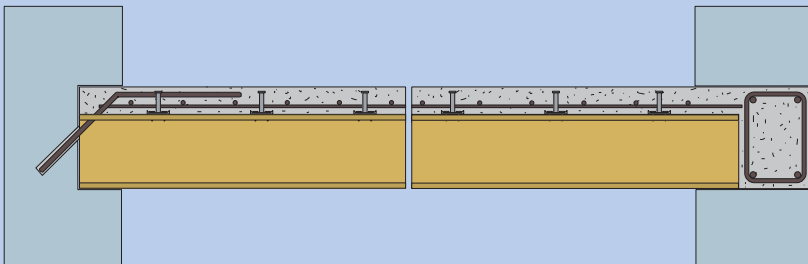
Nella soletta va sempre posizionata una rete elettrosaldata adeguatamente dimensionata.

Normalmente  $\varnothing$  8 mm maglia 20 x 20 cm, posizionata a metà soletta. Non è necessario legare la rete ai connettori.



## Collegamento ai muri

E' opportuno unire la soletta alla muratura portante in tutti i lati del solaio. questo comporta anche benefici in termini di rigidità e resistenza sismica del solaio. L'intervento si può fare in vari modi, dipendenti dal tipo di muro.



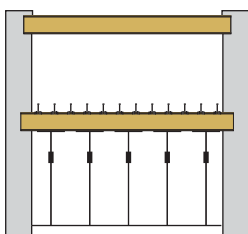
## Posa in opera



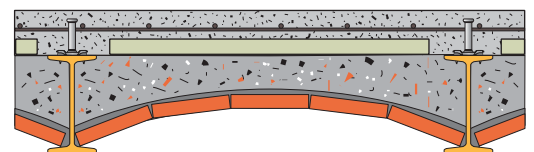
Uno dei pregi principali del sistema è il fissaggio rapido e sicuro eseguito con una chiodatrice a sparo fornita anche a noleggio. L'infissione del chiodo nella trave può generare delle vibrazioni dato di cui occorre tenere conto se vi sono elementi daneggiabili (ad es. soffitti in gesso). In casi rari si ricorre alla saldatura dei connettori.

## Puntellazione

E' vantaggioso puntellare i solai durante la maturazione del calcestruzzo. Nell'impossibilità di accedere ai vani sottostanti sarà necessario appendere il solaio tramite tiranti.



## Isolante come elemento strutturale



L'interposizione di un pannello di materiale isolante rigido permette di aumentare la sezione della trave mista acciaio-calcestruzzo senza incrementare il peso proprio del solaio. Si ottengono vantaggi in termini di resistenza, rigidità ed in parte di isolamento termo-acustico.

# CONNETTORI TECNARIA: GLI ACCESSORI

I connettori **CTF** e **DIAPASON** Tecnaria sono fissati con una chiodatrice a sparo Spit P560 Spitfire, dotata di speciali kit. Chiodatrice a tiro indiretto con pistone, classe A. Le chiodatrici sono fornite anche a noleggio. La valigetta a corredo contiene le istruzioni per il corretto utilizzo.

## Chiodatrice Spit P560 per CTF (cod. 014000)



**Guidapunte per CTF**  
(cod. 013994)  
peso 0.58 kg  
Lunghezza 163 mm

**Pistone per CTF**  
(cod. 013997)  
peso 0.21 kg  
Lunghezza 235 mm

**Anello ammortizzatore**  
(cod. 014136)  
Diametro 22 mm



Chiodatrice con kit per fissaggio CTF: peso 4,1 kg

## Chiodatrice Spit P560 per DIAPASON (cod. 014001)



**Guidapunte per DIAPASON**  
(cod. 013955)  
peso 0.40 kg  
Lunghezza 102 mm

**Pistone per DIAPASON**  
(cod. 014137)  
peso 0.17 kg  
Lunghezza 180 mm

**Anello ammortizzatore**  
(cod. 014136)  
Diametro 22 mm



Chiodatrice con kit per fissaggio DIAPASON: peso 3,7 kg

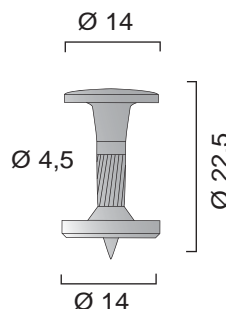
## Propulsori per Spit P560



I propulsori esplosivi, forniti in dischi metallici da 10 elementi, hanno varie potenze, con calibro 6.3 x 16 mm

- Giallo: potenza media (cod. 031240)
- Blu: potenza forte (cod. 031230)
- Rosso: potenza molto forte (cod. 031220)
- Nero: potenza extra forte (cod. 031210)

## Chiodi HSBR14 TECNARIA (cod.057572)



Chiodi speciali in acciaio al carbonio per fissaggio su acciaio S235, S275 ed S355
Resistenza alla trazione: 2300 N/mm <sup>2</sup>
Limite elastico: 1600 n/mm <sup>2</sup>
Zincatura meccanica spessore 10 micron
Durezza > 57 HRC
Gambo zigrinato
Con rondella di acciaio Ø 14 mm

## Prove di laboratorio

La capacità portante del connettore e l'efficacia del collegamento chiodato alla trave in acciaio sono state indagate sperimentalmente seguendo le procedure delle normative di progetto per strutture miste acciaio-calcestruzzo:

- CNR 10016/98 "Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni" (Bollettino Ufficiale n° 194, 14/09/2000)
- Eurocodice 4 "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo" UNI - ENV 1994-1-1 (Febbraio 1995)
- Eurocode 4 prEN 1994-1-1:2004 "Design of composite steel and concrete structures" - Part 1.1: General rules and rules for buildings." (January 2004)

Sono state effettuate prove di tipo *push-out* e prove di carico con schema a trave nei casi di soletta piena e di soletta gettata su lamiera grecata in acciaio. Sono state eseguite con successo prove di piega del gambo fino ad un angolo di 90. Il funzionamento del connettore risulta ottimale e le sue singole parti ben dimensionate. L'elevata duttilità di comportamento si associa a caratteristiche di adattamento plastico con ampie possibilità di redistribuzione di sforzo. Le prove sono state effettuate presso il "Laboratorio dell'Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni" della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Padova. Sono state condotte anche prove sperimentali sulla resistenza dell'estrazione dei chiodi.

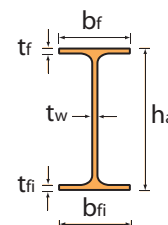


## Il software per il calcolo: un prezioso aiuto al progettista



Tecnaria offre ai professionisti uno strumento utile ai fini della progettazione: il programma di calcolo per il rapido dimensionamento dei solai misti acciaio-calcestruzzo con connettori a piolo Tecnaria secondo le norme vigenti.

Scaricabile gratuitamente presso il sito [www.tecnaria.com](http://www.tecnaria.com)



# SOLAI IN LATEROCEMENTO

Connettori a vite  
e piastra dentata  
CTCEM



**TECNARIA®**

**RINFORZO DEI SOLAI**

# LA SOLUZIONE DI UN PROBLEMA

I solai in laterocemento in Italia hanno trovato ampio utilizzo a partire dagli anni '30, ma la loro diffusione è avvenuta in modo marcato negli anni '50, in concomitanza con il "boom" edilizio, per la necessità di costruire abitazioni nel tempo più rapido possibile e con costi minori possibili. A causa della carenza di materie prime (in particolar modo di acciaio) e di un scarso scrupolo progettuale e costruttivo i solai in oggetto manifesta- no talora deficit prestazionali.

Rispetto alle attuali esigenze risultano non adeguati a causa della scarsa capacità portante o a causa dell'assenza di una soletta armata di ripartizione dei carichi.

I connettori a piolo e piastra Tecnarìa sono stati studiati per questa specifica applicazione. Il sistema di realizzare una nuova soletta collaborante al solaio esistente risulta spesso la soluzione più economica e logica.



## Possibili impieghi

### Creazione di cappa non presente – caso di solai non calpestabili

Molti solai sono sprovvisti di caldana superiore alle pignatte o presentano solette con spessori limitati senza armatura. E' opportuno per ripartire i carichi e per adeguare la struttura alle norme sismiche realizzare una soletta superiore armata adeguatamente connessa.

### Aumento di rigidezza – caso di solai sfondellati

Nel caso in cui il solaio sia snello, cioè di basso spessore rispetto alla sua lunghezza, il solaio è deformabile e può essere soggetto a cedimenti e fessurazioni. In questi casi risulta conveniente aumentarne l'altezza con il metodo della soletta collaborante.

### Aumento di resistenza – caso di cambio di uso

Nel caso di aumento dei carichi di progetto la soletta collaborante permette di aumentare il braccio delle forze interne e quindi di incrementare la resistenza a flessione della sezione.

L'aumento di resistenza è quindi proporzionale all'aumento di altezza della sezione.

È bene sapere che, a differenza che nel caso di travi in legno o in acciaio, la resistenza aumenta solamente in proporzione all'aumento di altezza. Ne risulta pertanto che l'utilizzo della tecnica della soletta mista è statisticamente meno percorribile nei solai esistenti in laterocemento che in quelli in legno o in acciaio.

In tutti i casi è opportuno **limitare al massimo i carichi portati** anche utilizzando calcestruzzi alleggeriti, finiture leggere, massetti di spessore contenuto e muri divisorii interni leggeri.

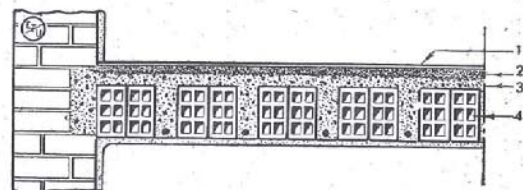


Fig. 42 — SOLAIO IN CEMENTO ARMATO E MATTONI FORATI COMUNI. - 1 Pavimento - 2 Sotlofondo - 3 Gettata in calcestruzzo di cemento - 4 Mattoni forati.

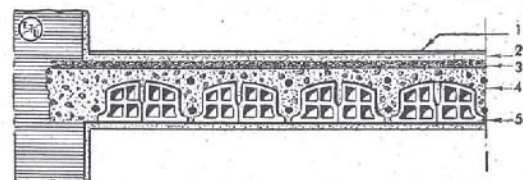


Fig. 43 — SOLAIO "MIOZZO SALERNI". - 1 Pavimento - 2 Lastre isolanti - 3 Sotlofondo - 4 Gettata in calcestruzzo di cemento - 5 Foraloni in laterizio.

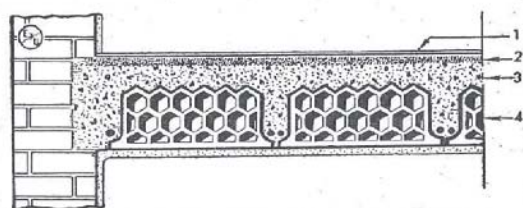
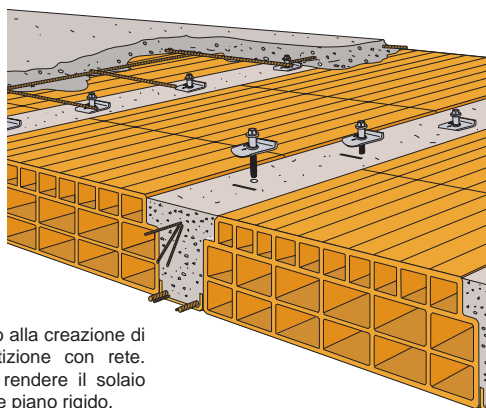
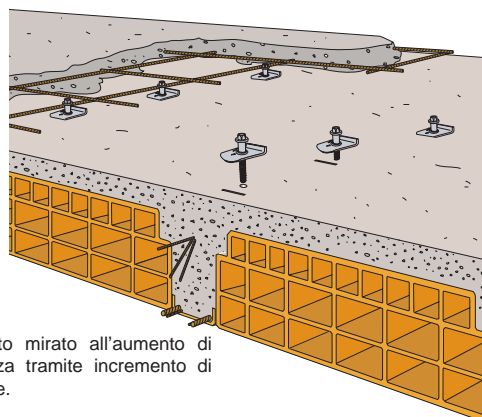


Fig. 44 — SOLAIO "ADAMOLI". - 1 Pavimento - 2 Sotlofondo - 3 Gettata in calcestruzzo di cemento - 4 Foraloni ad alveare.



Intervento mirato alla creazione di soletta di ripartizione con rete. Necessario per rendere il solaio abitabile e creare piano rigido.

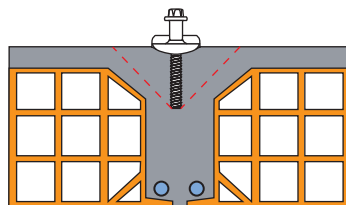


Intervento mirato all'aumento di resistenza tramite incremento di spessore.

# IL RINFORZO DEL SOLAIO IN LATEROCEMENTO

## Travetto esistente: dimensioni

La larghezza del travetto deve essere tale che il connettore abbia per tutta la sua profondità di infissione un adeguato ricoprimento laterale di calcestruzzo.



## Travetto esistente: armatura

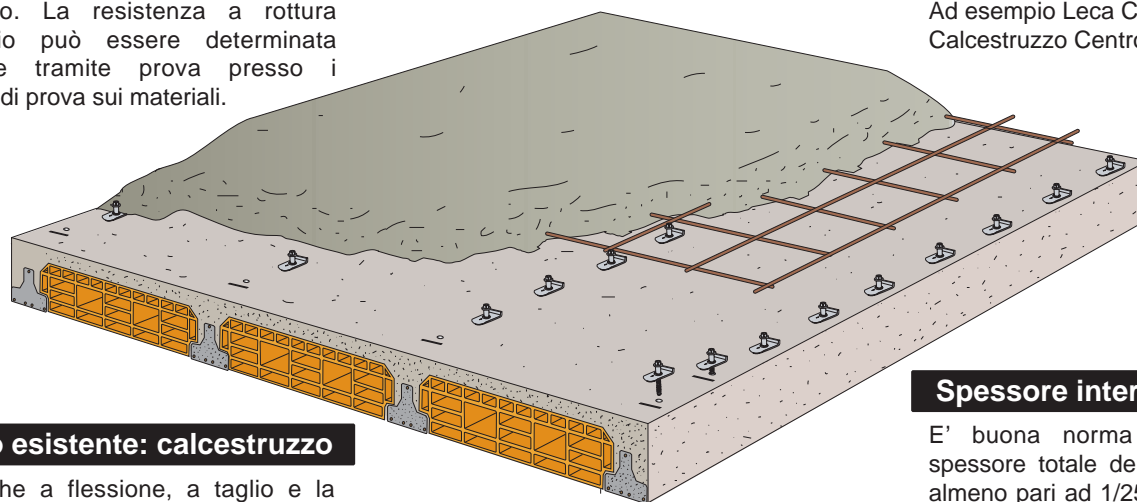
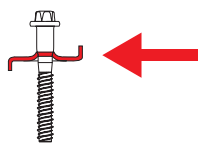
Le barre in acciaio inferiori costituiscono parte della struttura resistente anche per il solaio rinforzato; deve quindi essere verificata la loro resistenza.

A questo scopo devono essere rilevati con attenzione diametro, quantità e tipo di acciaio. La resistenza a rottura dell'acciaio può essere determinata facilmente tramite prova presso i laboratori di prova sui materiali.

## Connettore CTCEM

Il connettore si avvita nel calcestruzzo esistente a secco.

La piastra di base aumenta le prestazioni a taglio.



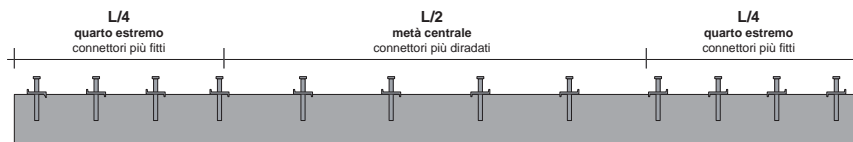
## Travetto esistente: calcestruzzo

Le verifiche a flessione, a taglio e la resistenza del connettore sono dipendenti dalla resistenza a compressione del calcestruzzo esistente.

La sua resistenza dovrà essere pari o superiore a Rck 20 MPa.

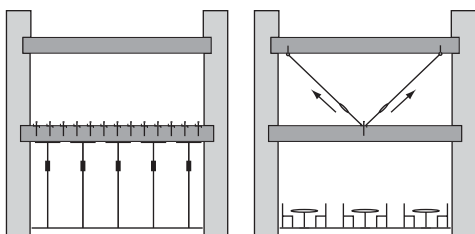
## Posizionamento connettori

Il numero di connettori da posizionare è determinato da un calcolo (in media risultano necessari circa 6 - 10 elementi al m<sup>2</sup>). Andranno fissati a spaziatura ravvicinata verso i muri e più distanziati al centro della trave.



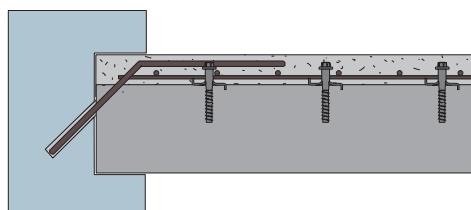
## Puntellazione

Puntellare i solai prima del nuovo getto rende l'intervento efficace al massimo; questa operazione è quasi sempre necessaria. In alternativa, nei casi di impossibilità di accedere ai vani sottostanti, vi è la possibilità di appendere il solaio tramite tiranti.



## Collegamento ai muri

Se il solaio esistente è privo di cordolo è opportuno unire la soletta alle murature portanti perimetrali del solaio. Questo accorgimento apporta benefici in termini di rigidità e resistenza sismica del solaio.



## Calcestruzzo

Si utilizzano normalmente calcestruzzi strutturali di classe minima C25/30 con spessore non inferiore a 5 cm. Gli impianti tecnici non possono attraversare la soletta collaborante. Prima di eseguire il getto bagnare il solaio.

## Calcestruzzi leggeri strutturali

E' consigliato il loro utilizzo per ridurre il peso proprio del solaio rinforzato mantenendo elevate le resistenze meccaniche. Contemplato nelle NTC permette elevati vantaggi in zone sismiche.

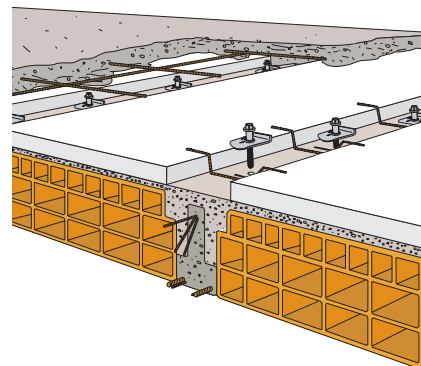
Ad esempio Leca CLS 1400-1600-1800 e Calcestruzzo CentroStorico di Laterlite.

## Spessore intervento

E' buona norma costruttiva che lo spessore totale del solaio rinforzato sia almeno pari ad 1/25 della sua lunghezza (es.: 500 cm luce = 20 cm altezza totale)

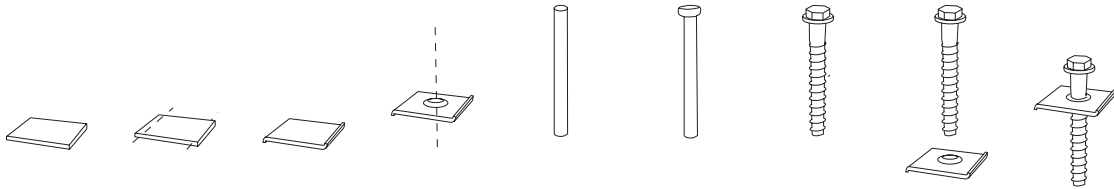
## Isolante

L'interposizione di un pannello di materiale isolante rigido permette di aumentare la sezione senza incrementare il peso eccessivamente. In questo modo si migliora il rinforzo. Si ottengono infatti vantaggi in termini di resistenza, rigidità, numero di connettori e parzialmente isolamento termo-acustico.



# Connettore CTCEM

Piastra 60x50 mm - vite Ø 14 mm



Il connettore è composto da una piastra dentata e da un piolo in acciaio 10.9 filettato nella parte inferiore e con testa nella parte superiore. Il fissaggio avviene tramite avvitarlo a secco nel foro appositamente realizzato nel calcestruzzo. La piastra di base contrasta la tendenza alla rotazione del piolo, limita lo schiacciamento locale del calcestruzzo e, tramite le sue estremità, coinvolge un'ampia superficie di calcestruzzo nel meccanismo resistente allo sforzo di taglio.

Il fissaggio in condizioni standard è completamente meccanico poiché non sono necessarie resine o additivi chimici; il processo di connessione è quindi veloce, economico e pulito.

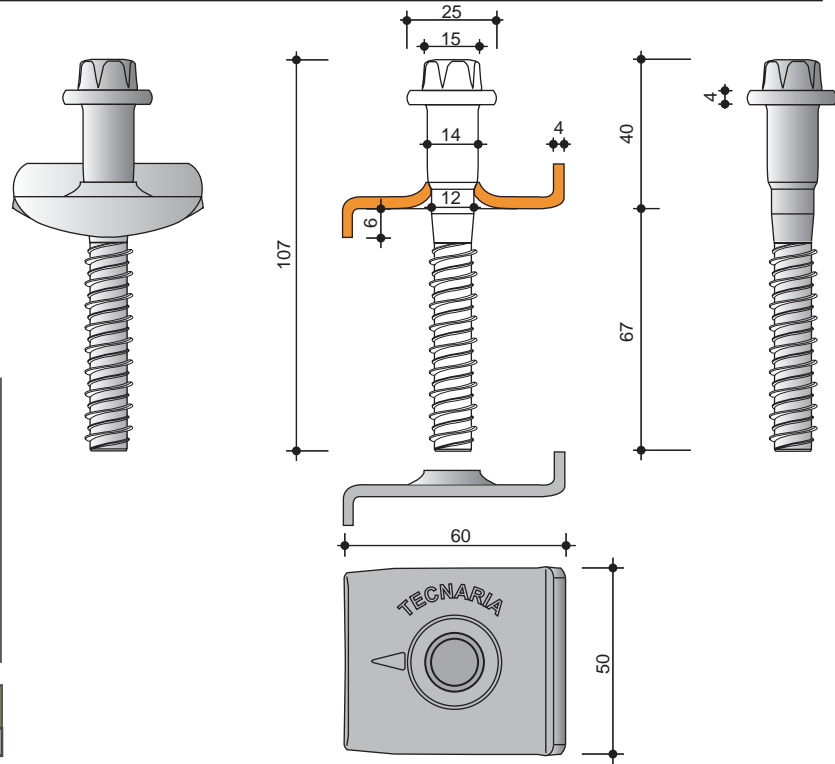
## Descrizione tecnica

Il piolo connettore a vite e piastra dentata **TECNARIA** per riprese di getto in calcestruzzo consiste di:

**A)** Un gambo in acciaio temprato 10.9, Ø 14 mm, testa esagonale 15 mm e finta rondella, corpo filettato di Ø 12 mm.

**B)** Una piastra in acciaio con base rettangolare, dentata, 60x50 mm di spessore 4 mm. Il connettore a piolo e la piastra di base in fase di infissione si uniscono grazie alla particolare conformazione che hanno.

**Voce di capitolato:** Piolo connettore a vite e piastra dentata zincati per riprese di getto in calcestruzzo. Elemento composto da un gambo in acciaio temprato 10.9, Ø 14 mm, con rondella e testa esagonale 15 mm, corpo filettato Ø 12 mm avente una sezione tronco conica in corrispondenza dell'inizio della parte filettata che permette l'inserimento della piastra stabilizzatrice, con foro centrale di dimensioni 60 x 50 x 4 mm ripiegata su due lati.



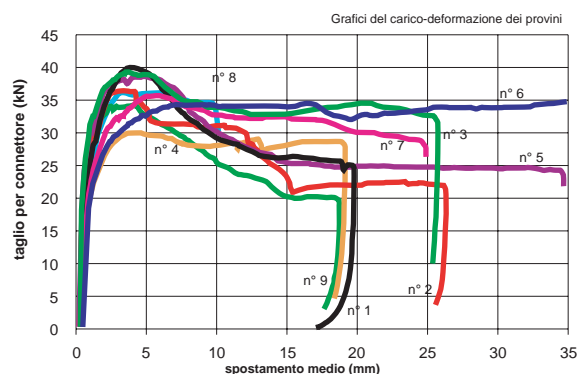
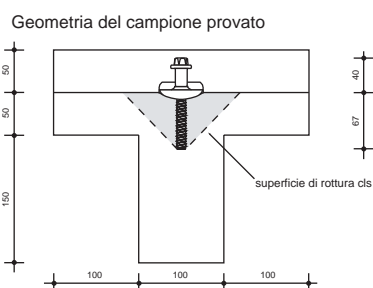
Codice	Diametro x altezza connettore
CTCEM 14/040	14 X 40 mm

## Resistenza del connettore CTCEM

$P_{um}$	$P_{Rk}$	$P_d$	$P_{adm}$	$\delta_{um}$	$\delta_{uk}$	Comportamento
Carico di rottura medio dei campioni	Carico di rottura caratteristico	Carico di progetto (S.L.U.)	Carico ammissibile (T.A.)	Scorrimento medio dei campioni al carico caratteristico	Scorrimento caratteristico	
kN	kN	kN	kN	mm	mm	
35.7	26.7	21.4	14.2	20.3	11.6	duatile

Sono riportati in tabella i valori di riferimento, relativi alle prove realizzate presso il Laboratorio di Scienza delle Costruzioni dell'Istituto Universitario di Architettura di Venezia. Tali prove sono state realizzate seguendo le modalità indicate nell'Eurocodice 4 UNI ENV 1994-1-1.

I risultati riportati riguardano connettori che collegano una struttura di calcestruzzo Rck 30 MPa con una soletta di calcestruzzo Rck 30 MPa. Le geometrie delle due parti connesse sono tali che la superficie di rottura del calcestruzzo non sia ridotta a causa di sezioni sottili.



# Connettori Tecnaria: le applicazioni

## Metodologia di posa del connettore su solai in laterocemento

### Fissaggio a secco

- Nel caso di solaio con caldana individuare i travetti tramite appositi sondaggi.
- Segnare le posizioni ove fissare i connettori.
- Eseguire delle incisioni sul calcestruzzo con un flessibile: spessore intaglio 4 mm, profondità 5 mm, direzione trasversale alla direzione del travetto (fig. 1).
- Posizionare nell'intaglio la parte piegata verso il basso della piastra. La freccia presente sulla parte superiore va orientata verso il centro della campata (fig. 2).
- Eseguire un foro con trapano con punta da 11 mm e profondità 7.5 cm (fig. 3).
- Rimuovere la polvere di cemento (fig. 4).
- Inserire la vite nel foro ed avvitare con avvitatore elettrico ad impulsi dotato di frizione fino a fine corsa. Fare attenzione a non continuare ad avvitare dopo il contatto tra piastra e vite (fig. 5).



### Limiti di utilizzo

Gli interventi di rinforzo con la tecnica della soletta in calcestruzzo collaborante sono molto spesso condizionati dalla carenza di armatura sul lato inferiore del travetto, dalla scarsa resistenza del calcestruzzo utilizzato e dai fenomeni di degrado del calcestruzzo oltre che, a volte, da carenze progettuali.

### Tipologia di solai recuperabili

La tecnica proposta risulta ottimale per i solai a travetti prefabbricati (tipo Bausta), mentre risulta difficilmente applicabile per solai del tipo Sap o Varese che hanno travetti in calcestruzzo di dimensioni esigue. Larghezza minima travetto:

- 10 cm nel caso di solaio senza soletta esistente o di spessore inferiore ai 2 cm
- 8 cm nel caso di solaio con soletta esistente di spessore superiore ai 2 cm

Per solai con travetti di dimensioni inferiori il connettore non è utilizzabile.

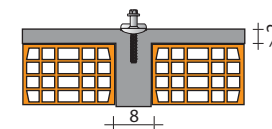
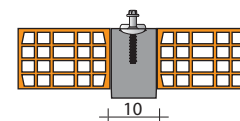
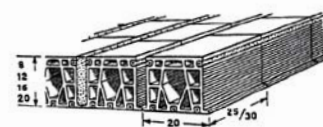
### Degrado del calcestruzzo

L'intervento con connettori non è corretto nei casi di carbonatazione del calcestruzzo con successiva ossidazione dell'acciaio.

### Sfondellamento del laterizio

I solai sottoposti a forti inflessioni possono essere soggetti ad espulsione della lastra inferiore della pignatta. Inizialmente si dovrà provvedere a mettere in sicurezza il solaio con appositi sistemi; successivamente il collegamento con una nuova soletta farà ridurre la flessibilità del solaio evitando che il problema dello sfondellamento possa presentarsi nuovamente.

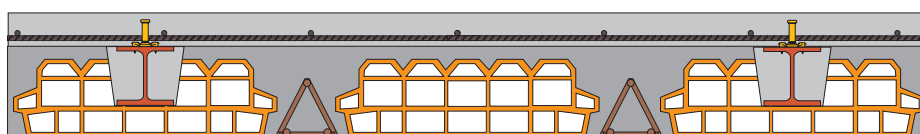
S O L A I O S A P



### Casi particolari di intervento

Può capitare che il solaio sia a tal punto sottodimensionato che risulti insufficiente a portare i carichi di progetto anche con la cappa collaborante o che l'intervento non sia realizzabile perché il connettore non è fissabile. In tali casi si dovrà scegliere una soluzione differente, che generalmente risulta più costosa e di maggior impatto progettuale. Sono possibili svariate opzioni che vanno dalla demolizione e rifacimento del solaio al rinforzo con fibre di carbonio nella parte inferiore abbinato a cappa collaborante nella parte superiore.

Una possibilità che permette di realizzare un solaio nuovo con basso spessore aggiuntivo è quella di inserire travi in acciaio dentro il solaio esistente. Si dovrà tagliare e rimuovere parzialmente o totalmente una fila di pignatte (generalmente una ogni metro), posizionare una trave in acciaio (profili HEA o HEB per contenere gli spessori), connettere la trave ad una soletta collaborante con connettori CTF Tecnaria e armate con rete elettrosaldata.





# CONNETTORI TECNARIA: GLI ACCESSORI

Per facilitare la posa in opera dei connettori **CTCEM**, Tecnaria propone una serie di accessori.

## Smerigliatrice (cod. ACT-DW 28113)



Smerigliatrice angolare 900 Watt permette di eseguire gli intagli sul calcestruzzo per l'alloggiamento della piastra del connettore.

Peso: 1.7 kg  
Diametro massimo disco 115 mm.

Articolo correlato: disco 115 mm  
(cod. DC-DW270XJ)

## Disco abrasivo Ø 115 mm (cod. ACT-DW270XJ)



Disco abrasivo per pietra, spessore 3 mm, diametro 115 mm

## Tassellatore (cod. ACT-DW25123K)



Tassellatore per eseguire fori nel calcestruzzo, potenza 800 watt, attacco SDS.

Articolo correlato: punta per calcestruzzo  
(cod. PC11160100)

## Punta per calcestruzzo (cod. PC11160100)



Punta per calcestruzzo, diametro 11 mm, lunghezza utile 100 mm, attacco SDS Plus.

Permette di eseguire il foro nel calcestruzzo per alloggiare la vite del connettore.

## Avvitatore ad impulsi (cod. ACT-DW292)



Avvitatore elettrico a impulsi; per le sue caratteristiche ideale a fissare le viti dei connettori nel calcestruzzo, attacco 1/2"

Peso: 3.2 kg  
Articolo correlato: bussola esagonale 15 mm attacco 1/2", esagono 13 mm (cod. ACT-BE15-Q)

## Bussola esagonale innesto 1/2" (cod. ACT-BE15-Q)



Bussola esagonale da 15 mm, con attacco quadro da 1/2". Per avvitare la vite del connettore.

## Prove di laboratorio

La resistenza a taglio del connettore e l'efficacia del collegamento sono state indagate sperimentalmente seguendo le procedure di prova riportate nell'Eurocodice 4 UNI - ENV 1994-1-1 (Febbraio 1995) presso il Laboratorio di Scienza delle Costruzioni dell'IUAV di Venezia.

I risultati sperimentali hanno mostrato che, rispetto alla usuale soluzione costituita dal solo perno, la piastrina all'interfaccia, grazie alla forma a zeta, consente di aumentare la capacità portante dell'elemento di circa il 40%, e di ridurre gli scorrimenti relativi, e quindi la deformabilità, garantendo una migliore connessione. Inoltre, l'analisi degli effetti di una azione ciclica (tra 5 e 40% del carico massimo) ha mostrato che, al termine dei cicli, il connettore vite + piastrina presenta deformazioni residue minori rispetto alla sola vite, a testimonianza di un minore danneggiamento del calcestruzzo che avvolge il gambo del connettore stesso.



## IL SOFTWARE PER IL CALCOLO: un prezioso aiuto al progettista

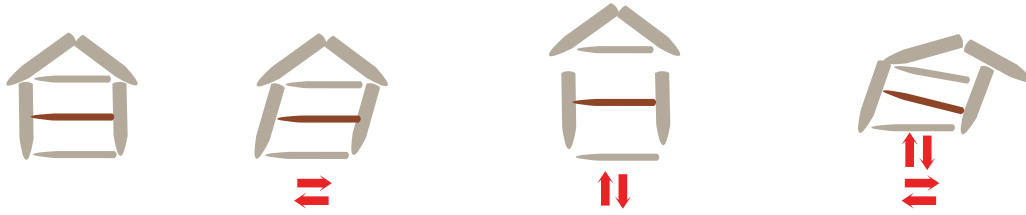


Tecnaria offre ai professionisti uno strumento utile ai fini della progettazione: il programma di calcolo per il rapido dimensionamento degli interventi di rinforzo di solai in laterocemento con connettori CTCEM Tecnaria secondo le norme vigenti (D.M. 14 Gennaio 2008).

Scaricabile gratuitamente presso il sito [www.tecnaria.com](http://www.tecnaria.com)

# COLLEGAMENTO ANTISISMICO TRA SOLAI E PARETI

Il collegamento tra pareti in muratura e solaio rappresenta il primario intervento di rinforzo antisismico per gli edifici esistenti.



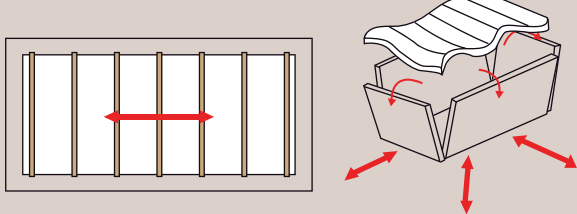
## Tipiche carenze degli edifici esistenti in muratura: legami parete-parete / parete-solaio

I solai sono spesso parte di edifici costruiti senza alcun criterio antisismico. I travetti costituenti il solaio spesso sono semplicemente appoggiati nelle loro sedi, realizzando un collegamento che funziona solo per attrito. In caso di azione sismica violenta vi è contemporanea spinta verso l'alto e laterale; in questo caso l'attrito perde di efficacia e le travi si possono sfilare dalle pareti. La spinta trasversale facilmente può causare rotazioni fuori dal piano verticale delle pareti che non sono tenute insieme.

## Il rimedio: il comportamento scatolare = l'unione fa la forza

Se le pareti non sono collegate tra loro, la resistenza antisismica massima è solamente quella dovuta alle singole parti; se invece vengono adeguatamente collegate si otterrà un effetto di **incremento di resistenza** dato dal comportamento scatolare. Le pareti rimangono collegate in verticale e possono sviluppare la loro resistenza alla spinta sismica.

## Prima



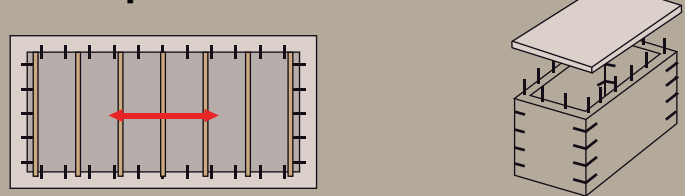
### Solaio deformabile

Collegamento parete – parete: debole

Collegamento parete – solaio: debole

Pareti scollegate: grande rischio di crollo

## Dopo



### Solaio rigido

Collegamenti parete – parete: efficaci

Collegamenti parete – solaio: efficaci

Pareti legate: elevata resistenza data dal comportamento scatolare:

Le pareti parallele al sisma possono esplicare la loro elevata resistenza.

Le pareti trasversali al sisma sono trattenute dai solai e non rischiano di crollare

## Rigidezza di piano e continuità strutturale: i requisiti della normativa italiana nel D.M. 14/01/2008

Le norme tecniche italiane forniscono le indicazioni per le verifiche dei fabbricati sia nuovi che esistenti sollecitati da un'azione sismica. In merito alla funzione del solaio si indica che:

*“I solai devono assolvere funzione di ripartizione delle azioni orizzontali tra le pareti strutturali, pertanto devono essere ben collegati ai muri e garantire un adeguato funzionamento a diaframma.”*

E' quindi necessario che le forze sismiche che agiscono nei solai siano trasmesse alle strutture verticali in maniera efficace (**continuità strutturale**) ed è necessario che i solai siano poco deformabili (**rigidezza di piano**) in modo da trasmettere la spinta sismica alle pareti adeguate a resistere al sisma.

## La soluzione TECNARIA

In merito alla **rigidezza di piano** la norma stessa indica che i solai aventi soletta armata superiore di almeno 4 cm di spessore, anche in calcestruzzo alleggerito, connessa ai travetti tramite connettori sono considerati infinitamente rigidi. Tecnaria a questo scopo propone connettori per solai in legno, acciaio e laterocemento. E' necessario precisare che nel caso di solai esistenti l'effettiva necessità di deformabilità andrà valutata con attenzione evitando di trasmettere carichi sismici su pareti non adeguate.

Per quel che riguarda la **continuità strutturale** è necessario collegare le solette alle murature. E' importante che tale intervento non sia invasivo ed è quindi preferibile scegliere interventi di tipo puntuale, evitando gravi interventi di demolizione della muratura a livello dei solai. Pertanto sono sconsigliabili gli innesti chiamati a “coda di rondine” e i cordoli in spessore.

Inoltre il peso di strutture e di finiture portate (tramezze e pavimentazioni) deve essere ridotto al minimo possibile in modo tale che l'oscillazione del terreno causi spinte di bassa entità. Per realizzare la **continuità strutturale** tra solai con soletta in calcestruzzo e murature è ottimale utilizzare la **resina epossidica bi-componente RTEC400** con barre ad aderenza migliorata.

L'intervento descritto è uno degli interventi primari da realizzare, ma ne possono essere necessari anche altri per rispondere a tutti i requisiti della normativa.

# RTEC400 - Resina Bicomponente Epossidica Tecnaria

## Impiego

La resina RTEC400 è un formulato epossidico bi-componente ad alto valore di aderenza per fissaggi pesanti su calcestruzzo, muratura e legno. Fornita in cartucce da 400 ml. è il prodotto ideale per il rinforzo strutturale con ferri di ripresa post installati.

## Caratteristiche principali

- E' dotata di alto valore di aderenza e di basso coefficiente di ritiro. Questo permette il fissaggio su superfici completamente lisce (fori carotati) e su svariati materiali quali legno, laterizio e calcestruzzo.
  - Le sue caratteristiche meccaniche rimangono invariate nel tempo.
  - Può essere utilizzata anche per fissaggi su supporti bagnati.
  - E' facile e veloce da applicare grazie al miscelatore che fa reagire le due componenti in fase di iniezione.
  - La sua consistenza è densa (tixotropica), questo evita colature ed eccessive dispersioni di materiale nei vuoti che possono essere presenti nelle murature.
  - E' corredata di marcatura CE grazie a due omologazioni ETA (Benestare Tecnico Europeo) valide per barre filettate e per barre ad aderenza migliorata inserite in calcestruzzo.
- Queste proprietà rendono questa resina il prodotto ideale per l'applicazione di barre di collegamento muratura – solaio



Cartuccia di resina bi-componente da 400 ml



Installazione con pistola manuale

Codice	Descrizione
RTEC400	Resina epossidica bicomponente ml. 400 in cartuccia con canna per fori di profondità fino a 110 mm
RTEGUN400	Pistola manuale professionale per erogazione resina cartucce 400 ml
RTECMIX380	Cannucce mm 380 per fori di profondità fino a 380 mm
PC14400450	Punte da trapano d14 L=450 mm per barre d12 in fori di profondità massima 400 mm
PC18400450	Punte da trapano d18 L=450 mm per barre d16 in fori di profondità massima 400 mm

Valori esemplificativi su consumo di resina in funzione del diametro della barra da fissare:

Barra mm Ø	Diametro e profondità foro mm	N° fissaggi per cartuccia
12	14x200 mm	19,5
12	14x300 mm	13,0
12	14x400 mm	9,5

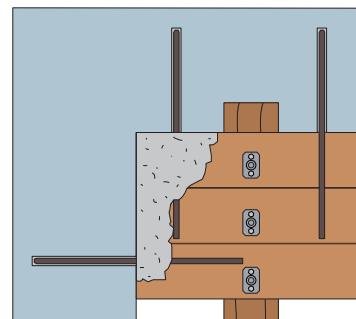
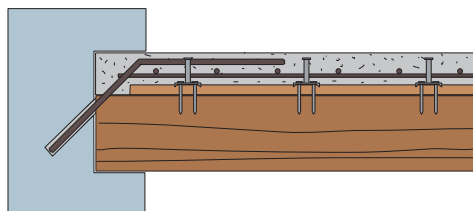
Barra mm Ø	Diametro e profondità foro mm	N° fissaggi per cartuccia
16	18x200 mm	11,8
16	18x300 mm	7,9
16	18x400 mm	5,9

## Procedura di installazione

1. Realizzare il foro a mezzo di punta da trapano o carotatrice.
2. Pulire il foro tramite ripetute spazzolate e soffiature (in alternativa pulire con getto d'acqua).
3. Far uscire la prima porzione di resina ancora non miscelata (verificando così l'uniformità di colore del prodotto).
4. Riempire il foro uniformemente partendo dal fondo, arretrando gradatamente. Riempire fino a 2/3 di profondità del foro.
5. Inserire la barra, lentamente e con un leggero movimento rotatorio. Osservare i tempi di posa della tabella sottostante.
6. Rimuovere gli eccessi di resina attorno alla barra.
7. Prima di mettere in carico attendere i tempi di maturazione come da tabella sottostante.

## Collegamento soletta - muratura

Per ottenere un efficace collegamento puntuale si può realizzare un foro inclinato verso il basso nelle murature perimetrali all'altezza della soletta, iniettare in esso la resina epossidica bicomponente Tecnaria Rtec400, inserire la barra ad aderenza migliorata in acciaio, piegando infine la barra in orizzontale all'interno della soletta. Il collegamento va fatto su tutti i lati perimetrali, ove c'è muratura portante. L'intervento sarà migliorativo dell'edificio a condizione che il collegamento sia tra elementi strutturali idonei.



Esempio di dimensionamento tipico:  
Barre in acciaio B450C di diametro 12 – 16 mm a distanza di circa 50 - 80 cm, inserite nel muro per una profondità di 30-40 cm e nella soletta per circa 60 cm.

## Tempi di posa

Temperatura del supporto	0° C	5° C	10° C	15° C	20° C	25° C	30° C
Tempo di lavorabilità	3h 20'	2h 30'	1h 40'	1h 10'	50'	30'	20'
Attesa per la messa in carico	54h	41h	28h	22h	16h	14h	12h

Temperatura minima di posa del prodotto: 5°C

Il tempo di lavorabilità relativamente lungo permette una comodo procedura di installazione.

**TECNARIA®**

Tecnaria S.p.a. Viale Pecori Giraldi 55 - 36061 Bassano del Grappa (VI) - Italia  
Tel. 0424 502029 - Fax 0424 502386 - info@tecnaria.com - www.tecnaria.com