



LA (R)EVOLUZIONE NELLE COSTRUZIONI IN CEMENTO ARMATO

Hilti HIT-HY 200-R V3 e il TR 069 per
una più ampia gamma d'utilizzo dei
ferri di ripresa post-installati

The screenshot displays the Hilti PROFIS Repair software interface. At the top, there are tabs for 'Main', 'Material', 'Units', 'Reinforcement post-installed', and 'Calculations'. The 'Reinforcement post-installed' tab is active, showing input fields for 'Reinforcement location factor V_f ' (set to 1.0), 'Reinforcement location factor $V_{f,1}$ ' (set to 20 mm), 'Reinforcement location factor $V_{f,2}$ ' (set to 20 mm), and 'Reinforcement location factor $V_{f,3}$ ' (set to 20 mm). Below these fields, there is a section for 'Post installed bar' with a 'Hilti PROFIS Repair' button. The main area of the software shows a technical diagram of a post-installed bar in a concrete slab, with various dimensions labeled: l_d (development length), h (slab thickness), $s_{c,1}$ and $s_{c,2}$ (cover to reinforcement), $s_{c,3}$ (cover to reinforcement), w_c (width of column), and $s_{c,4}$ (cover to reinforcement). To the left of the diagram, there is a 'Products' section with images of Hilti HIT-HY 200-R + Rebar and Hilti TR 069 + Rebar. Below the diagram, there is a list of parameters and their definitions:

- $s_{c,1}$: edge distance to post-installed bars
- $s_{c,2}$: minimum $s_{c,1}$ given in the ESR* - if required
- $s_{c,3}$: Check the minimum concrete cover requirements given in the ESR with the rebar used. Use the larger value to determine $s_{c,3}$.
- l_d : development length of the post-installed bar in the special moment frame.
- w_c : width of column.

At the bottom left, there is a 'Results' section with a 'Design method' dropdown set to 'ACI 308R-08'. At the bottom of the software window, there is a footer with 'End User Undertaking' and 'Basic instructions'.

FINORA CON LIMITAZIONI

Fino ad ora, la EC 2 limita il campo di
utilizzo dei ferri di ripresa post-installati



LA (R)EVOLUZIONE

Negli ultimi decenni, i ferri di ripresa post-installati con malta di iniezione sono venuti affermandosi nella pratica edilizia quotidiana: li si utilizza sia per le nuove costruzioni, sia per gli interventi in strutture già esistenti. Ne sono esempi i collegamenti di nuovi pannelli a parete ai muri in calcestruzzo già esistenti, gli ancoraggi di piattaforme per scale, l'installazione di soffitti su pannelli a parete o gli ancoraggi di sostegni nelle fondamenta già presenti. Fino ad ora, il requisito fondamentale per questo tipo di collegamenti per la trasmissione di forze di trazione era costituito da una struttura con giunti di sovrapposizione.

Fino al 2018, la qualifica per i ferri di ripresa post-installati con malte di iniezione era fornita dal Rapporto Tecnico EOTA TR 023, poi sostituito dal documento di classificazione EOTA EAD 330087. Questi documenti, tuttavia, limitavano fortemente il campo d'utilizzo.

Dopo numerosi anni di intensa ricerca, l'EOTA ha sviluppato un nuovo metodo di dimensionamento (TR 069): per Hilti è stata l'occasione di sviluppare un nuovo prodotto, il sistema di iniezione Hilti HIT-HY 200-R V3 con ETA (Valutazione Tecnica Europea) per nuovi e più ampi campi di utilizzo. Il nuovo software (PROFIS Rebar) vi fornisce un supporto nel dimensionamento e nella creazione di tutti i documenti necessari.

«Il nuovo TR 069 consente il dimensionamento e l'esecuzione di collegamenti in cemento armato che prima sarebbero stati possibili solamente effettuando perforazioni a 90°»



LO STATUS QUO

Ferri di ripresa post-installati con sistema di iniezione HIT di Hilti

Negli interventi di riparazione o di rinforzo di strutture in cemento armato, ad esempio per l'allargamento di pannelli a sbalzo, il risanamento di bordi di pannelli o la chiusura di aperture nel soffitto si pianificano, dimensionano ed eseguono ferri di ripresa post-installati.



POSSIBILITÀ AMPLIATE

Verso una più vasta gamma di utilizzo

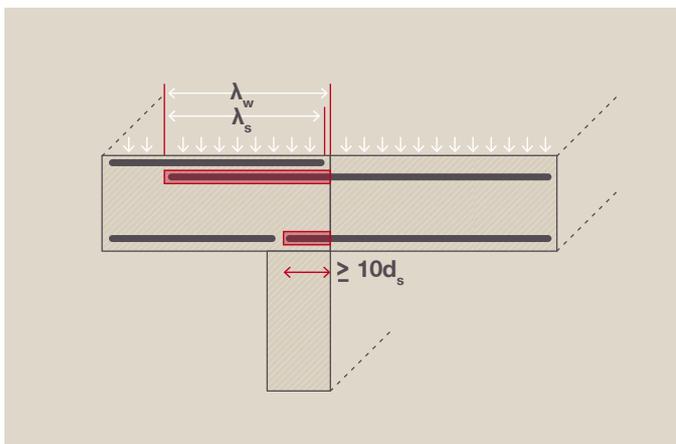


COLLEGAMENTI RESISTENTI ALLA FLESSIONE

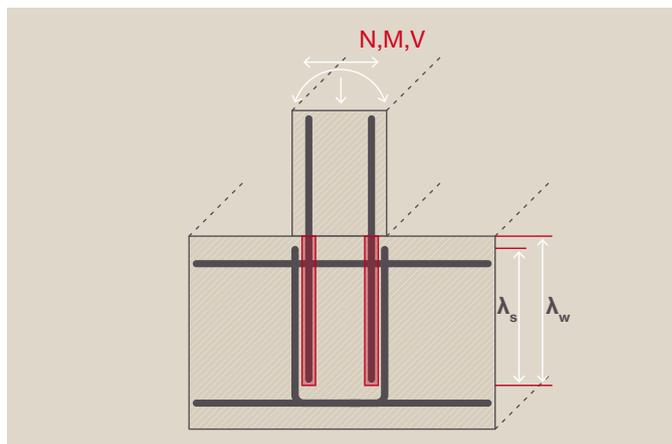
Finora solo con giunti di sovrapposizione

In base a EAD 330087, con i ferri di ripresa post-installati del sistema di iniezione HIT di Hilti finora è concesso eseguire soltanto collegamenti che, ai sensi di DIN EN 1992-1-1, sono ammessi con barre per cemento armato diritte e gettate in opera. Ciò significa che i ferri di ripresa per le connessioni momento-resistenti devono sempre essere eseguiti mediante giunto di sovrapposizione.

Necessaria esecuzione di un collegamento in cemento armato post-installato e momento-resistente tramite giunto di sovrapposizione ai sensi di EAD 330087:



Ferri di ripresa mediante giunto di sovrapposizione di pannelli e travi (rappresentazione schematica)

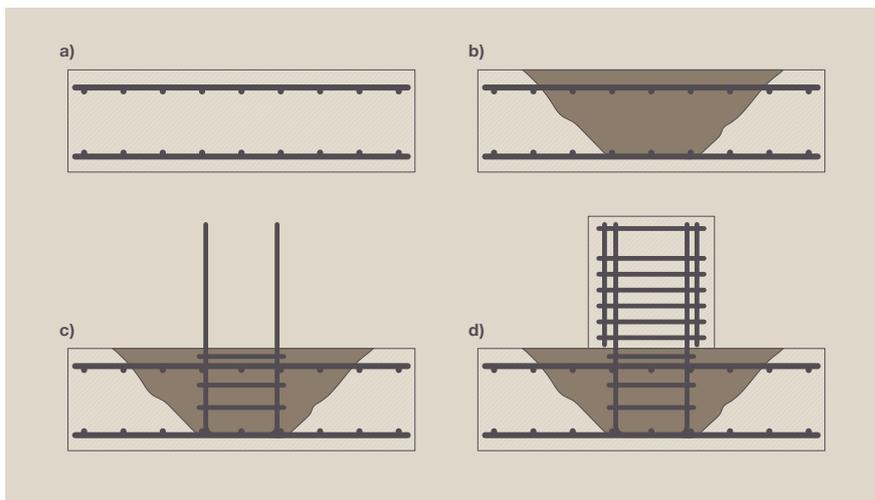


Collegamento a sostegno o parete tramite giunto di sovrapposizione con collegamento momento-resistente (rappresentazione schematica)



L'obbligo di realizzare una connessione in cemento armato momento-resistente mediante giunto di sovrapposizione può avere conseguenze di rilievo per la procedura dei lavori, per la loro economicità e per la protezione sul lavoro:

- Un giunto di sovrapposizione (sovrapposizione pianificata di un tondino gettato in opera con tondino di armatura installato a posteriori) deve essere preventivamente pianificato e realizzato esattamente nella posizione prevista. Spesso ciò non è possibile o non è desiderato.
- I tondini di armatura sporgenti in posizione perpendicolare a seguito delle diverse sezioni di getto possono ostacolare lo svolgimento dei lavori presso un cantiere. Si possono verificare danni ai tondini di armatura e anche gravi infortuni ai lavoratori presenti in cantiere.
- La capacità di carico del giunto di sovrapposizione, costituito da due barre con diverso comportamento di adesione, si fonda sulla capacità di carico del tondino più debole, ovvero quello gettato in opera. Per questo motivo generalmente non si riesce a sfruttare l'intero potenziale del sistema di malta di iniezione Hilti HIT. In alcuni casi, ciò comporta lunghezze di sovrapposizione poco economiche.
- Quando si costruisce in strutture già esistenti, di solito per un ferro di ripresa post-installato mediante giunto di sovrapposizione è necessario liberare l'armatura già esistente rimuovendo il calcestruzzo, applicare la nuova armatura tramite viti o saldatura e rivestire nuovamente di calcestruzzo la zona. Questi lavori sono molto impegnativi e richiedono molto tempo, costituendo così anche un significativo fattore di costo.



Rappresentazione schematica dell'integrazione di armatura tramite rottura parziale

UNA TAPPA FONDAMENTALE

Nuova base di dimensionamento per i collegamenti in cemento armato post-installati

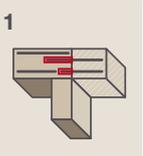
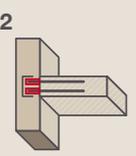
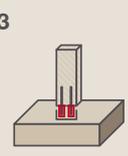
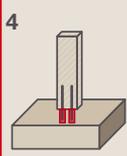
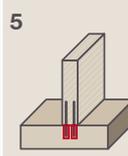
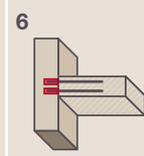
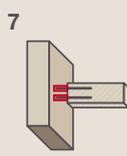
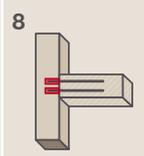
IL NUOVO STANDARD

Il Rapporto tecnico TR 069 per il dimensionamento di collegamenti in cemento armato post-installati e momento-resistenti

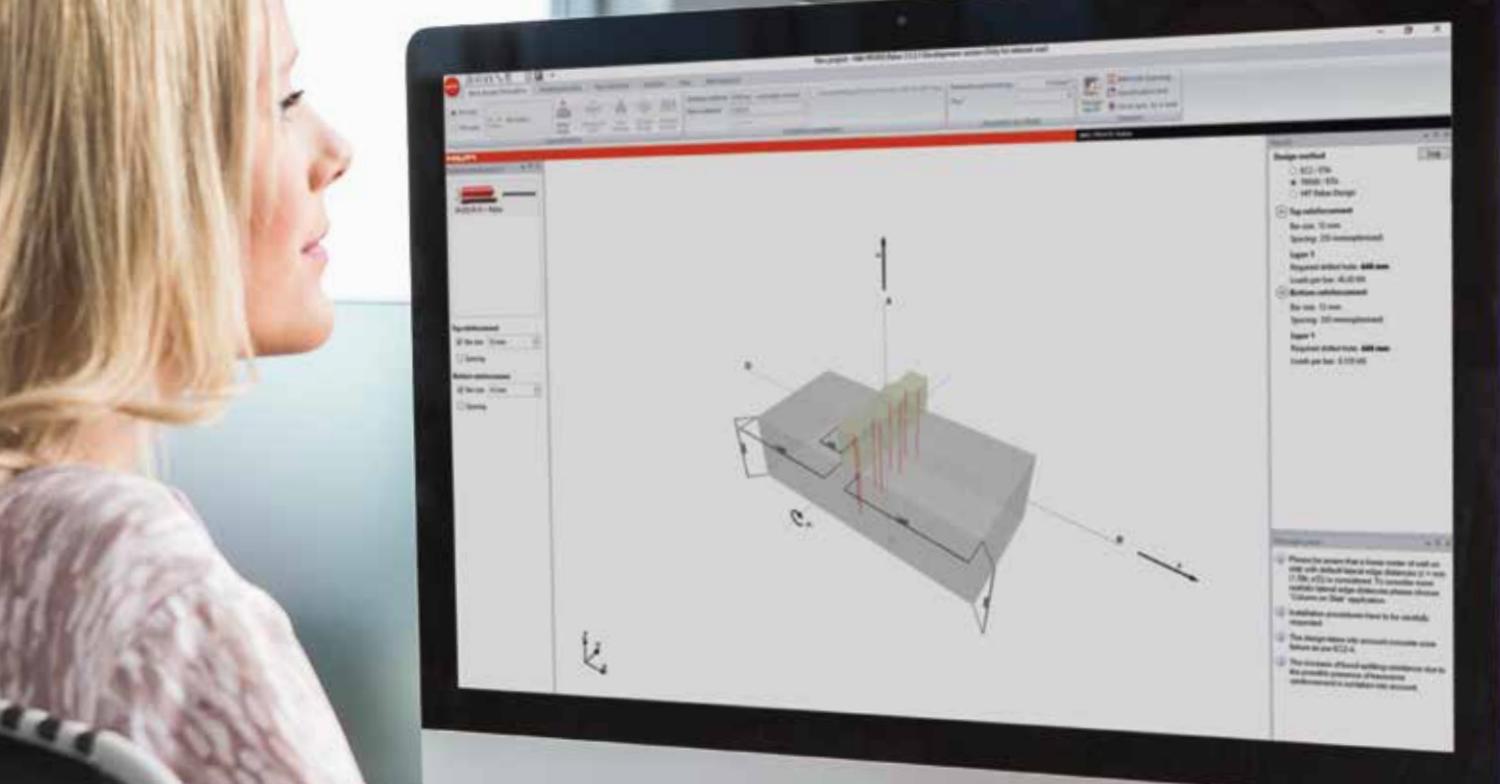
Il nuovo rapporto tecnico TR 069 in vigore dal 2019 «Design method for anchorages of post-installed reinforcing bars (rebars) with improved bond-splitting behaviour as compared to EN 1992-1-1» consente il dimensionamento di collegamenti in cemento armato post-installati e momento-resistenti (a livello europeo) che non necessitano di essere eseguiti con giunto di sovrapposizione.

Base per l'esecuzione di questi collegamenti sono sistemi a malta di iniezione dotati di una classificazione tecnica europea sulla base di EAD 332402-00-0601. Questa normativa contiene procedure e criteri per la valutazione del reale comportamento di adesione/splitting dei tondini di armatura post-installati, i quali (a seconda del sistema di malta di iniezione) possono essere nettamente più convenienti dei tondini di armatura gettati in opera.

TR 069

Tipo di collegamento	Collegamento articolato come ancoraggio finale o giunto di sovrapposizione			Collegamento resistente alla flessione come ancoraggio finale				
Elementi	1 	2 	3 	4 	5 	6 	7 	8 
Metodo di dimensionamento	EC2			TR 069 / EC2				

Campi d'applicazione dei collegamenti in cemento armato coperti da EAD 33087 num. da 1 a 3 (DIN EN 1992-1-1) ed EAD 332402 num. da 4 a 8 (TR 069).



HILTI HIT-HY 200-R V3: QUALIFICA IN BASE A 332402-00-0601

Vantaggi decisivi nella pianificazione

Il sistema di malta di iniezione Hilti HIT-HY 200-R V3 possiede la qualifica EAD 332402-00-0601 e può essere dimensionato e realizzato mediante TR 069. Offre ai progettisti i seguenti vantaggi:

- Campo d'applicazione decisamente maggiore per i ferri di ripresa post-installati
- Flessibilità nella pianificazione di collegamenti in cemento armato installati a posteriori, articolati o momento-resistenti
- Dimensionamento uniforme a livello europeo
- Alleggerimento del lavoro di pianificazione delle integrazioni nell'armatura grazie al venir meno della necessità di scoprire l'area da collegare
- Riduzione delle interruzioni del processo di lavoro e minimizzazione dei rischi di infortuni causati dai tondini di armatura verticali sporgenti
- Pieno sfruttamento delle potenzialità della malta di iniezione, con conseguente ottimizzazione e migliore economicità dei ferri di ripresa
- Ferri di ripresa post-installati durevoli e sicuri, con una durata d'utilizzo prevista di fino a 100 anni, ad esempio per gallerie e ponti
- Pianificazione, dimensionamento e documentazione dei ferri di ripresa post-installati con l'ausilio del software di dimensionamento PROFIS Rebar

CHIAREZZA

Il TR 069 unifica le norme e i regolamenti per le costruzioni in calcestruzzo



DIMENSIONAMENTO IN BASE AI REQUISITI PER IL CEMENTO ARMATO

Nel TR 069 la documentazione richiesta per i sistemi di ancoraggio si integra con quella per le costruzioni in cemento armato

Il nuovo TR 069 unifica le norme e i regolamenti per i sistemi di ancoraggio (DIN EN 1992-4) e per il dimensionamento e la realizzazione di strutture in cemento armato (DIN EN 1992-1-1). Come base per l'esecuzione di questi collegamenti sono necessari sistemi di iniezione dotati di una classificazione tecnica europea sulla base di EAD 332402-00-0601. Una classificazione sulla base di EAD 33087 non è sufficiente.

Il TR 069 descrive nei dettagli i meccanismi di cedimento degli ancoraggi e del calcestruzzo. Questi meccanismi sono:

- cedimento dell'acciaio
- rottura del calcestruzzo
- rottura dell'adesione/splitting

La resistenza in relazione alla lunghezza dell'ancoraggio è determinata sulla base della più piccola di tutte le resistenze possibili. Oltre all'attestazione della resistenza ai tipi di cedimento per snervamento dell'acciaio, rottura del calcestruzzo, distacco del tondino di armatura e splitting del calcestruzzo, deve essere rispettata la lunghezza di ancoraggio minima prevista da DIN EN 1992-1-1.

Altre caratteristiche del TR 069 sono:

- Il TR 069 si limita all'immediata attestazione della lunghezza di ancoraggio del tondino di armatura post-installato nell'elemento strutturale esistente. La trasmissione delle forze nell'elemento in calcestruzzo e nell'intera struttura deve essere attestata separatamente ai sensi di DIN EN 1992-1-1 (ad es. trasmissione dello sforzo tagliante nel giunto di collegamento e resistenza alla torsione e alla forza di taglio degli elementi da collegare).



- Questo rapporto tecnico comprende i ferri di ripresa post-installati in calcestruzzo armato e non armato con classe di resistenza da C20/25 a C50/60.
- Nel quadro della procedura di valutazione EAD 332402 viene verificato il comportamento di adesione di diversi copriferro. I risultanti valori di resistenza e parametri di incidenza sono riportati nell'ETA.
- Il sistema di sicurezza utilizzato nel TR 069 per le tipologie di cedimento dell'acciaio è identico a DIN EN 1992-1-1 e per le tipologie di rottura del calcestruzzo, rottura di adesione e splitting è identico a DIN EN 1992-4.



SU MISURA

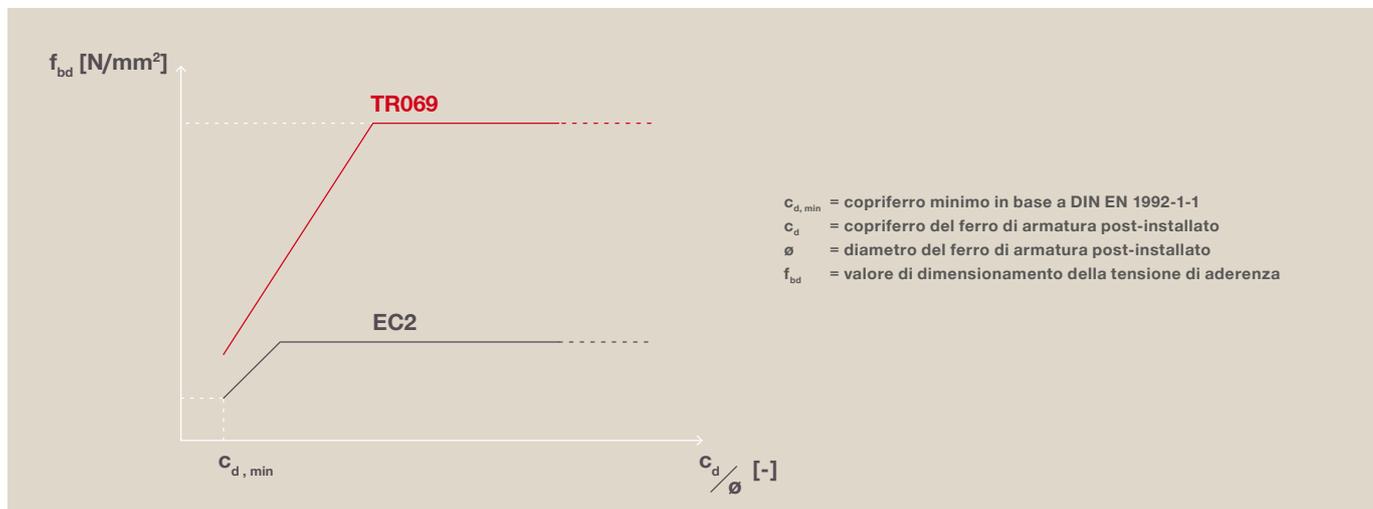
Malta di iniezione HIT-HY 200-R V3 per tondini di armatura post-installati

UNA COMBINAZIONE PERFETTA

Design ottimizzato grazie a un migliore comportamento di adesione

In relazione all'effetto del copriferro sul comportamento portante di tondini di armatura gettati in opera sono state eseguite numerose analisi da parte di Elgehausen/Kreller/Langer (1989). Sono stati analizzati tondini di armatura gettati in opera con diversi tipi copriferro: i tondini di armatura con copriferro piccolo evidenziano una resistenza di adesione decisamente inferiore e una maggiore propensione al cedimento rispetto ai tondini di armatura con copriferro grande. Ciò è da ricondursi allo splitting del copriferro dei campioni con copriferro piccolo. Il cedimento dei tondini di armatura con copriferro grande è invece causato dal loro distacco.

Di seguito sono riportati, da un punto di vista qualitativo, i valori di dimensionamento della tensione di adesione f_{bd} di tondini di armatura gettati in opera (in base a EC2) e post-installati con Hilti HIT-HY 200-R V3, sulla base di una nuova ETA ai sensi di EAD 332402-00-0601, con riferimento al tipo di copriferro presente. I risultati di HIT-HY 200-R V3 mostrano, rispetto ai tondini gettati in opera, un valore di dimensionamento della resistenza di adesione decisamente maggiore, nel bordo e sulla superficie. Questa importante caratteristica potrà essere utilizzata in futuro per il dimensionamento tramite il TR 069 e spesso consentirà di avere lunghezze di ancoraggio decisamente inferiori.



Valori di dimensionamento della tensione di adesione f_{bd} in base al copriferro per tondini di armatura gettati in opera (EC2) e post-installati con Hilti HIT-HY 200-R V3 (TR 069)



Condizioni di utilizzo del sistema di iniezione Hilti HIT-HY 200-R V3 per collegamenti in cemento armato post-installati

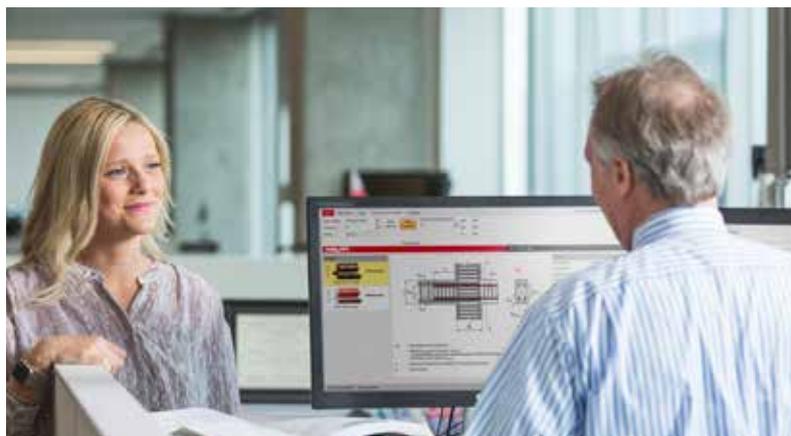
Condizioni di utilizzo	HIT-HY 200-R V3	HIT-RE 500 V3
Tipo di collegamento	Ancoraggio finale, giunto di sovrapposizione, collegamento resistente alla flessione	Ancoraggio finale, giunto di sovrapposizione
Attestazione	DIN EN 1992-1-1 / TR 069	DIN EN 1992-1-1
Diametro del tondino di armatura	8 mm – 32 mm	8 mm – 40 mm
Profondità di infissione massima	≤ 1 m	≤ 3,2 m
Temperatura del componente	da -10°C a 40°C	da -5°C a 40°C
Tempo di lavorazione	6 min – 3 h	10 min – 2 h
Tempo di indurimento	1 h – 20 h	4 h – 168 h
Foro asciutto e umido	sì	sì
Foro pieno d'acqua / utilizzo subacqueo	no	sì
Foro (a percussione)	sì	sì
Foro (con corona diamantata)	sì (14 mm – 32 mm)	sì
Tecnologia Hilti SafeSet™ in combinazione con l'attrezzo di irruvidimento di Hilti	sì	sì
Tecnologia Hilti SafeSet™ in combinazione con punta cava di Hilti HDB e aspiratore Hilti	sì	sì

SICUREZZA NEL DIMENSIONAMENTO E NELL'ESECUZIONE

PROFIS Rebar: progettare, dimensionare e documentare con un solo tool

Il software gratuito di Hilti PROFIS Rebar vi permette di progettare, dimensionare e documentare i ferri di armatura in forma di tondini post-installati per collegare strutture in cemento armato in modo flessibile, efficiente e nel rispetto di regole e norme aggiornate (TR 069, DIN EN 1992-1-1).

Per situazioni di carico o effetti che allo stato attuale non sono normati da alcun regolamento (ad es. il livello di sollecitazione), il software PROFIS Rebar offre la possibilità di utilizzare il metodo di calcolo Hilti.



Modelli per bandi di gara

Dimensionamento in base a EOTA TR 069 (senza giunto di sovrapposizione)	Dimensionamento in base a EN 1992-1-1 (come giunto di sovrapposizione)
Ferro di ripresa post-installato HILTI HIT-HY 200-R V3 con B500B ai sensi di TR 069	Ferro di ripresa post-installato HILTI HIT-HY 200-R V3 con B500B
Ferro di ripresa post-installato con malta di iniezione a indurimento rapido Hilti HIT-HY 200-R V3 o analoga e tondino in acciaio per calcestruzzo ai sensi di DIN 488-B500B	Ferro di ripresa post-installato con malta di iniezione a indurimento rapido Hilti HIT-HY 200-R V3 o analoga e tondino in acciaio per calcestruzzo ai sensi di DIN 488-B500B
Diametro del tondino: .. mm	Diametro del tondino: .. mm
Profondità di ancoraggio nel calcestruzzo: .. mm	Profondità di ancoraggio nel calcestruzzo: .. mm
Lunghezza complessiva tondino di armatura: .. mm	Lunghezza complessiva tondino di armatura: .. mm
Numero e disposizione dei tondini di acciaio sono riportati nel piano di esecuzione o nel certificato statico e devono essere rispettati .	Numero e disposizione dei tondini di acciaio sono riportati nel piano di esecuzione o nel certificato statico e devono essere rispettati .
Installazione e montaggio in base all'omologazione tecnica europea ETA-19/0665 ai sensi di EAD 332402-00-0601 per il dimensionamento secondo TR 069 in calcestruzzo da C20/25 a C50/60.	Installazione e montaggio in base all'omologazione tecnica europea ETA-19/0660 ai sensi di EAD 330087-00-0601 in calcestruzzo da C12/15 a C50/60 .
La sola valutazione come ancoraggio ai sensi di EAD 330499-01-0601 o giunto di sovrapposizione ai sensi di EAD 330087-00-0601 o entrambe NON è sufficiente.	

SafeSet™: sicurezza costante durante la fase di montaggio

Il comportamento portante dei tondini di armatura post-installati può essere fortemente condizionato dal montaggio. È particolarmente importante che la parete del foro sia debitamente pulita, che la malta da iniezione sia introdotta senza bolle d'aria e che il tondino di armatura sia applicato fino alla lunghezza di ancoraggio necessaria ed entro il tempo di lavoro consentito.

Per ridurre gli effetti dovuti al montaggio e garantire una sicurezza costante, il sistema di malta di iniezione HIT-HY 200-R V3 deve essere combinato con la tecnologia SafeSet™.

Qualora l'installazione dovesse essere effettuata con trapano a percussione, il sistema si compone anche della

punta cava Hilti (HDB) e dell'aspiratore Hilti VC 40-U o VC 20-U. In questo modo è garantita una pulizia automatica del foro. Qualora la connessione dovesse essere realizzata con carotatura a diamante, l'impiego dell'attrezzo di irruvidimento di Hilti garantisce una qualità di adesione costante. Il riempimento del foro senza bolle d'aria è richiesto dalle specifiche del prodotto ed è assicurato nel caso di utilizzo di tappo di ritenuta Hilti.

SafeSet™ è un metodo collaudato per il montaggio sicuro ed efficiente di ancoraggi e ferri di ripresa, che vi consente di attuare il dimensionamento sul cantiere secondo i piani: SafeSet™ riduce al minimo i tempi per i nuovi dimensionamenti e il rischio di danni strutturali.



Hilti (Svizzera) SA
Soodstrasse 61
8134 Adliswil / Zurigo
T 0844 84 84 85
www.hilti.ch