

Steel Combo

→ Il sistema modulare per il rinforzo dall'esterno dei nodi per strutture in calcestruzzo armato.

kerakoll

Steel Combo è il nuovo sistema modulabile in grado di intervenire dall'esterno sui nodi delle strutture in calcestruzzo armato.

Gli elementi **modulari standard**, combinati opportunamente tra loro, sono in grado di adattarsi alle diverse dimensioni dei nodi esistenti. L'identificazione di referenze **standard** permette di creare direttamente in cantiere la giusta combinazione per ogni nodo e consente **rapide tempistiche di fornitura**.



I connettori MMS-plus SS 16x130, grazie all'apposita geometria, si applicano a secco in un **preforo, velocizzando** la fase di posa di tutto il sistema **senza alcuna interruzione**.

Performance meccaniche e durabilità sono garantite dagli elementi in acciaio S355 trattati mediante il processo di zincatura a caldo.

La verifica del sistema modulabile **Steel Combo** viene realizzata in accordo con quanto previsto nel D.M. del 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", nella relativa Circolare Applicativa e nell'Eurocodice 2.



A5-200 / A8-200



A5-300 / A8-300



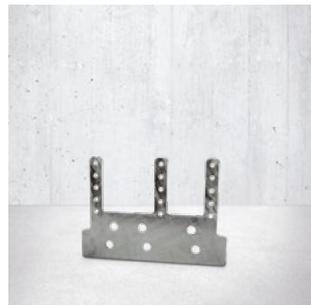
A5-500 / A8-500



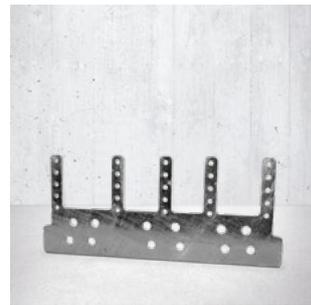
A5-700 / A8-700



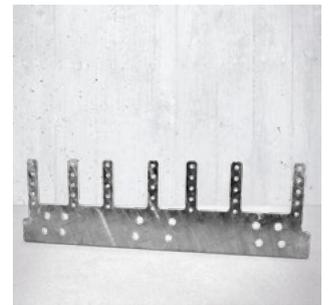
F5-200 / F8-200



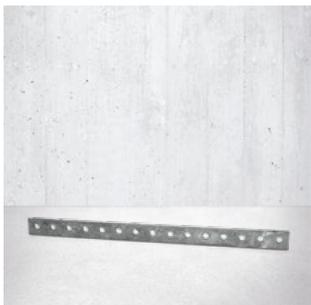
F5-300 / F8-300



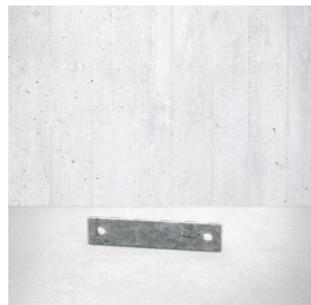
F5-500 / F8-500



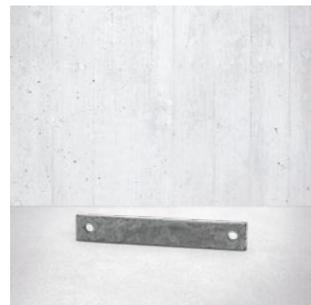
F5-700 / F8-700



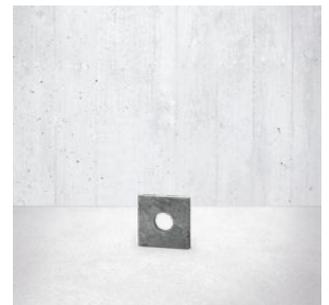
P5 / P8



PV5-125



PV5-160



D5 / D8



Bullone-d8, Dado-d8,
Rondella-d8



MMS-plus SS 16x130

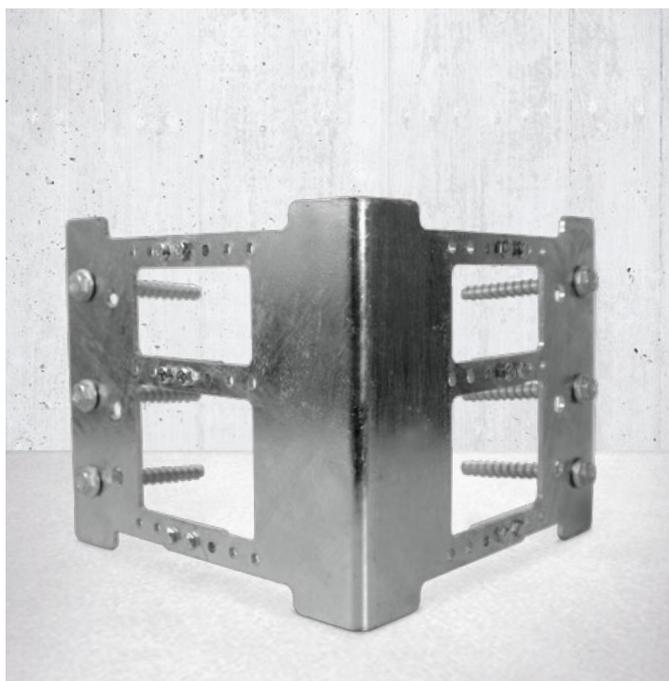
- A/F/D/P/PV: angolo/facciata/distanziale/prolunga/prolunga verticale
- Spessore: 5/8 mm
- Altezza dell'elemento: 200/300/500/700/125/160 mm
- "d": diametro
- MMS-plus SS 16x130: vite da calcestruzzo diametro 16 mm, lunghezza 130 mm
- Possibile personalizzazione dell'angolo di piega per le referenze A (range 65° - 180°)
- Immagini non in scala

Moduli Steel Combo.

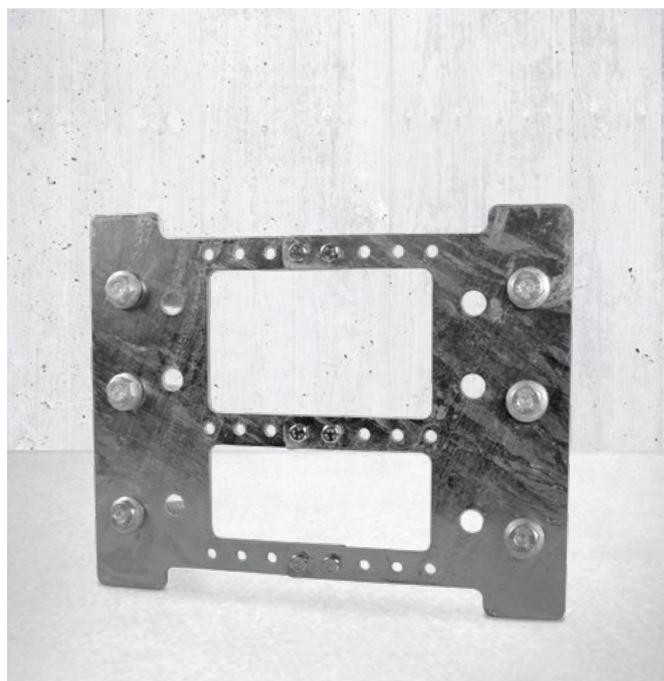
- **Moduli Angolo (A) / Moduli Facciata (F)**
- **Prolunghe (P)**
- **Prolunghe Verticali (PV)**
- **Distanziali (D)**
- **Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8**
- **Vite da calcestruzzo (MMS-plus SS 16x130)**

I moduli A e F si adattano a tutte le geometrie dei nodi grazie alla combinazione con gli elementi P e PV e si assemblano mediante bulloni, dadi e rondelle.

Il sistema si installa sul supporto in calcestruzzo esistente mediante viti da calcestruzzo certificate CE secondo EAD 330232-01-0601 e applicate a secco. Gli elementi D consentono di garantire la certificazione dell'ancoraggio anche quando i moduli F non sono a diretto contatto con il supporto.



Steel Combo nodo d'angolo: 2 F5-300 + 1 A5-300 + 12 Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 + 6 MMS-plus SS 16x130



Steel Combo nodo di facciata: 2 F5-300 + 3 D5 + 6 Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 + 6 MMS-plus SS 16x130

Fasi applicative Steel Combo.

→ 1. Preparazione dei supporti

Individuare la posizione del nodo nella struttura in calcestruzzo armato, bonificare il substrato e irruvidirlo con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazione supporti calcestruzzo armato e muratura" rimuovendo il copriferro, l'eventuale calcestruzzo ammalorato e l'eventuale ruggine dai ferri d'armatura.

→ 2. Assemblaggio dei moduli

Individuare la geometria del pannello di nodo, quindi assemblare i moduli di facciata e angolo ed eventualmente le apposite prolunghe, seguendo le indicazioni contenute nell'Esplosivo applicativo opportuno (pagine successive).

→ 3. Foratura

Determinare la posizione dei fori internamente alle barre longitudinali del pilastro mantenendosi più vicini possibili alle stesse, utilizzando, come dima, l'insieme dei moduli assemblati sulla faccia del nodo. I moduli F sono dotati di più fori per agevolare l'installazione. Realizzare i fori a rotopercolazione di diametro pari a 14 mm e profondità 160 mm.

→ 4. Primo strato di malta

Bagnare il supporto a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua in superficie. Eseguire il ripristino localizzato e/o generalizzato mediante l'applicazione di **Geolite 40** o **Geolite**, manualmente a cazzuola o mediante macchina spruzzatrice. L'applicazione deve garantire il riempimento di tutte le cavità e l'inglobamento dei ferri d'armatura.

→ 5. Installazione sistema

Seguendo le indicazioni degli opportuni Esplosivi applicativi (pagine successive), collocare gli elementi D (in spessore pari a quello dei moduli collegati) sotto l'opportuno modulo F in corrispondenza dei connettori MMS-plus SS 16x130, prima del posizionamento sul nodo. Posizionare l'insieme dei moduli sulla matrice ancora fresca, garantendone il perfetto inglobamento nello strato di geomalta, avendo cura che fuoriesca e riempia i fori. Installare i connettori MMS-plus SS 16x130 mediante avvitatore a impulsi.

→ 6. Ripristino del copriferro

Ripristinare il copriferro rimosso tramite **Geolite 40** o **Geolite**, assicurando uno spessore minimo di ricoprimento di almeno 10 mm.



Test universitari di validazione.

Il sistema **Steel Combo** nasce con lo scopo di confinare i nodi trave-pilastro dall'esterno per prevenire tali tipologie di rotture, andando a privilegiare lo sviluppo di meccanismi di danno duttili in grado di dissipare l'energia sviluppata da eventuale sisma.

Il patrimonio architettonico italiano è costituito da molti edifici a telaio in calcestruzzo armato progettati secondo vecchi standard normativi. La qualità dei materiali e i dettagli costruttivi per diversi anni non sono stati oggetto di studi specifici, ma sono fondamentali nel comportamento sismico delle strutture.

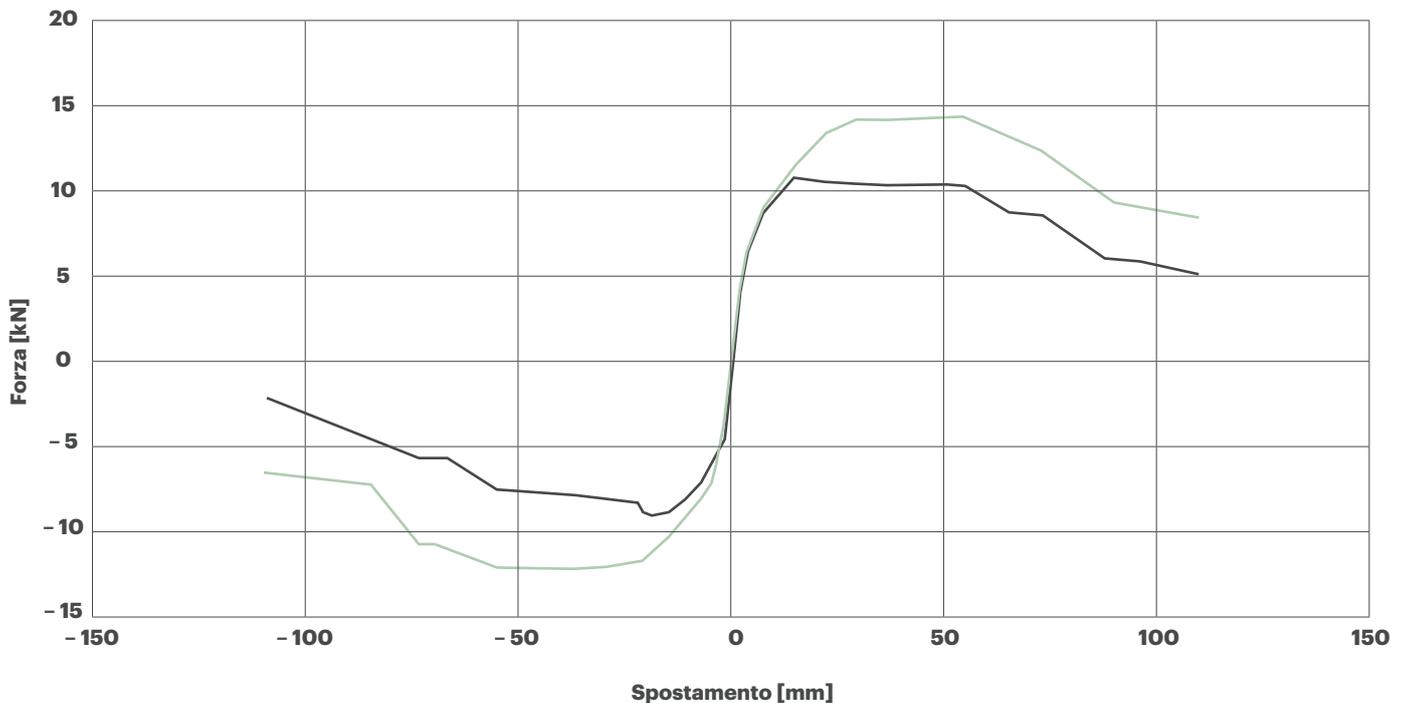
In particolare, un'elevata percentuale di nodi trave-pilastro non è stata concepita per resistere a sollecitazioni dinamiche e cicliche. Tale mancanza si riscontra nell'assenza o scarsa concentrazione di staffatura, che, non confinando l'elemento, favorisce una rottura fragile e improvvisa.

L'efficacia dell'intervento è stata confermata dai risultati della campagna sperimentale svolta da Kerakoll, in collaborazione con Eucentre, Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica, dove sono stati effettuati test su nodi a **scala reale**. La scelta dei materiali (calcestruzzi con resistenze meccaniche non elevate e barre lisce) e delle geometrie dei campioni ha permesso di simulare fedelmente gli edifici costruiti a partire dagli anni '50 del secolo scorso.



Nel test i campioni a forma di "T" simulano un nodo d'angolo con la trave principale che si innesta nel pilastro. Quest'ultimo ha sezione pari a 30x30 cm, 4 Φ 16 come armatura longitudinale e Φ 6/15 a 2 braccia come armatura trasversale; mentre la trave ha sezione 30x40 cm, 4 Φ 16 sia all'estradosso che all'intradosso e staffe Φ 6/15 a 2 braccia.

I campioni sono sottoposti ad un carico assiale verticale costante pari a 150 kN, che rappresenta i carichi gravitazionali dell'edificio, e, contemporaneamente, vengono applicati dei cicli crescenti di drift in testa al pilastro a simulare l'azione sismica.



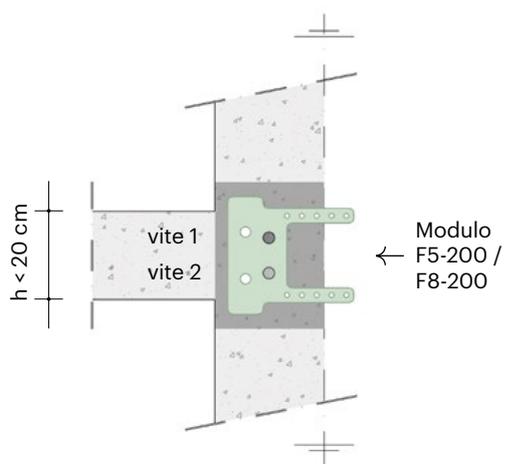
Confronto involuppi globali della risposta ciclica

— Campione non rinforzato — Campione rinforzato

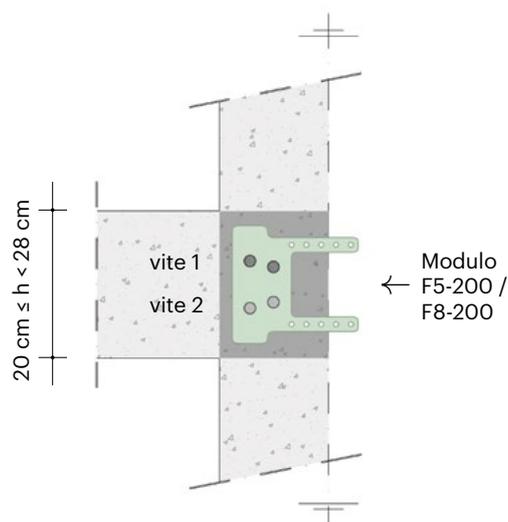
I risultati hanno dimostrato l'efficacia del rinforzo con un aumento, rispetto al nodo non rinforzato, della resistenza ultima di circa 1.3 volte e del drift al picco di forza di circa 3.5 volte. Questo ha consentito di ritardare il meccanismo di rottura, garantendo una resistenza residua amplificata di circa 1.2 volte, senza variare la rigidezza del nodo.

Schemi di applicazione dei connettori e scelta dei moduli.

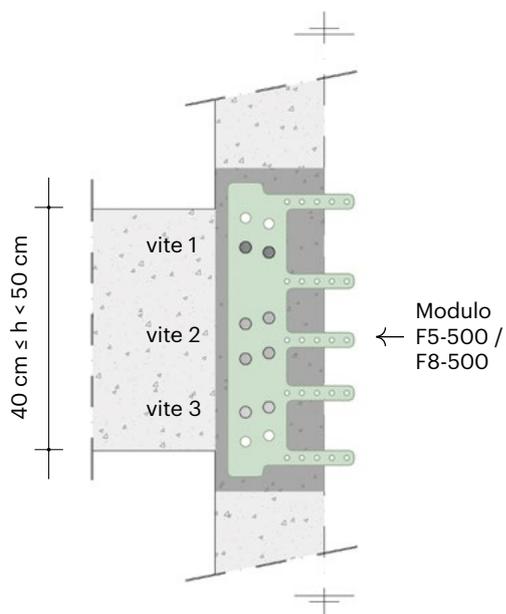
Altezza trave minore o uguale a 19 cm



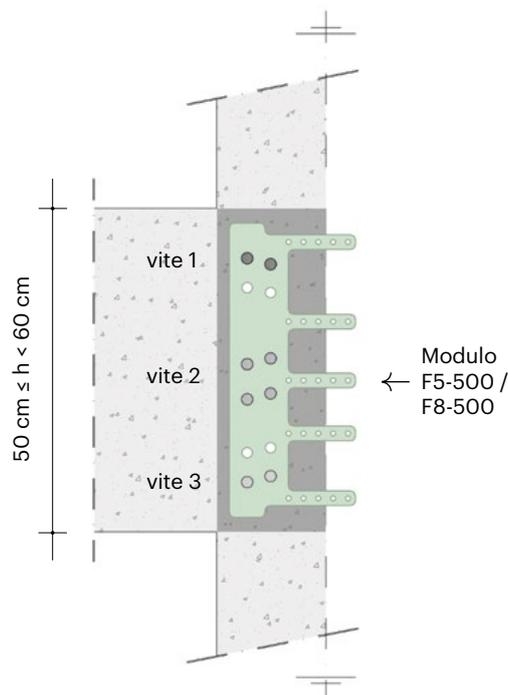
Altezza trave compresa tra 20 e 27 cm



Altezza trave compresa tra 40 e 49 cm

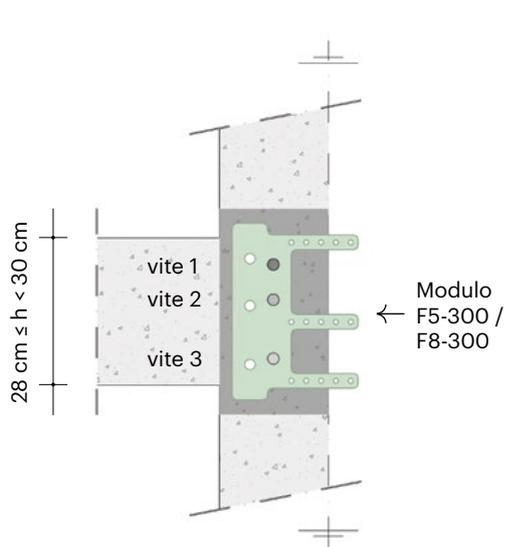


Altezza trave compresa tra 50 e 59 cm

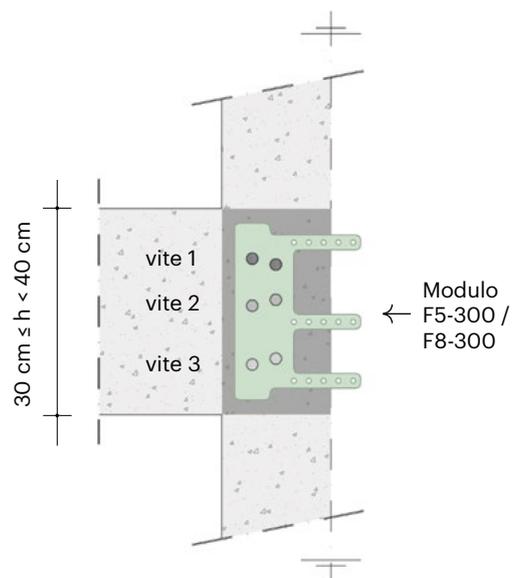


N.B. I connettori MMS-plus SS 16x130 devono sempre essere installati sul pannello di nodo, all'interno dello spazio libero delimitato dalle barre longitudinali del pilastro.

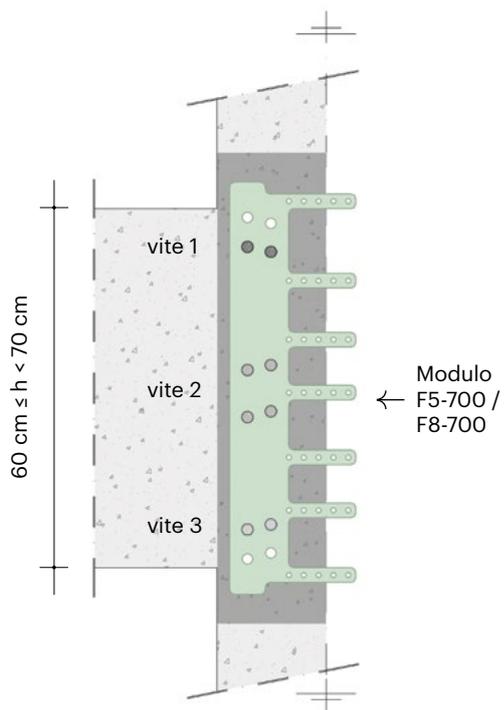
Altezza trave compresa tra 28 e 29 cm



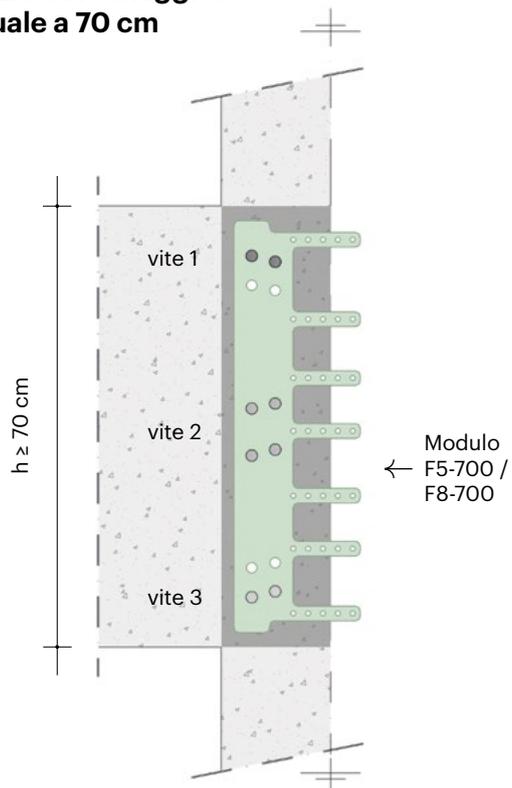
Altezza trave compresa tra 30 e 39 cm



Altezza trave compresa tra 60 e 69 cm

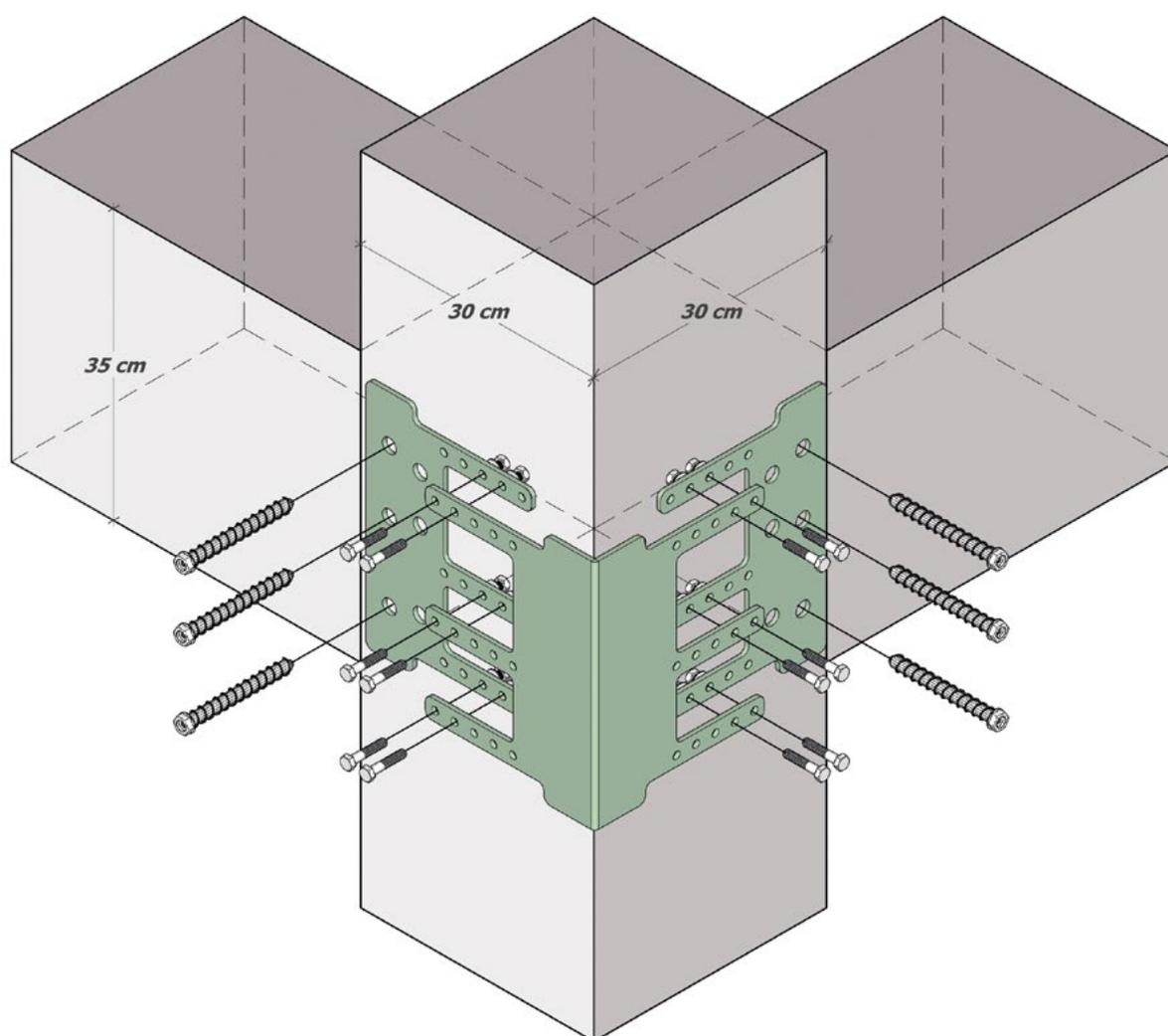


Altezza trave maggiore o uguale a 70 cm



Esplosi applicativi.

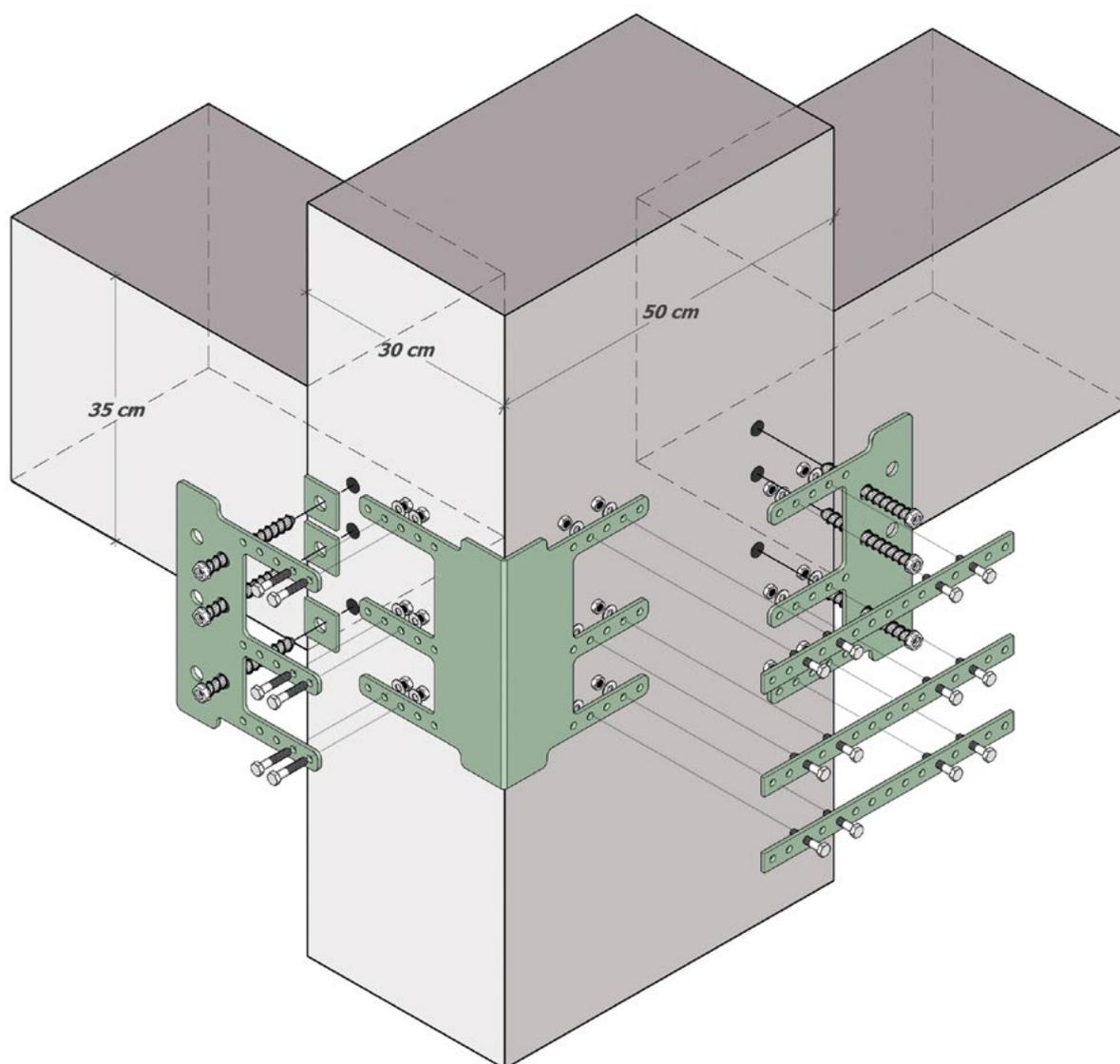
Nodo d'angolo con lati del pilastro minori di 40 cm



Steel Combo nodo d'angolo: 2 F5-300 + 1 A5-300 + 12
Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 + 6 MMS-plus SS 16x130

Esplosi applicativi.

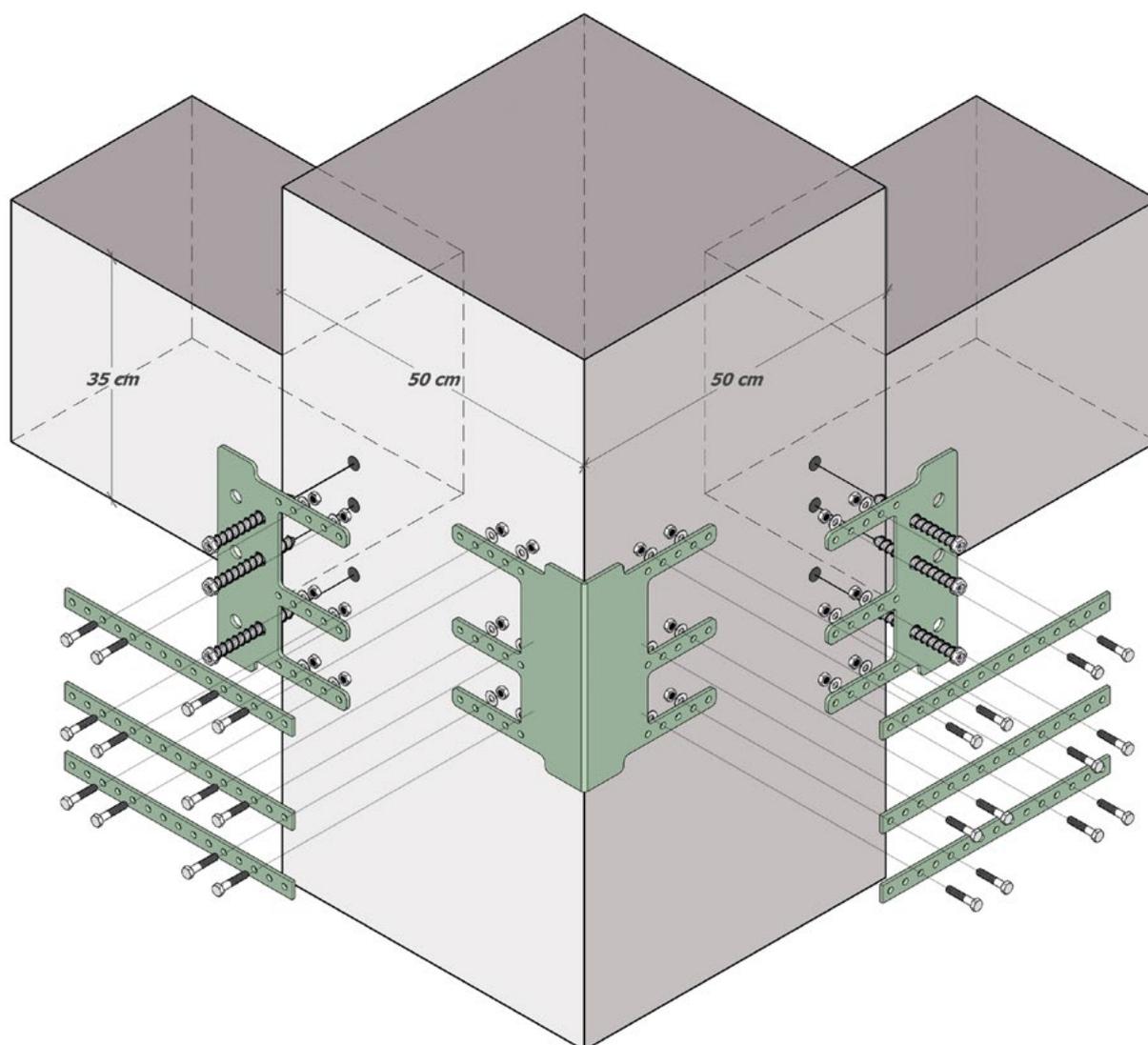
Nodo d'angolo con un lato del pilastro maggiore o uguale a 40 cm



Steel Combo nodo d'angolo: 2 F5-300 + 1 A5-300 + 3 D5 + 3 P5 + 18 Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 + 6 MMS-plus SS 16x130

→ Per i moduli con altezza pari a 200 o 300 mm, nel caso di pilastri con larghezza maggiore di 50 cm, è necessario applicare anche le prolunghe verticali PV

Nodo d'angolo con lati del pilastro maggiori o uguali a 40 cm

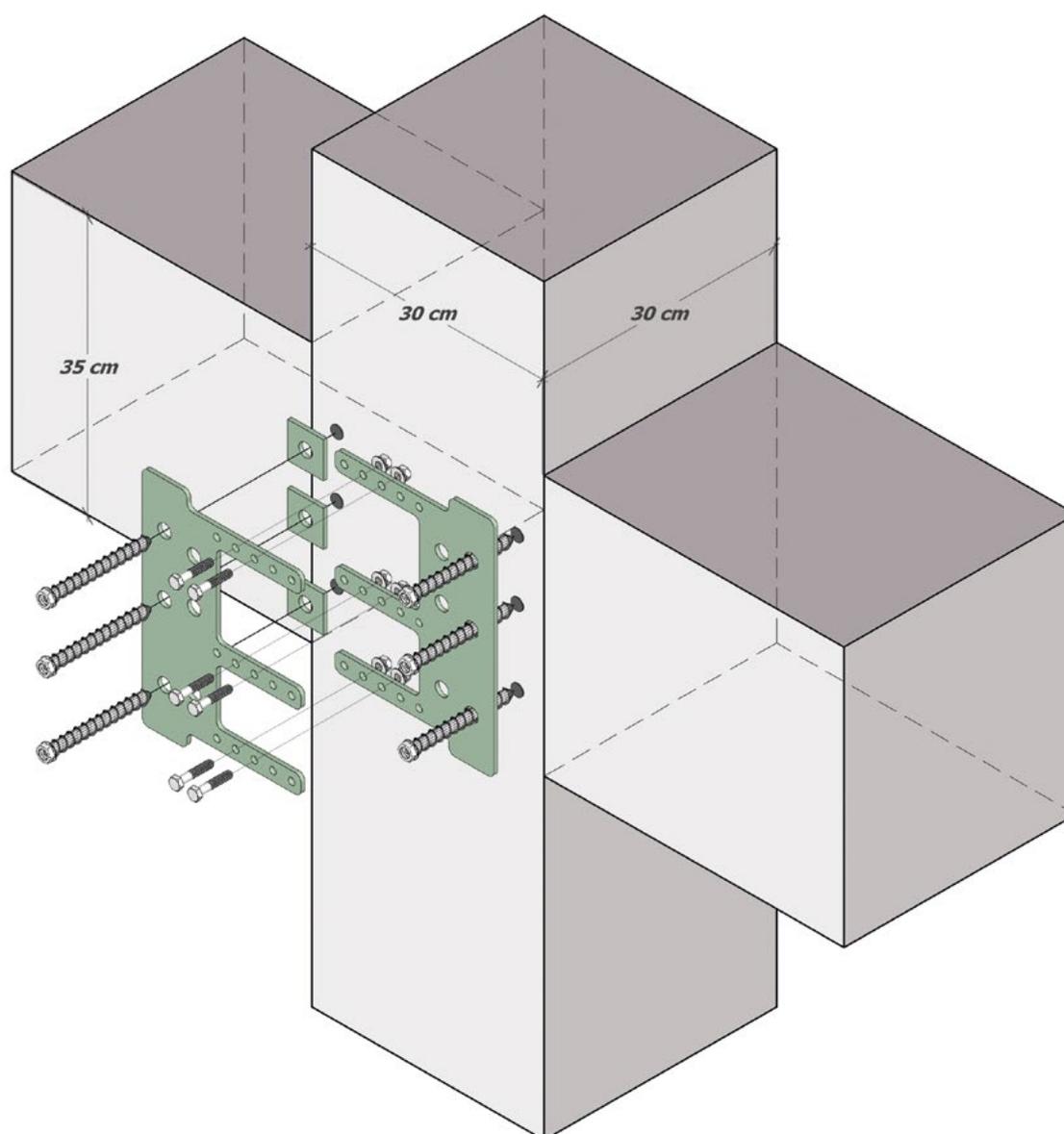


Steel Combo nodo d'angolo: 2 F5-300 + 1 A5-300 + 6 P5 + 24
Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 + 6 MMS-plus SS 16x130

→ Per i moduli con altezza pari a 200 o 300 mm, nel caso di pilastri con larghezza maggiore di 50 cm, è necessario applicare anche le prolunghe verticali PV

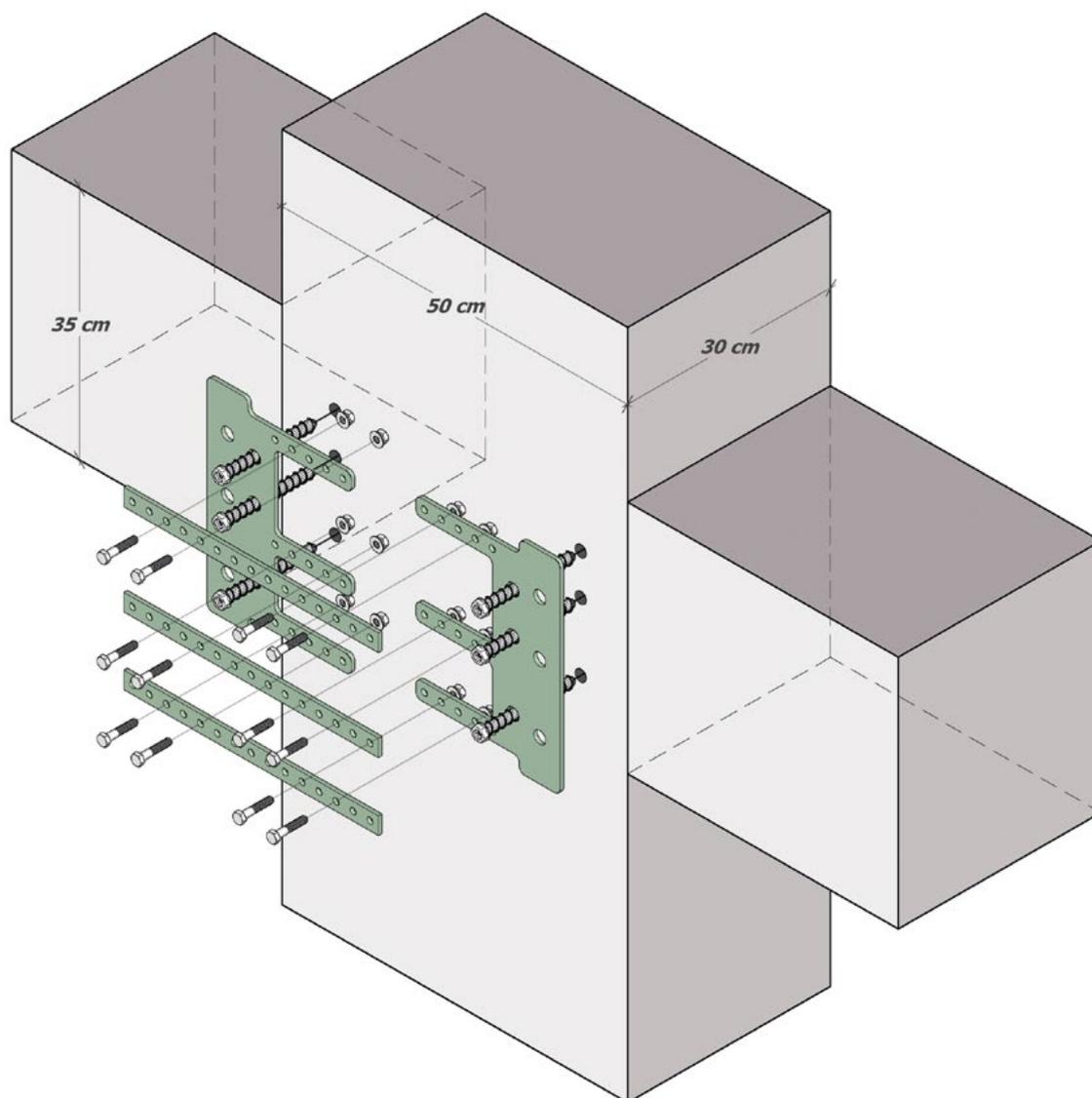
Esplosi applicativi.

Nodo di facciata con lato del pilastro minore di 40 cm



Steel Combo nodo di facciata: 2 F5-300 + 3 D5 + 6 Bullone-d8,
Dado-d8, Rondella-d8 + 6 MMS-plus SS 16x130

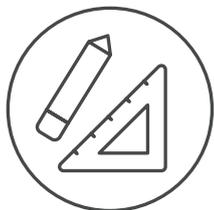
Nodo di facciata con lato del pilastro maggiore o uguale a 40 cm



Steel Combo nodo di facciata: 2 F5-300 + 3 P5 + 12 Bullone-d8,
Dado-d8, Rondella-d8 + 6 MMS-plus SS 16x130

→ Per i moduli con altezza pari a 200 o 300 mm, nel caso di pilastri con larghezza maggiore di 50 cm, è necessario applicare anche le prolunghe verticali PV

Perché scegliere Steel Combo.



Vantaggi per il progettista

Confinamento del nodo trave-pilastro: incremento di resistenza e duttilità.

Progettazione rapida: assemblaggio di pezzi standard per ogni tipologia e geometria di nodo.

Geometria e rigidità invariate: progettabile come intervento locale.

Sistema validato: test a scala reale in laboratorio universitario.

Elevata durabilità: zincatura protettiva di tutti gli elementi.



Vantaggi per l'impresa

Fornitura veloce: identificazione di moduli standard.

Applicazione semplice: materiali certificati di uso comune.

Esecuzione rapida: moduli assemblabili direttamente in cantiere.

Installazione a secco: nessuna interruzione durante l'installazione.



Vantaggi per il privato

Nessuna interruzione d'uso della struttura: intervento completamente dall'esterno.

Il presente documento è redatto in base alle migliori conoscenze tecniche ed applicative di Kerakoll S.p.A. Esso costituisce, comunque, un insieme di informazioni e guide di carattere generale che prescindono dalle situazioni concrete delle singole opere. Non intervenendo Kerakoll direttamente nelle condizioni dei cantieri, nella progettazione specifica dell'intervento e nell'esecuzione dei lavori, le informazioni e linee guida qui riportate non impegnano in alcun modo Kerakoll. Responsabile dell'intera progettazione strutturale rimane sempre e comunque il Progettista incaricato secondo quanto indicato dal D.M. 17/01/2018 e sue successive integrazioni o aggiornamenti. Tutti i diritti sono riservati. © Kerakoll. Ogni diritto sui contenuti di questa pubblicazione è riservato ai sensi della normativa vigente. La riproduzione, la pubblicazione e la distribuzione, totale o parziale, di tutto il materiale originale ivi contenuto, sono espressamente vietate in assenza di autorizzazione scritta. Le presenti informazioni possono essere soggette ad integrazioni e/o variazioni nel tempo da parte di KERAKOLL Spa; per tali eventuali aggiornamenti, si potrà consultare il sito www.kerakoll.com. KERAKOLL Spa risponde, pertanto, della validità, attualità ed aggiornamento delle proprie informazioni solo se estrapolate direttamente dal proprio sito. Per informazioni sui dati di sicurezza dei prodotti, fare riferimento alle relative schede previste e consegnate ai sensi di legge.

kerakoll

kerakoll.com

IT - 6/7/2023