

# 1.7C

## Rinforzo dall'esterno di nodi trave-pilastro di facciata mediante applicazione del sistema modulare Steel Combo

PRESCRIZIONE

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 c.a. e muratura”, mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, rimuovendo il copriferro, l'eventuale calcestruzzo ammalorato e l'eventuale ruggine dai ferri d'armatura che dovranno essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Procedere quindi alla pulizia della superficie trattata, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice.
2. Assemblaggio dei moduli. Individuare la geometria del pannello di nodo, quindi assemblare i moduli di facciata mediante fissaggio dell'apposito insieme Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 in due fori per ogni pettine orizzontale. Se il nodo ha una larghezza maggiore o uguale a 40 cm, collegare i moduli tramite le opposte prolunghe P5 o P8 di spessore pari a quello dei moduli collegati. Il fissaggio avviene sempre mediante l'apposito insieme Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 in due fori per ogni pettine orizzontale. Quando si utilizzano moduli di altezza 20 o 30 cm e il nodo ha larghezza pari ad almeno 50 cm, prevedere l'applicazione delle prolunghe verticali PV5-125 e/o PV5-160 (nei moduli da 30 cm posizionare le due prolunghe verticali in fori differenti). Il fissaggio avviene mediante l'apposito insieme Bullone-d8, Dado-d8, Rondella-d8 in un foro per ogni pettine orizzontale.
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 rotopercussione 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**, manualmente a cazzuola. 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 Esplosi applicativi presenti nella brochure dedicata e nel Manuale di installazione, posizionare 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 dell'installazione del 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**, assicurando uno spessore minimo di ricoprimento di almeno 10 mm.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema di rinforzo per il confinamento dall'esterno di nodo trave-pilastro d'angolo, composto da moduli in acciaio S355 intagliati e sagomati con adeguato profilo e spessore, marcati CE secondo EN 1090, applicati con connessioni a secco realizzate mediante viti da calcestruzzo, provviste di marcatura CE e benessere tecnico europeo ETA e con geomalta minerale certificata, tixotropica a presa semi-rapida (40 min.), a base di geolegante, a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche, specifica per la passivazione, il ripristino, la rasatura, la protezione monolitica a durabilità garantita di strutture in calcestruzzo e l'inghisaggio di barre – tipo **Steel Combo** realizzato con appositi moduli, connettori MMS-PLUS SS 16x130 e **Geolite 40** di Kerakoll caratteristiche tecniche certificate della malta: marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla Norma EN 1504-7, EN 1504-3 Classe R4; EN 1504-2 e EN 1504-6, GreenBuilding Rating 4.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: rimozione dell'intonaco esterno e scarifica del calcestruzzo sul nodo fino al ritrovamento delle armature passanti, pulizia del supporto, spazzolatura delle armature in acciaio per rimuovere la ruggine se presente; assemblaggio dei moduli in funzione della geometria del nodo; realizzazioni dei fori corrispondenti al numero di connettori utilizzando l'insieme dei moduli assemblati come dima tenendolo in posizione sulla faccia del nodo; bagnatura a rifiuto delle superfici e stesura di un primo strato di geomalta di spessore 5 mm per rendere la superficie complanare e priva di vacui; posizionamento dei moduli **Steel Combo**, installazione dei connettori mediante avvitatore ad impulsi; ripristino delle dimensioni geometriche del nodo con applicazione di geomalta con copriferro di spessore minimo 10 mm. La quantificazione è espressa per singolo nodo trave-pilastro effettivamente rinforzato.


**AVVERTENZE**

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla geomalta **Geolite 40** l'applicazione di **Geolite** oppure del sistema **Geolite FRC** composto da **Geolite Magma Xenon & Steel Fiber**, prevedendo adeguata cassetatura per il getto.

Nel caso in cui il sistema installato debba essere intonacato o mascherato mediante rasatura, si consiglia l'utilizzo di **Geolite Silt**, **Geocalce Multiuso** o **Rasobuild Top**, con interposto **Rinforzo V 50**. Qualora il sistema di rinforzo venga installato in ambienti particolarmente aggressivi, si consiglia l'applicazione finale della pittura elastomerica **Flex Paint**, da estendere, possibilmente, anche nelle zone non rinforzate.

1

Preparazione del supporto.




2

Assemblaggio dei moduli **Steel Combo**.




3

Foratura.



4

Primo strato di malta **Geolite 40**.




5

Installazione sistema **Steel Combo**.



6

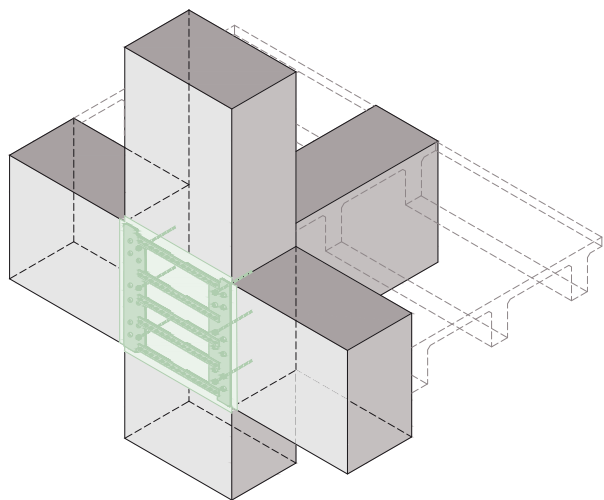
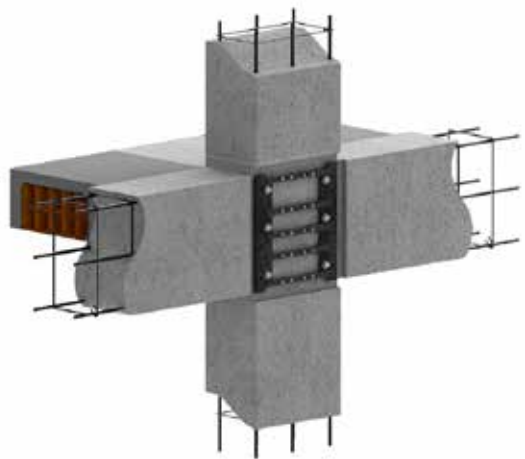
Ripristino del copriferro con **Geolite 40**.



# 1.7C

RINFORZO DALL'ESTERNO DI NODI TRAVE-PILASTRO DI FACCIATA MEDIANTE APPLICAZIONE DEL SISTEMA MODULABILE STEEL COMBO

Genius Lab



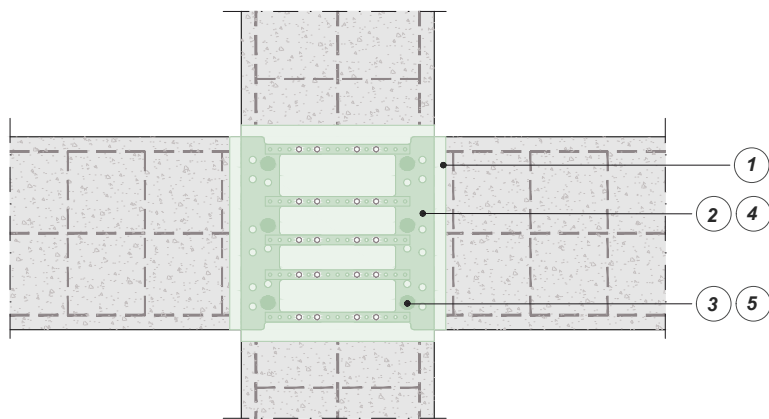
ASSONOMETRIA  
RINFORZO DI NODO TRAVE PILASTRO A TRE VIE

## NOTE

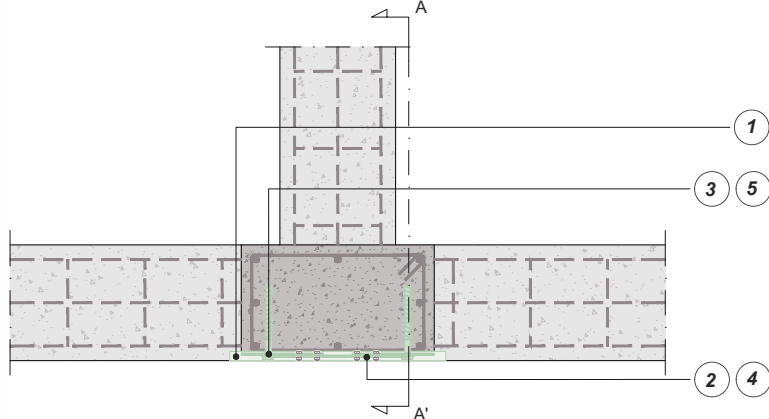
La soluzione illustrata fornisce confinamento al nodo, aumentandone al contempo la resistenza e la duttilità, ma evitando un aumento della geometria degli elementi e, soprattutto, la conseguente perdita di spazio. Inoltre, non viene aumentata la massa o la rigidezza degli elementi convergenti nel nodo, a fronte di tempi di interventi minimi, di nessun impatto estetico e per la cui realizzazione non c'è necessità di interrompere l'utilizzo dell'edificio in fase di installazione.

POWERED BY

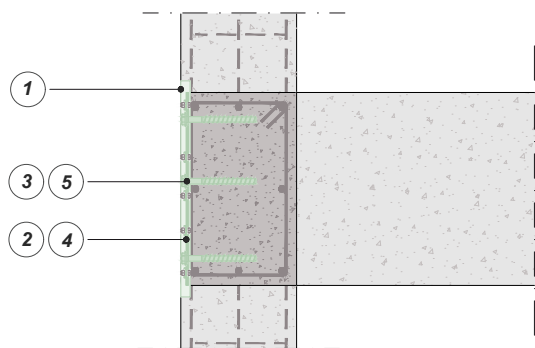
kerakoll



PROSPETTO  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE SISTEMA STEEL COMBO



PIANTA  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE SISTEMA STEEL COMBO



SEZIONE A-A'  
RINFORZO DEL NODO TRAVE PILASTRO A 3 VIE (DI FACCIATA)  
MEDIANTE SISTEMA STEEL COMBO

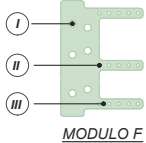
0 m 0.25 m 0.5 m

COMPONENTI DEL SISTEMA DI RINFORZO E DISPOSIZIONE DEI CONNETTORI

È possibile rinforzare il nodo di facciata mediante il modulo F disponibile in differenti altezze e spessori. In caso di pilastri con larghezza maggiore o uguale a 40 cm è necessario adottare le prolunghe P. Il collegamento tra moduli e prolunghe deve essere effettuato mediante l'inserimento di 2 bulloni M8 cl. 8.8 nei fori (II) in corrispondenza di ciascuna flangia (III). Per ridurre la lunghezza libera delle flange dei moduli con H pari a 200 mm e 300 mm per pilastri di larghezza maggiore di 50 cm si prevede di adottare le prolunghe verticali PV per il collegamento verticale.

Dimensioni dei moduli F

H	n. flange	n. bulloni	n. connettori	sp[mm]
200	2	4	2	5/8
300	3	6	3	5/8
500	5	10	3	5/8
700	7	14	3	5/8



MODULO F

PROLUNGHE P



PROLUNGHE VERTICALI PV

DISTANZIALE D

Prolunghe orizzontali	L[mm]	n.bulloni
I	375	2+2

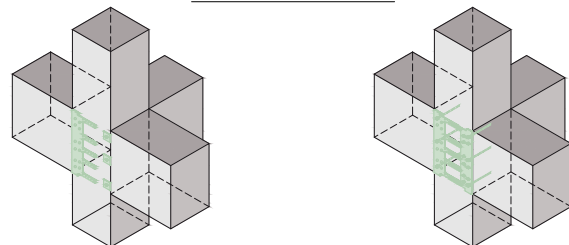
Prolunghe verticali	L[mm]	n.bulloni
I	125	2
II	160	2

Distanziale	L[mm]	sp[mm]
I	60	5
II	60	8

TIPOLOGIE DI ASSEMBLAGGIO

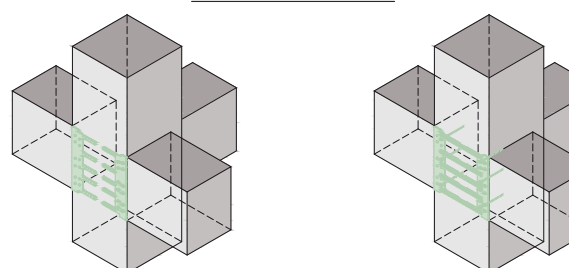
Il sistema di rinforzo del nodo può essere facilmente assemblato a piè d'opera mediante l'unione dei moduli F a seconda delle tipologie di seguito riportate. Per nodi con dimensioni in pianta del pilastro minori di 40 cm il sistema si ottiene dall'assemblaggio dei moduli F in sovrapposizione. In corrispondenza dei connettori è necessario posizionare i relativi distanziali D in fase di posa in opera. Il collegamento tra moduli è effettuato mediante l'inserimento di 2 bulloni M8 cl. 8.8 (II) in corrispondenza di ciascuna flangia (III).

ORDINE DI ASSEMBLAGGIO



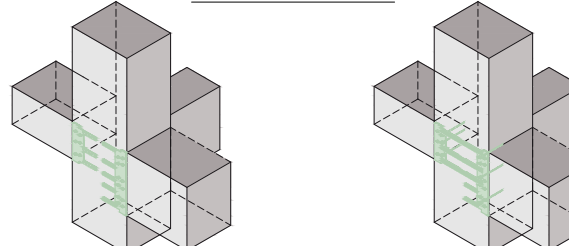
Per nodi con dimensioni in pianta del pilastro maggiori o uguali a 40 cm il sistema si ottiene dall'assemblaggio dei moduli F e delle prolunghe P. Il collegamento tra moduli e prolunghe è effettuato mediante l'inserimento di 2 bulloni M8 cl. 8.8 (II) in corrispondenza di ciascuna flangia (III). Nel caso in cui la larghezza del nodo non sia modulare al passo dei fori delle flange, è necessario centrare la composizione del sistema rispetto al pannello nodale.

ORDINE DI ASSEMBLAGGIO



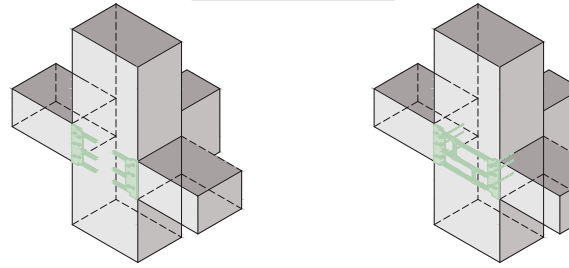
Per nodi con travi asimmetriche il sistema si ottiene mediante l'assemblaggio dei moduli F di differenti altezze ciascuno pari all'altezza pertinente alla rispettiva trave.

ORDINE DI ASSEMBLAGGIO

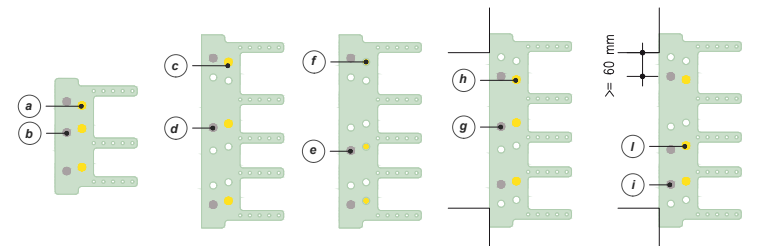


Per i moduli con H pari a 200 o 300 mm, nel caso di pilastri con larghezza maggiore di 50 cm, è necessario applicare anche le prolunghe verticali PV.

ORDINE DI ASSEMBLAGGIO



I connettori MMS-PLUS SS 16x130 sono installati negli appositi alloggi (I) e fissati attraverso l'uso di opportuno avvitatore ad impulsi. Per i moduli con H pari a 200 mm e 300 mm, nel caso di nodi con travi convergenti di altezze pari o maggiore a quelle del modulo impiegato è possibile scegliere se utilizzare la configurazione a) o b). Nel caso di travi con altezze minori utilizzare la configurazione a). Per i moduli con H pari a 500 mm e 700 mm, nel caso di nodi con travi convergenti di altezze pari o maggiore a quelle del modulo impiegato è possibile disporre i connettori secondo le configurazioni c), d), e), f). Nel caso di travi con altezze minori utilizzare la configurazione g), h), i), j). È preferibile incrementare la distanza tra i connettori.



IRRUVIMENTO DEL SUBSTRATO IN CALCESTRUZZO (ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm) MEDIANTE SCARIFICA MECCANICA O IDRODEMOLIZIONE RIMUOVENDO IL COPRIFERRO. ASPORTAZIONE IN PROFONDITÀ DELL'EVENTUALE CALCESTRUZZO AMMALORATO FINO AL RAGGIUNGIMENTO DELLO STRATO DI CALCESTRUZZO CON CARATTERISTICHE DI BUONA SOLIDITÀ, OMOGENEITÀ E COMUNQUE NON CARBONATATO.

RIMOZIONE DELLA RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA MEDIANTE SPAZZOLATURA (MANUALE O MECCANICA) O SABBATURA. PULIZIA DEL SUBSTRATO PER ELIMINARE QUALSIASI RESIDUO DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI, CON ARIA COMPRESSA O IDROPULTRICE

ASSEMBLAGGIO DEI MODULI **STEEL COMBO** SEGUENDO LE INDICAZIONI CONTENUTE NELL'ESPLOSO APPLICATIVO OPPORTUNO PRESENTE NELLA BROCHURE DEDICATA E NEL MANUALE DI INSTALLAZIONE

Il sistema di rinforzo è un sistema modulare composto da più elementi componibili che permettono di coprire diverse geometrie di pannelli di nodo. I diversi componenti hanno dimensioni standard, pertanto, qualora la geometria del nodo non sia corrispondente a queste ultime, è necessario posizionare i moduli in modo da centrare il sistema sia in altezza sia in larghezza rispetto al pannello di nodo.

INDIVIDUAZIONE DELLA POSIZIONE DEI FORI TENENDO IN POSIZIONE IL SISTEMA SUL PANNELLO DI NODO

Posizionare i fori internamente alle barre longitudinali del pilastro mantenendosi più vicini possibili alle stesse. Il modulo F possiede più alloggi per i connettori per adattarsi alle diverse possibili configurazioni delle armature. In base all'altezza del modulo di rinforzo è necessario inserire un numero stabilito di connettori.

BAGNATURA A RIFIUTO FINO AD OTTENERE UN SUBSTRATO SATURO MA PRIVO DI ACQUA IN SUPERFICIE. REALIZZAZIONE DEI PREFORI DI DIAMETRO 14 mm E LUNGHEZZA 160 mm MEDIANTE ROTOPERCUSSIONE. REALIZZAZIONE DI UNO STRATO DI ALLETTAMENTO MEDIANTE GEOMALTA MINERALE CERTIFICATA **GEOLITE 40** O **GEOLITE** E SUCCESSIVO POSIZIONAMENTO DEL SISTEMA DI RINFORZO. LO SPESSORE DELLO STRATO DI MALTA TRA IL SUPPORTO E IL SISTEMA DEVE ESSERE  $\leq 8$  mm E DEVE GARANTIRE IL RIEMPIMENTO DI TUTTE LE CAVITÀ E L'INGLOBAMENTO DEI FERRI D'ARMATURA

SEGUENDO LE INDICAZIONI DEGLI OPPORTUNI ESPLOSI APPLICATIVI PRESENTI NELLA BROCHURE DEDICATA E NEL MANUALE DI INSTALLAZIONE, POSIZIONAMENTO DEGLI ELEMENTI D (IN SPESSORE PARI A QUELLO DEI MODULI COLLEGATI) SOTTO L'OPPORTUNO MODULO F IN CORRISPONDENZA DEI CONNETTORI MMS-PLUS SS 16x130, PRIMA DELL'INSTALLAZIONE SUL NODO. POSIZIONAMENTO DELL'INSIEME DEI MODULI SULLA MATRICE ANCORA FRESCA, GARANTENDONE IL PERFETTO INGLOBAMENTO NELLO STRATO DI GEOMALTA, AVENDO CURA CHE FUORIESCA E RIEMPIA I FORI. INSTALLAZIONE DEI CONNETTORI MMS-PLUS SS 16x130 MEDIANTE AVVITATORE A IMPULSI. AL TERMINE DELL'INSTALLAZIONE NON EFFETTUARE ULTERIORI ROTAZIONI DEI CONNETTORI: LA TESTA DI CIASCUN DI ESSI DEVE ESSERE A CONTATTO CON LA PIASTRA E NON DANNEGGIATA

RIPRISTINO DEL COPRIFERRO CON GEOMALTA MINERALE CERTIFICATA **GEOLITE 40** O **GEOLITE** ASSICURANDO UNO SPESSORE MINIMO DI RICOPRIMENTO DI ALMENO 10 mm

QUADRO NORMATIVO

Il progetto dei nodi è essenziale, indipendentemente dal comportamento strutturale prescelto, perché la sollecitazione da taglio all'interno del pannello nodale (la zona di intersezione tra travi e pilastri) è decisamente più elevata dell'analoga sollecitazione nei pilastri. [...] Infatti gli sforzi di taglio all'interno del pannello nodale non possono essere determinati direttamente dal modello di calcolo ma richiedono specifiche analisi per determinare la trasmissione degli sforzi all'interno della zona diffusiva. È pertanto indispensabile, se si vogliono evitare rotture da taglio del nodo, ricorrere a criteri di progettazione in capacità, in questo caso non legata al conseguimento di un comportamento duttile, ma indispensabile per il progetto della resistenza del pannello nodale che deve garantire il trasferimento delle sollecitazioni tra gli elementi in esso convergenti. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018 §C7.4.4.3) La verifica di resistenza deve essere eseguita solo per i nodi non interamente confinati come definiti al § 7.4.4.3 delle NTC. Deve essere verificata sia la resistenza a trazione diagonale che quella a compressione diagonale. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018 §C8.7.2.3.5) La distribuzione del carico dipende dall'efficacia degli elementi di ancoraggio a resistere ai carichi di taglio, che è ad esempio influenzata dal gioco del foro e dalla distanza dal bordo. (EN 1992-4:2018 Eurocode 2 - Design of Concrete Structures - Part 4: Design of fastenings for use in concrete)