



LA RIVOLUZIONE NEI FERRI DI RIPRESA POST-INSTALLATI

Hilti HIT-RE 500 V4, HIT-HY 200-R V3
e linee guida europee TR 069: prestazioni
imbattibili e una gamma di nuove applicazioni

The image shows a man in a blue striped shirt looking at a computer monitor. The monitor displays the Hilti PROFIS Rebar software interface. The interface includes a menu bar with options like 'Menu', 'Base material', 'Loads', 'Reinforcement post-installed', and 'Calculation'. Below the menu, there are input fields for rebar standard (ASTM A615 GR 40), diameter (d_b , #7), and rebar yield strength (f_y , 40030 psi). There are also dropdown menus for rebar type (coated or uncoated) and reinforcement location factor (Ψ_y , 1.0). A table shows values for $s_{b,PI}$, $c_{b,PI}$, and w_c , all set to 20 in. The main area of the screen features a technical diagram of a post-installed rebar in a concrete column, with labels for $C_{b,PI}$, h , l_d , $d_{b,PI}$, and w_c . A cross-section A-A is also shown. Below the diagram, there is a legend defining the symbols: $C_{b,PI}$ = edge distance for post-installed bars; l_d = development length of the post-installed bar in the special moment frame; w_c = width of column. On the left side of the screen, there are product images for HIT-RE 500 V3 + Rebar and HIT-HY 200-R + Rebar. On the right side, there is a 'Results' section with fields for Design method (ACI 318-11), Technical data, Development length, and Drilling length. At the bottom of the screen, there are links for 'End User Undertaking' and 'Basic instructions'.

AMBITI LIMITATI. SINORA.

Fino a oggi, l'Eurocodice 2 limitava il campo di applicazione dei ferri di ripresa post-installati



LA RIVOLUZIONE

Negli ultimi anni, le connessioni con ferri di ripresa post-installati sono diventate una consolidata soluzione di impiego quotidiano: trovano spazio infatti sia nei lavori su strutture già esistenti, sia in nuove costruzioni, in un'ampia gamma di configurazioni, come connessioni tra soletta e parete, l'ancoraggio di pianerottoli per scale, la connessione di solette a sbalzo o l'ancoraggio di colonne a fondazioni esistenti.

Quando si tratta di rinforzare strutture in calcestruzzo già esistenti, per migliorarne le prestazioni, i ferri post-installati consentono di ampliare le solette a sbalzo e connettere nuovi elementi strutturali in calcestruzzo.

Fino a oggi, la progettazione di ferri post-installati si basava sul Rapporto tecnico 023, poi sostituito dall'EAD 330087. In entrambi questi documenti tuttavia mancavano supporti normativi per la pianificazione o la progettazione.

Dopo diversi anni di intensa ricerca e sperimentazione, è stato quindi pubblicato il rapporto TR 069, che amplia le opzioni di impiego dei ferri post-installati. Hilti è ora in grado di offrire un sistema rivoluzionario per connessioni in calcestruzzo, che comprende:

- un nuovissimo metodo di calcolo, il TR 069, pubblicato da EOTA;
- nuovi prodotti: gli ancoranti chimici HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3, convalidate da certificazioni ETA;
- un software di calcolo: PROFIS Rebar, che consente un'agevole progettazione e la predisposizione dei documenti necessari.

Prima di parlare più in dettaglio del futuro dei ferri post-installati, partiamo da una panoramica della situazione attuale.

► RICHIEDI SUPPORTO O PARLA CON UN INGEGNERE HILTI

«Il nuovo TR 069 comprende la progettazione di connessioni di elementi in calcestruzzo armato, che finora erano possibili solo con sovrapposizione dei ferri».

LO STATUS QUO

Connessioni con ferri di ripresa post-installati

È possibile progettare connessioni con ferri di ripresa post-installati impiegando prodotti certificati secondo EAD 330087 e TR 023, seguendo le disposizioni della norma europea vigente per il calcestruzzo armato (Eurocodice 2). Il processo di valutazione mira a verificare l'equivalenza di comportamento in termini di trasferimento del carico tra ferri posati in opera e post-installati..

È possibile dimensionare ferri post-installati conformemente all'Eurocodice 2 solo le applicazioni che prevedono ferri dritti. Tipicamente, le connessioni rigide in calcestruzzo armato devono essere progettate ed eseguite mediante sovrapposizione dei ferri. Tuttavia, ciò non è fattibile nei molti casi in cui non è possibile prevedere anticipatamente tale intervento.



NUOVI ORIZZONTI

Verso una gamma più ampia di utilizzo

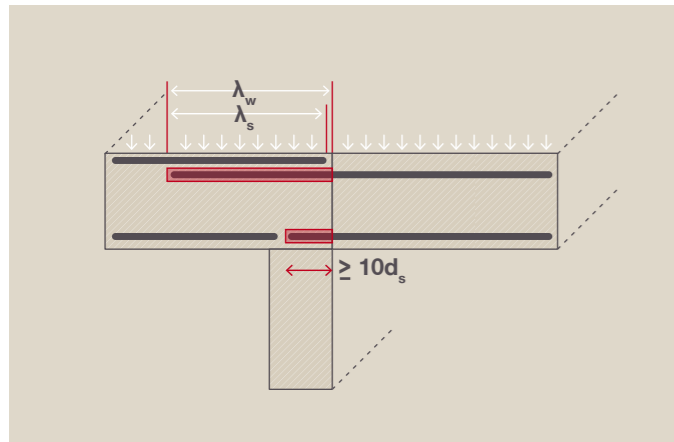


CONNESSIONI RIGIDE

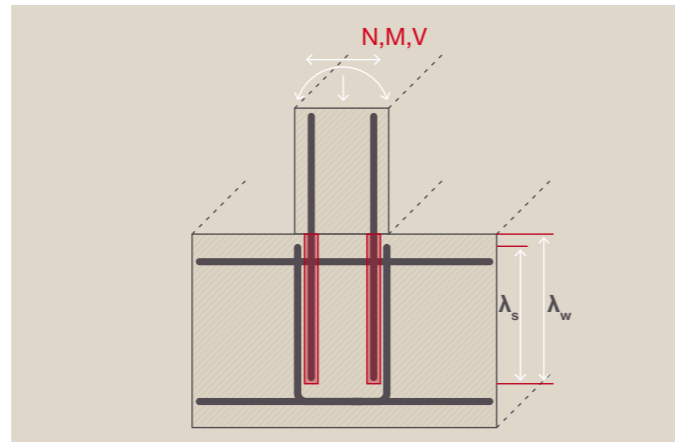
Finora solo con sovrapposizione dei ferri

Finora, le connessioni con ferri post-installati potevano essere eseguite in base a EAD 330087 solo con ferri dritti, consentiti ai sensi della norma EN 1992-1-1. Ciò significa che le connessioni con trasferimento di momento devono essere eseguite con sovrapposizione.

Esecuzione di una connessione rigida (con trasferimento di momento) con ferri post-installati mediante sovrapposizione, come previsto da EAD 330087:



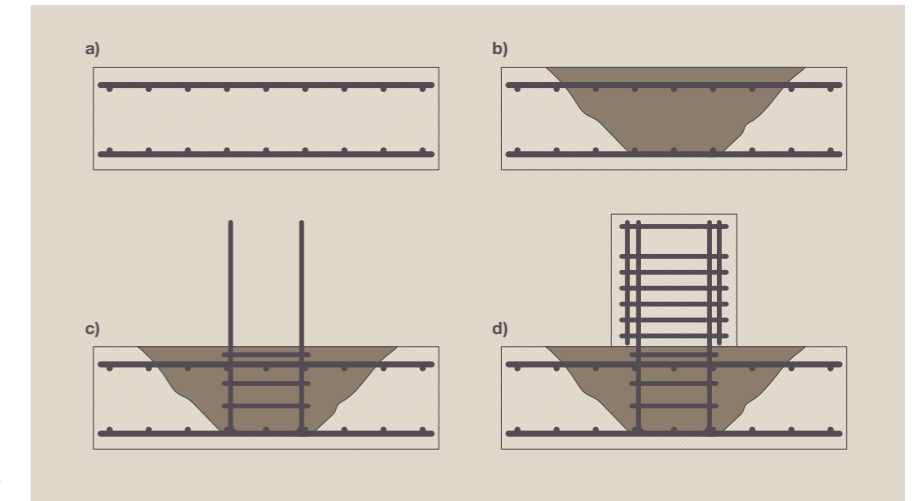
Estensione di soletta (rappresentazione schematica)



Connessione di pilastro o parete a fondazione (rappresentazione schematica)

L'obbligo di realizzare connessioni con trasferimento di momento con ferri di ripresa mediante sovrapposizione dei ferri ha conseguenze rilevanti sull'avanzamento dei lavori, sull'economia del progetto e la sicurezza degli addetti ai lavori:

- La giunzione con sovrapposizione (sovrapposizione pianificata di un ferro gettato in opera con uno post-installato) nelle nuove costruzioni deve essere pianificata e realizzata in loco, ma ciò non è sempre possibile.
- Poiché la colata di calcestruzzo avviene per fasi successive, i ferri possono rimanere esposti, con conseguenti problemi logistici, rischio di danneggiamento dei ferri di sicurezza degli addetti.
- La capacità di carico di una giunzione a sovrapposizione composta da due ferri con caratteristiche diverse è determinata dalla capacità del più debole tra i due, ovvero quello gettato in opera. Per questo spesso non è possibile sfruttare a pieno le caratteristiche della resina impiegata. Ciò porta a optare per lunghezze di sovrapposizione che risultano dispendiose.
- Nelle ristrutturazioni, per eseguire una giunzione con sovrapposizione è necessario procedere a una demolizione parziale per esporre il ferro esistente, saldare su di esso il nuovo ferro, quindi ricoprire nuovamente la connessione con calcestruzzo: un'operazione molto lunga e costosa.



Rappresentazione schematica di una connessione con ferri di armatura e demolizione parziale

UNA TAPPA FONDAMENTALE

Nuovo metodo di calcolo di connessioni con ferri di ripresa post-installati



IL NUOVO CRITERIO PROGETTUALE

Il Rapporto tecnico TR 069 riguarda il dimensionamento di connessioni in calcestruzzo armato post-installate con trasferimento di momento

Il nuovo Rapporto tecnico TR 069, pubblicato nel 2019 con il titolo "Design method for anchorages of post-installed reinforcing bars (rebar) with improved bond-splitting behavior as compared to en 1992-1-1" consente di progettare connessioni in calcestruzzo armato con trasferimento di momento mediante l'uso di ferri post-installati senza l'uso della configurazione a sovrapposizione. Per fare ciò si ricorre a ferri di armatura post-installati

certificati secondo la EAD 332402-00-0601 "Post-installed Reinforcing Bar (Rebar) Connections with improved bond-splitting behavior under static loading". Questo documento espone i metodi e i criteri per valutare il reale comportamento di resistenza di adesione di ferri post-installati, che – a seconda delle caratteristiche dei prodotti – può essere significativamente migliore rispetto ai ferri in opera, come definito nell'Eurocodice 2.

HIT-RE 500 V4 E HIT-HY 200-R V3: CERTIFICATE SECONDO EAD 332402-00-0601

Vantaggi significativi nella progettazione

Gli ancoranti chimici Hilti HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3 sono certificati secondo EAD 332402-00-0601 e quindi possono essere dimensionate e impiegate secondo il TR 069. Ciò offre i seguenti vantaggi:

- una gamma di applicazioni ben più ampia per connessioni con ferri di ripresa post-installati;
- flessibilità di progettazione delle connessioni in calcestruzzo armato con trasferimento di momento;
- minori interruzioni del processo di costruzione per demolizioni parziali;
- minori rischi per la salute e la sicurezza dovuti alla presenza di ferri in opera che sporgono dalle gettate;
- utilizzo a pieno del potenziale di prestazioni della resina a iniezione, ottimizzando così la soluzione progettuale;
- connessioni con ferri di ripresa post-installati di gran lunga più durature e sicure, per l'intero ciclo di vita stimato: 100 anni per infrastrutture, 50 anni per edifici;
- pianificazione, dimensionamento e documentazione del processo di calcolo dei ferri post-installati con il software Hilti PROFIS Rebar.

TR 069

Tipo di connessione	Rigida con sovrapposizione			Rigida o flessibile senza sovrapposizione				
Elemento	1 	2 	3 	4 	5 	6 	7 	8
Metodo di progettazione	EC2			TR 069 / EC2				

Applicazioni di connessioni con ferri di ripresa oggetto delle EAD 33087 n. 1-3 (EN 1992-1-1) e EAD 334202 n. 4-8 (TR 069)

SEMPLICITÀ NELLA PROGETTAZIONE

Il TR 069 unisce norme e linee guida delle costruzioni in calcestruzzo



CALCOLO SECONDO I REQUISITI DELLE NORMATIVE

Nel TR 069, l'attestazione relativa ai metodi di ancoraggio si combina a quella della progettazione delle strutture in calcestruzzo armato

Il nuovo TR 069 unisce i principi progettuali per il calcestruzzo armato (EN 1992-1-1) a quelli per l'ancoraggio (EN 1992-4). La progettazione secondo TR 069 è possibile solo se i sistemi di ancoraggio chimico sono classificati secondo EAD 332402. La sola certificazione secondo EAD 330087 non è sufficiente. Il TR 069 illustra in dettaglio le singole modalità di cedimento delle connessioni, ovvero:

- cedimento dell'acciaio dei ferri di armatura;
- rottura conica del calcestruzzo;
- rottura per sfilamento;

La progettazione si basa sul principio della gerarchia delle resistenze, ovvero la resistenza decisiva è quella minima tra le diverse modalità di cedimento. È necessario verificare le caratteristiche di resistenza a cedimento dell'acciaio, a rottura conica e sfilamento. Inoltre, è necessario rispettare i requisiti della norma EN 1992-1-1 relativamente alla lunghezza minima di ancoraggio. Il TR 069 si inserisce quindi nel seguente quadro:

- Fornisce indicazioni per la lunghezza di ancoraggio di ferri post-installati. Il trasferimento del carico tra l'elemento in calcestruzzo nuovo e quello esistente deve essere verificato secondo EC2 (ovvero trasferimento del taglio all'interfaccia dei due elementi).

- Tratta le connessioni con ferri di armatura post-installati su calcestruzzo armato e non armato di classe da C20/25 a C50/60.
- Verifica il comportamento a sfilamento al variare del copriferro. La resistenza a sfilamento e i relativi parametri sono riportati all'interno della ETA del prodotto.
- Adozione del concetto dei fattori di sicurezza come da EC2-1 (per lo snervamento dell'acciaio) ed EC2-4 (per la rottura conica del calcestruzzo e sfilamento).



ANCORANTI CHIMICI DALLE PRESTAZIONI IMBATTIBILI

Resine HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3
per ferri di armatura post-installati

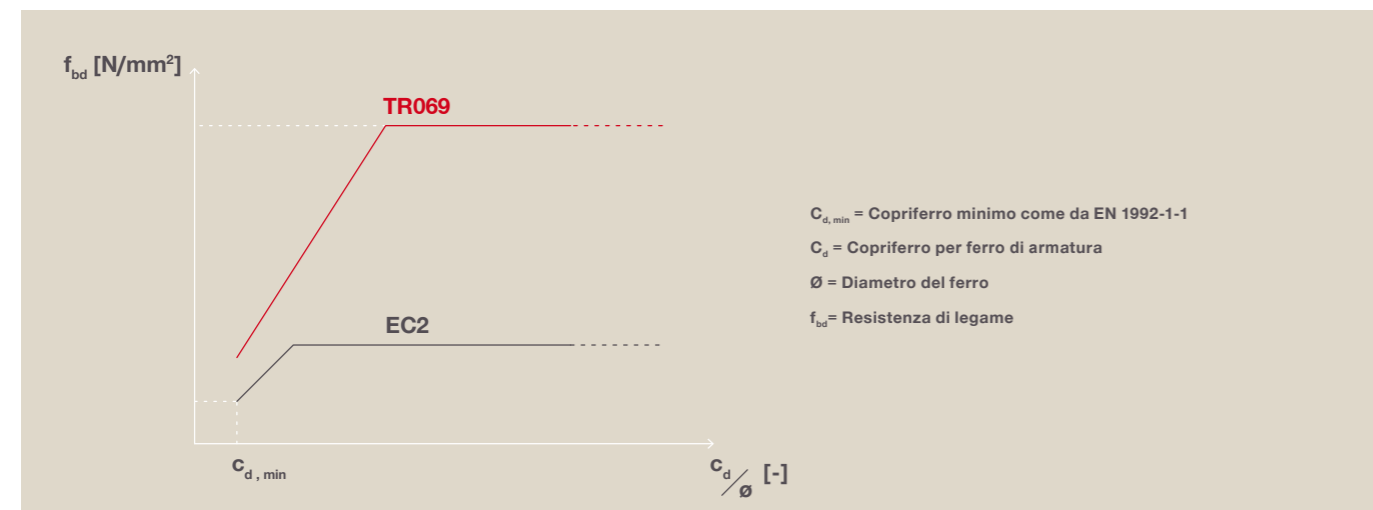


UNA COMBINAZIONE PERFETTA

Calcolo ottimizzato attraverso una migliore resistenza di adesione

Eligehausen, Kreller e Langer (1989) hanno condotto numerose prove per determinare l'influenza del copriferro sui ferri di armatura in opera. A uno spessore sottile del copriferro corrisponde una resistenza di adesione relativamente bassa, che aumenta quando si incrementa lo spessore del calcestruzzo. Il cedimento del ferro post-installato in presenza di copriferro sottile avviene per perdita di adesione, mentre quando questo è più spesso il cedimento è dovuto a sfilamento.

Nel grafico seguente sono riportate le curve della resistenza di adesione di ferri gettati in opera (EC2) e post-installati con le resine HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3 (TR069) con copriferro di diversi spessori. Dalle prove si evidenzia che le suddette resine migliorano significativamente la resistenza di adesione rispetto a ferri gettati in opera in identiche condizioni. Il comportamento di questo prodotto trova impiego nel calcolo della capacità di adesione in conformità a TR 069 e consente di sfruttare queste caratteristiche in connessioni post-installate. Ciò consente di ottimizzare la progettazione del sistema di connessione.



Resistenza di adesione in rapporto allo spessore del copriferro/diametro di ferri post-installati per determinate lunghezze di installazione e resistenza del calcestruzzo, in base al modello di frattura di cui all'Eurocodice 2 e al TR 069.

Condizioni di utilizzo degli ancoranti chimici Hilti HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3 per connessioni con ferri post-installati

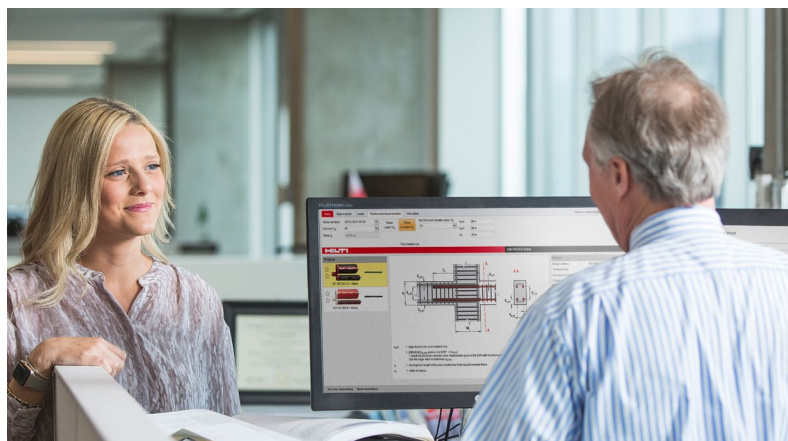
Condizioni di utilizzo	HIT-HY 200-R V3	HIT-RE 500 V3
Tipo di connessione	Ancoraggio, ferri di ripresa	Ancoraggio, ferri di ripresa
Norma/codice/rapporto	DIN EN 1992-1-1 / TR 069	DIN EN 1992-1-1
Diametro barra di ancoraggio	8 mm – 32 mm	8 mm – 40 mm
Profondità massima di posa	≤ 1 m	≤ 3,2 m
Intervallo temperatura di esercizio	Da -10 °C a 40 °C	Da -5 °C a 40 °C
Tempo di lavorabilità	6 min – 3 h	10 min – 2 h
Tempo di indurimento	1 h – 20 h	4 h – 168 h
Foro asciutto e umido	Si	Si
Fori riempiti d'acqua e applicazioni immerse	No	Si
Foro eseguito a percussione	Si	Si
Foro con corona diamantata	Si (diametro del ferro 14 mm – 32 mm)	Si
Tecnologia Hilti SafeSet con irruviditore	Si	Si
Tecnologia Hilti SafeSet con punta cava e aspirazione Hilti	Si	Si

SICUREZZA NEL CALCOLO E NELL'ESECUZIONE

PROFIS Rebar: dimensionamento, calcolo e documentazione in un solo strumento

Il software gratuito di calcolo Hilti PROFIS Rebar permette il calcolo di ogni tipologia di connessione tra elementi in calcestruzzo armato con ferri post-installati: da quelle semplicemente appoggiate a quelle con trasferimento di momento. PROFIS Rebar offre flessibilità ed efficienza, sempre nel rispetto dei più recenti regolamenti e normative (TR 069, EC2). Il sistema genera inoltre un agevole report di calcolo per la documentazione del progetto. Per i casi con tipologie di carico non ancora regolamentate, il metodo di calcolo Hilti può essere valutato come parere tecnico e offre ulteriori soluzioni, ad esempio connessioni di cemento armato post-installato sotto carico di fatica.

► [SCARICA GRATUITAMENTE IL SOFTWARE PROFIS REBAR](#)



Voci di capitolato

Calcolo secondo TR 069 (senza sovrapposizione dei ferri)	Calcolo secondo EN 1992-1-1 (con sovrapposizione dei ferri)
Connessione con ferro di ripresa post-installato Hilti HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3 con B450C come da TR 069	Connessione con ferro di ripresa post-installato Hilti HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3 con B450C
Connessione con ferro di ripresa post-installato con resina a iniezione a lento indurimento HILTI HIT-RE 500 V4 (o equivalente) e ferro di armatura DIN 488-B500B	Connessione con ferro di ripresa post-installato con resina a iniezione a lento indurimento HILTI HIT-HY 200-R V3 (o equivalente) e ferro di armatura DIN 488-B500B
Diametro ferro di ripresa: ... mm	Diametro ferro di ripresa: ... mm
Profondità di ancoraggio nel calcestruzzo: ... mm	Profondità di ancoraggio nel calcestruzzo: ... mm
Lunghezza totale del ferro: ... mm	Lunghezza totale del ferro: ... mm
Quantità e posizionamento dei ferri in conformità alle indicazioni di progetto	Quantità e posizionamento dei ferri in conformità alle indicazioni di progetto
Installazione secondo ETA-20/0539 o ETA-19/0665 e EAD 332402-00-0601 per calcoli secondo TR 069 in calcestruzzo da C20/25 a C50/60	Installazione secondo ETA-20/0540 o ETA-19/060 e EAD 330087-00-0601 in calcestruzzo da C12/15 a C50/60
La valutazione secondo EAD 330499-01-0601 o EAD 330087-00-0601 o entrambe NON è sufficiente.	

SafeSet: sicurezza e affidabilità durante l'installazione

La capacità di carico delle connessioni con ferri post-installati è fortemente influenzata dal processo di installazione. La pulizia del foro è essenziale per evitare la formazione di bolle d'aria durante l'iniezione della resina, come l'inserimento del ferro per tutta la lunghezza di ancoraggio prevista, ed entro il tempo di indurimento della resina.

Il sistema SafeSet, compatibile con le resine a iniezione HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3, contribuisce a ridurre gli errori di installazione.

Si compone infatti di una punta da trapano cava (HDB) collegata a un aspiratore (ad es. Hilti VC 40-U o VC 20-U), così da eseguire in un solo passaggio sia la perforazione che la pulizia del foro. Le punte Hilti HDB utilizzano la stessa avanzata tecnologia di perforazione al carburo delle punte Hilti TE-CX e TE-YX. Il sistema Hilti SafeSet offre risultati

di pari qualità sia su calcestruzzo secco che umido ed elimina la fase dell'installazione che più incide sulla capacità di carico e sui tempi: la pulizia del foro prima dell'iniezione della resina.

In caso invece di perforazione con carotaggio, che prevede il successivo irruvidimento delle pareti del foro, Hilti SafeSet utilizza l'attrezzo TE-YRT, che crea una superficie ruvida in grado di migliorare l'interferenza meccanica tra resina e calcestruzzo. Ciò migliora significativamente i valori di resistenza di adesione, riducendo e semplificando le fasi di pulizia.

Hilti SafeSet limita gli errori di installazione, contribuendo alla realizzazione di un progetto conforme alle aspettative.

► [MAGGIORI INFORMAZIONI SU SAFESET™](#)



Hilti Italia
Piazza Indro Montanelli, 20
20099, Sesto San Giovanni, MI

Servizio Clienti
T 800 827 013 | Email: clienti@hilti.com
www.hilti.it