



# SCHEDE APPLICATIVE

Soluzioni tipologiche Hilti  
per applicazioni in galleria,  
ponti e viadotti



# GUIDA

## Guida alla lettura del manuale

- Intestazione**
- A **Categoria scheda** Riferimento alla fase di realizzazione
  - B **Oggetto scheda** Riferimento al tipo di applicazione
  - C **Codice scheda** Costituisce il "numero" della pagina: codice di riconoscimento scheda indicato da numero
- Info preliminari**
- D **Introduzione** Introduzione generica all'argomento con riferimento alle specifiche azioni
  - E **Specifiche** Specifiche e consigli utili sull'argomento in termini di normative e software
- Indicazioni progettuali**
- F. **Numero** Indica l'ordine di lettura della scheda
  - G. **Contenuto** Elementi sintetizzati per individuare velocemente l'ubicazione dell'applicazione
  - H. **Allegati** Riportato il numero di riferimento della formula visualizzabile nella scheda di appendice
  - I. **Risorse utili** Link ad articoli, download, portali, ecc.
- Navigabilità (digital)**
- L. **Indice** Link interattivo che rimanda alla pagina dell'indice del manuale
  - M. **Allegati** Link interattivi presenti nei contenuti della scheda che rimandano alla pagina in cui sono presenti gli allegati/formule

**B**

**SCHEDE APPLICATIVE**

Connessioni calcestruzzo-calcestruzzo

**A** Lining

**C** LIN-3A

**D** Le barre di armatura post-installate (PIR) sono inghisate con resina chimica in un foro praticato su un lato e gettate nel nuovo elemento sull'altro lato dell'interfaccia, con l'obiettivo di collegare due diversi elementi in calcestruzzo.

Fissaggio di merola per il sostegno di solette superiori e inferiori      Fissaggio piattaforme di arrivo

**E** **Progettazione / Normative di riferimento**

Si distinguono due diversi approcci progettuali:

- giunti con sovrapposizione tra armature post-installate ed esistenti (EN 1992-1-1);
- giunti momento-resistenti che non richiedono la sovrapposizione delle armature (EOTA Technical Report 069).

Armature post installate sovrapposte alle armature esistenti (*lap splice*)

Senza armature esistenti (*end anchorage*)

Negli interventi di PIR in galleria è raccomandato l'utilizzo dell'EOTA Technical Report 069 (TR 069) poiché la geometria del materiale base non prevede generalmente la presenza di armature di attesa in nodi sollecitati anche a momento flettente.

**E** **Software di progettazione**

Il software gratuito **HILTI PROFIS Engineering**, attraverso il modulo "Armatura post-installata", consente di calcolare le connessioni cls-cls secondo EC2 e TR 069 attraverso pochi semplici passaggi:

**F**

**G**

**1 Individuazione tipologici**

A Connessione merola per supporto soletta cuneo di aspirazione  
B Connessione merola per supporto soletta inferiore

**2 Progettazione statica TR 069**

A. Resistenza di progetto a snervamento dell'acciaio - EOTA TR 069, Sezione 4.2

$$N_{Rd,y} = N_{Rk,y} / \gamma_{Ms}$$

Allegato 3.1 esplicitazione termini equazione

B. Resistenza di progetto a rottura conica del calcestruzzo - EOTA TR 069, Sezione 4.3

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N}$$

Allegato 3.2 esplicitazione termini equazione

C. Resistenza di progetto ad aderenza-splitting - EOTA TR 069, sezione 4.4

$$N_{Rk,sp} = \tau_{Rk,sp} \cdot l_b \cdot \phi \cdot \pi$$

Allegato 3.3 esplicitazione termini equazione

**3 Valutazione della profondità di ancoraggio TR 069**

- Trovare per iterazione  $l_b$  che porta ad avere  $N_{Rk,c} \geq T_d$  (azione totale di trazione sul gruppo di armature di ripresa) - EOTA TR 069, Sezione 4.3

$$N_{Rk,c}^0 = k_{ucr,N} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot l_b^{1,5}$$

- Valutare la profondità di ancoraggio di progetto  $l_{bd} = \max(l_b; l_{min})$  - EOTA TR 069, Sezione 4.5

Tensione di aderenza	$f_{bd,pi}$	ETA resina
Lunghezza di ancoraggio base	$l_{b,rqd,fyd} = (\phi/4) \cdot (f_{yd}/f_{bd,pi})$	EC2 8.4.3
(fyd) Lunghezza minima di ancoraggio	$l_{min} = \max(0,3l_{b,rqd,fyd}; 100; 100 \text{ mm})$	EC2 8.7.3 (1) annex tedesco

**4 Voci di capitolato**

Calcolo secondo TR 069 (senza sovrapposizioni dei ferri)	Calcolo secondo EN 1992-1-1 (con sovrapposizioni 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 458-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 458-B500B
Di diametro ferro di ripresa: ... mm	Di 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-20/0530 e ETA-18/0665 e EAD 330/03-00-0601 per calcoli secondo TR 069 in calcestruzzo da C25/35 a C50/60	Installazione secondo ETA-20/0540 e ETA-18/0660 e EAD 330/07-00-0601 in calcestruzzo da C12/15 a C50/60
La valutazione secondo EAD 330/99-01-0601 o EAD 330/07-00-0601 è sufficiente.	

**F**

**G**

**L**

**5 Soluzioni raccomandate hilti**

Sistema Hilti	RE 500V4	HY 200 R V3
<b>Scelta del sistema</b>	 Alte prestazioni in condizioni estreme Quando è l'unica soluzione: - Presenza di acqua nel foro o installazioni sott'acqua. - Grandi profondità di inghisaggio e alte temperature. - Foro carotato senza irruvidimento. - Grandi diametri ( $\phi > 32 \text{ mm}$ ).	 Alte prestazioni per le applicazioni standard Quando è raccomandata: - Progettazione statica/sismica/ fuoco e fatica per applicazioni standard. - Alta produttività grazie al breve tempo di indurimento.
<b>Software di progettazione</b>	PROFIS Engineering	PROFIS Engineering
<b>Profondità di inghisaggio massima</b>	Fino a 3,2m	Fino a 2m
<b>Range diametri rebar</b>	Statico $\phi 8 - \phi 40$ Sismico $\phi 10 - \phi 40$	Statico $\phi 8 - \phi 40$ Sismico $\phi 10 - \phi 40$
<b>Certificazione ETA 100 anni</b>	Si	Si
<b>Tempo di lavorabilità @20°C</b>	30 minuti	9 minuti
<b>Tempo di indurimento @20°C</b>	7 ore	1 ora
<b>Range T materiale base</b>	$-5^\circ\text{C} \leq T \leq 40^\circ\text{C}$	$-5^\circ\text{C} \leq T \leq 40^\circ\text{C}$
<b>Installazione</b>	Foro in rotopercolazione: si Foro carotato: si Presenza di acqua nel foro: si Pulizia automatica Hilti SafeSet: si si Foro irruvidito Hilti SafeSet: si	Foro in rotopercolazione: si Foro carotato: con irruvidimento Presenza di acqua nel foro: no Pulizia automatica Hilti SafeSet: no si Foro irruvidito Hilti SafeSet: no

**6 Requisito di vita utile di 100 anni**

Per le strutture civili, l'UNI EN 1990 prevede un requisito di vita utile di 100 anni (Design Working Life Categoria 5) per le connessioni post-installate. Entrambe le resine HIT-RE 500 V4 e HY 200-R V3 sono certificate per una vita utile di 50 e 100 anni in accordo all'EAD 332402-00-0601. Hilti può fornire un giudizio ingegneristico per estendere il limite dell'EAD a 120 anni.

**7 Prescrizione**

- Localizzazione dell'armatura esistente e/o di altri elementi presenti nel cls.
- Irruvidimento della superficie in calcestruzzo esistente (prescrizione UNI EN 1992: creste della superficie di almeno 3 mm, distanziate di 40 mm ciascuna).
- Installazione del sistema connessione post-installato:
  - Metodo di perforazione come da specifica dell'ingegnere.
  - Pulizia dei fori nel calcestruzzo (non necessaria se adottato il sistema Hilti SafeSet con la pulizia automatica come da indicazione ETA del prodotto)
  - Iniezione del sistema di resina come da specifica dell'ingegnere.
  - Installazione della barra di armatura.
- Se richiesto dall'ingegnere strutturista: collaudo in loco del sistema di rinforzo post-installatore mediante test di estrazione.
- Getto del nuovo elemento in calcestruzzo.

**I**

**Risorse utili**

White paper - Giunzione di elementi strutturali in c.a. con barre di armatura post-installate  
<https://ask.hilti.it/article/gallerie-ferri-di-ripresa-post-installati/aeflor>  
 Profis Engineering  
<https://profisengineering.hilti.com/>

# INDICE

## Gallerie

Excavation	Scheda introduttiva	<a href="#">EXC</a>
	Fissaggi post-installati per puntoni di sostegno scavo in acciaio	<a href="#">EXC-1A</a>
	Fissaggi post-installati per puntoni di sostegno scavo in c.a.	<a href="#">EXC-1B</a>
	Fissaggi post-installati per applicazioni temporanee	<a href="#">EXC-2A</a>
Lining	Scheda introduttiva	<a href="#">LIN</a>
	Connessioni post-installate calcestruzzo-calcestruzzo	<a href="#">LIN-3A</a>
Completion	Scheda introduttiva	<a href="#">COM</a>
	Fissaggio lastre antincendio e reti metalliche di rinforzo delle malte antincendio	<a href="#">COM-3A</a>
	Giunti lineari antifuoco	<a href="#">COM-4A</a>
	Fissaggio della trazione elettrica (T.E.)	<a href="#">COM-5A</a>

## Ponti e viadotti

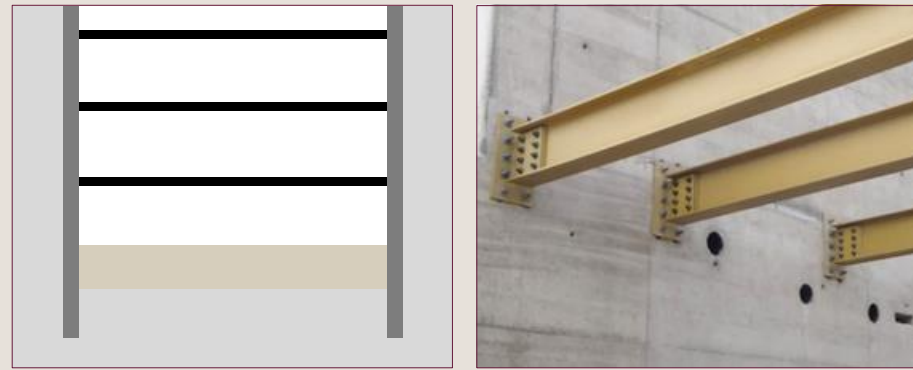
Applicazioni infrastrutturali	Scheda introduttiva	<a href="#">BEV</a>
	Overlay: sovrapposizione di strati di calcestruzzo	<a href="#">BEV-1A</a>
Contatti Hilti		<a href="#">CONTATTI</a>

L'efficace progressione delle fasi di scavo all'interno di una galleria ferroviaria o stradale richiede una puntuale pianificazione e l'adozione di soluzioni innovative. La scelta della metodologia, tra tradizionale e meccanica, sottolinea l'importanza di individuare le migliori pratiche tecniche ed economiche per il fissaggio degli impianti cruciali: dall'elettricità all'illuminazione, ai servizi utili all'avanzamento della Tunnel Boring Machine (TBM).

Questo capitolo, intitolato "Excavation", si propone di esplorare approfonditamente le sfide e le soluzioni inerenti alla fase di scavo e analizzeremo l'essenziale necessità di fissare in modo sicuro, efficiente ed economico i numerosi impianti che attraverseranno la discenderia e si estenderanno lungo l'intera galleria di linea.

Nelle prossime pagine, ci concentreremo sui fissaggi temporanei per tali impianti e introdurremo una soluzione modulare innovativa denominata "rastrelliera modulare", soluzione che mira a ottimizzare le tempistiche di posa, accrescere la sicurezza sul cantiere e consentire il riutilizzo del sistema, sia nello stesso cantiere per diverse esigenze, sia in altri cantieri. Un approccio pragmatico che mira a coniugare efficienza tecnica ed economica, garantendo una gestione ottimale delle risorse e una maggiore flessibilità nell'implementazione di sistemi avanzati offerti dalla gamma Hilti.

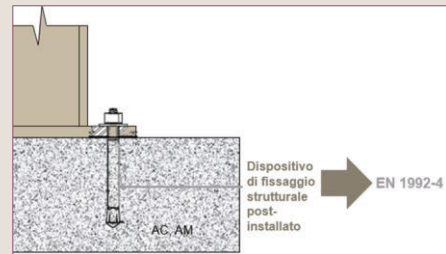




Sostegno per scavi di profondità o trincee, per contrastare la spinta laterale del terreno. Possono essere utilizzati puntoni metallici, da fissare a pareti in CA laterali. A seconda del tipo di opera si distinguono puntoni provvisori o definitivi.

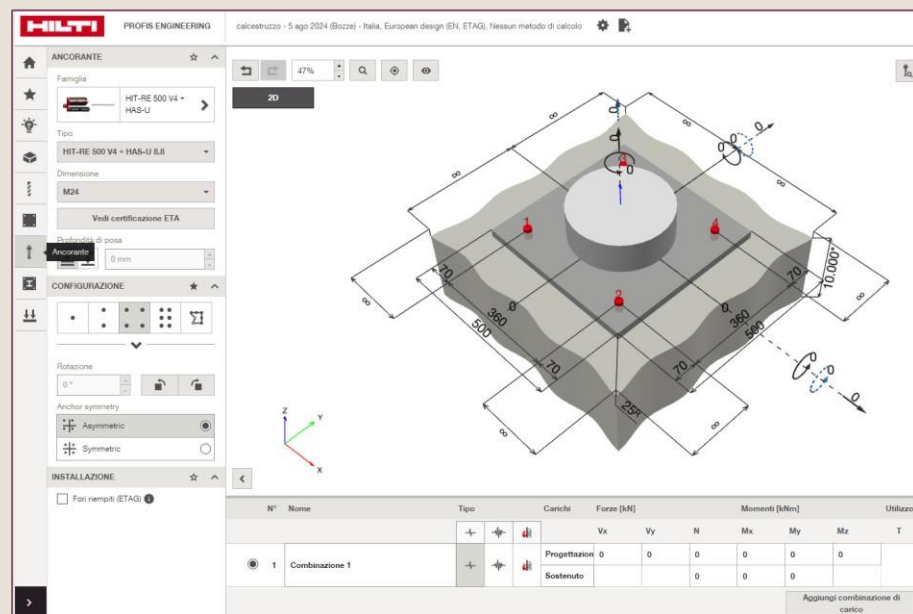
**► Progettazione / normative di riferimento**

- Fissaggio di piastra base per collegamento a cordolo sommitale o struttura laterale: norma **EN-1992-4 (EC2-4)**, teoria dell'ancoraggio



**► Software di progettazione: Profis Engineering**

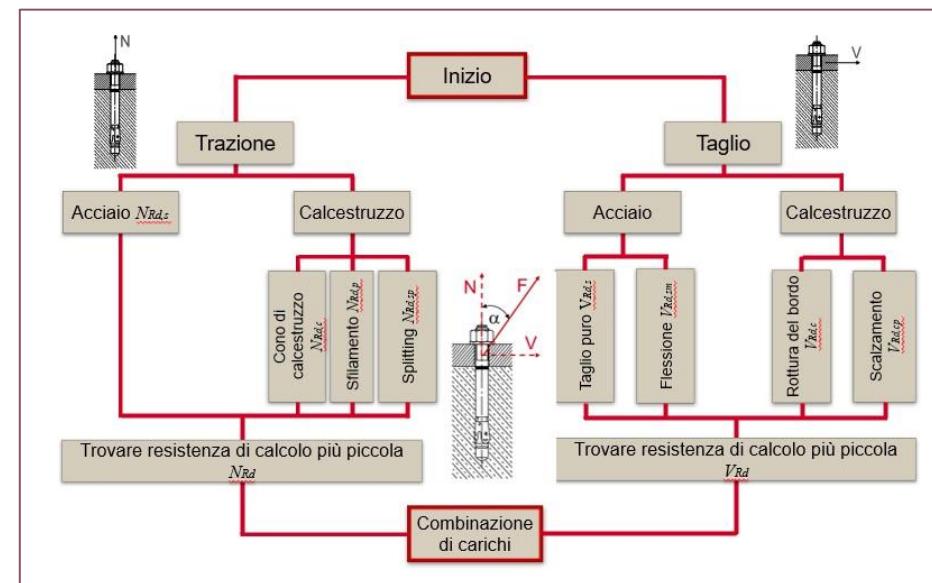
- Il software online Hilti Profis Engineering permette di progettare gli ancoraggi post-installati in accordo all'EN-1992-4



**1 Framework normativo**



**2 Flusso di calcolo secondo EC2-4**



**3 Parametri che influenzano la resistenza di progetto**

Resistenza a	Trazione				Taglio	
	Acciaio	Cono di calcestruzzo	Stiffamento	Splitting	Acciaio	Calcestruzzo
Parametro						
$h_e$ : Profondità di ancoraggio effettiva	0	+	0/+ <sup>a)</sup>	+	0	+
$s_1$ : Interasse perpendicolare al bordo	0	+	0 <sup>b)</sup>	+	0	+
$s_2$ : Interasse parallelo al bordo	0	+	0 <sup>b)</sup>	+	0	+
$c$ : Distanza dal bordo	0	+	0 <sup>b)</sup>	+	0	+
$n$ : Numero di ancoranti	+	+	+	+	+	+
$d$ : Formato elemento / diametro	0	0	0/+ <sup>a)</sup>	0/+ <sup>a)</sup>	+	0
Materiale dell'ancorante (classe di resistenza acciaio)	+	0	0	0	+	0
$l, w$ : Lunghezza e larghezza del fissaggio	+ <sup>a)</sup>	+ <sup>a)</sup>	+ <sup>a)</sup>	+ <sup>a)</sup>	0	0
$h$ : Spessore del materiale di base	0	0	0	+	0	0
$f_{cc}$ : Resistenza a compressione del calcestruzzo	0	+	0/+ <sup>a)</sup>	+	0	+

- 0 cambiando il parametro non si ha alcun effetto sulla resistenza
- + aumentando il parametro aumenta anche la resistenza
- 0/+ a seconda del tipo di ancorante
- Parametro principale
- a) per ancoranti chimici: +
- b) con e senza braccio di leva
- c) in caso di forze di trazione dovute a flessione, modificando la lunghezza e/o la larghezza del fissaggio si influenza il braccio di leva e pertanto il carico di trazione agente sugli ancoranti (la resistenza non viene influenzata)
- d) si considerano soltanto gli ancoranti molto vicini al bordo in conformità ad EC2 Allegato C e al Rapporto Tecnico EOTA TR 029

**4 Soluzioni raccomandate Hilti**

**HIT-RE 500 V4**  
Resina Epossidica

**HY 200-A V3**  
Resina Vinilestere

**ancoraggio chimico**

**Fiala HVU2**  
Resina in Uretano Metacrilato

**ancoraggio meccanico**

**HST3**  
Tassello meccanico a espansione

**5 Voci di Capitolato**

**Ancoraggio chimico: HIT-RE500 V4**  
Fornitura e posa di sistemi di ancoraggio sismici per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo, mediante barre filettate tipo Hilti HAS-U in acciaio 8.8 e ancorante chimico a base epossidica a rapido indurimento (7 h a 20 °C su cls asciutto) idoneo per applicazioni in fori sommersi e per installazioni fino a -5 °C tipo Hilti HIT-RE 500 V4. Il sistema dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il sistema dovrà presentare una resistenza caratteristica di adesione in condizioni sismiche ETA C2 almeno pari a 5,4 MPa per un diametro M20, secondo ETAG001 Allegato E. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o con sistemi di foratura automatica tipo Hilti HDB o mediante carotaggio con corona diamantata. In caso di carotaggio il foro potrà essere irruvidito mediante attrezzo tipo Hilti TE-YRT. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo del Set di riempimento sismico tipo Hilti o similari.

L'ancorante chimico dovrà possedere le seguenti caratteristiche meccaniche:

	Standard	Valori	Unità di misura
Densità resina indurita	EN ISO 1183-1	1,48	g/cm <sup>3</sup>
Resistenza a compressione	ISO 604	107	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione	ASTM D 638-97	42	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente lineare di ritiro	ASTM D 2566-86	0,04	mm/mm
Assorbimento d'acqua	ASTM D 570-95	0,08	% (24 h)

- Applicazioni sismiche - categoria sismica C2 (M16-M20-M24-M27-M30) con barre filettate 8.8
- Fori sommersi
- Temperatura di installazione fino a -5 °C
- Indurimento rapido (7 h a 20 °C su cls asciutto)
- Flessibilità di posa (fissaggi profondi o diverse profondità di posa)
- Vita nominale 100 anni

**Ancoraggio meccanico: HST3**  
Fornitura e posa di ancorante meccanico sismico tipo Hilti HST3 per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice con sistemi di foratura automatica tipo Hilti HDB. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo del Set di riempimento sismico tipo Hilti o similari. L'ancorante meccanico dovrà essere costituito dai seguenti elementi:

- manicotto di espansione M10 M16 in acciaio zincato o acciaio inox
- manicotto di espansione M8 M12 M20 M24 in acciaio inox
- bullone in acciaio al carbonio zincato
- rondella in acciaio al carbonio zincato EN ISO 4042:1999
- dado esagonale in acciaio classe di resistenza 8 EN 20898-2:2012

- Applicazioni sismiche - categoria sismica C2 (M8-M20)
- Massimi carichi a trazione e taglio nella stessa categoria
- Flessibilità di posa (2 diverse profondità)
- Spessori soletta minimi
- Distanze dal bordo e interassi ridotti (consolidamento di capannoni industriali)

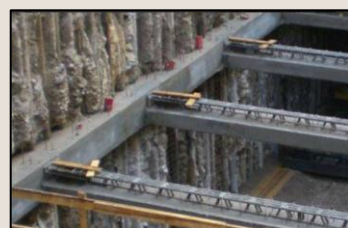
**► Risorse utili**

- Manuale delle connessioni calcestruzzo-calcestruzzo - [LINK](#)
- Collegamento web suite Profis Engineering: [LINK](#)
- Voci di capitolato per applicazioni strutturali - [LINK](#)
- Voci di capitolato per prove di carico in situ - [LINK](#)
- ETA rebar TR069 RE500V4 - [LINK](#)
- ETA rebar TR069 HY200-R V3 - [LINK](#)
- Webinar e corsi di formazione - [LINK](#)
- Whitepaper Ferri di ripresa post-installati, applicazioni in galleria - [LINK](#)
- Whitepaper Progettazione dei ferri post-installati con Profis Engineering - [LINK](#)

Le barre di armatura post-installate (PIR) sono inghisate con resina chimica in un foro praticato su parete o cordolo in CA e gettate nel nuovo elemento sull'altro lato dell'interfaccia, con l'obiettivo di collegare due diversi elementi in calcestruzzo.



Fissaggio dei puntoni in CLS per il sostegno dello scavo



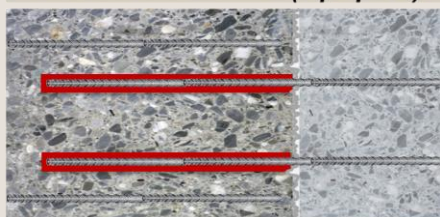
Tecnica top-down

## ► Progettazione / Normative di riferimento

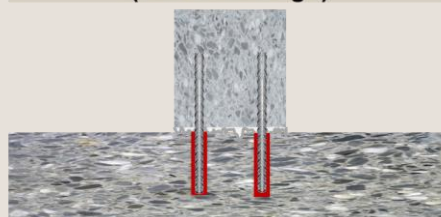
Teoria delle riprese di getto (PIR). Si distinguono due diversi approcci progettuali:

- giunti con sovrapposizione tra armature post-installate ed esistenti (EN 1992-1-1);
- giunti momento-resistenti che non richiedono la sovrapposizione delle armature (EOTA Technical Report 069).

Armature post installate sovrapposte alle armature esistenti (*lap splice*)



Senza armature esistenti (*end anchorage*)



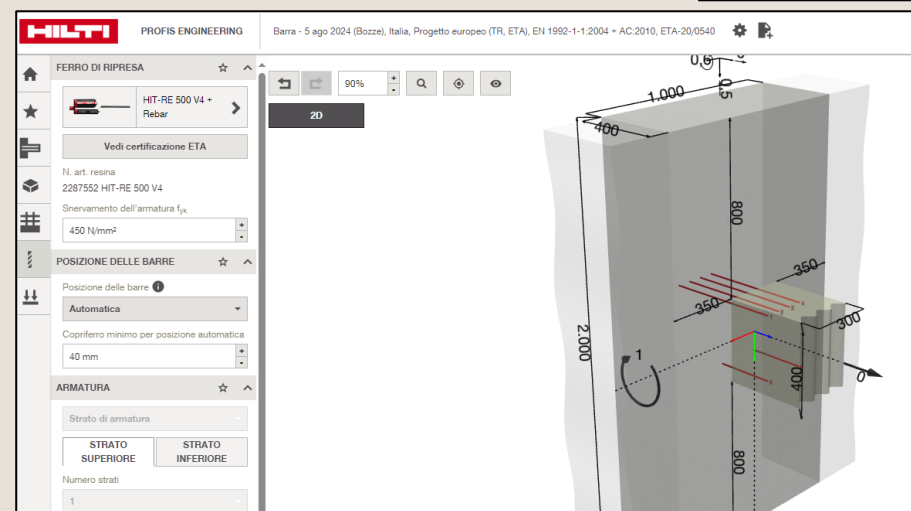
Negli interventi di PIR è raccomandato l'utilizzo dell'EOTA Technical Report 069 (TR 069) poiché la geometria del materiale base non prevede generalmente la presenza di armature di attesa in nodi sollecitati anche a momento flettente.

## ► Software di progettazione

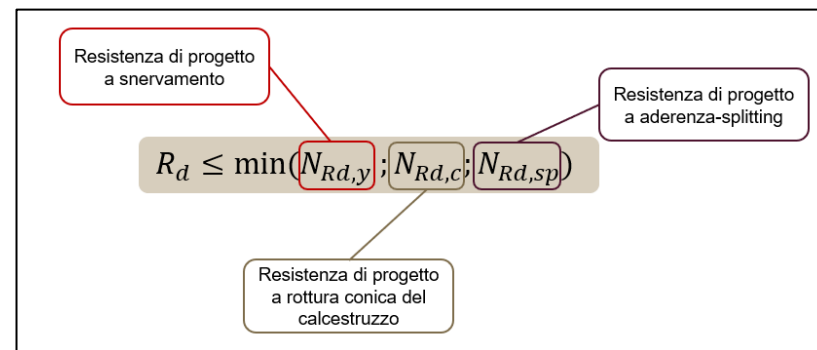
Il software online HILTI PROFIS Engineering, attraverso il modulo "Armatura post-installata", consente di calcolare le connessioni cls-cls secondo EC2 e TR 069 attraverso pochi semplici passaggi:



Armatura post-installata  
Italia, Progetto europeo (TR, ETA)



## 1 Progettazione statica secondo TR 069



A. Resistenza di progetto a snervamento dell'acciaio - EOTA TR 069, Sezione 4.2

$$N_{Rd,y} = N_{Rk,y} / \gamma_{Ms}$$

B. Resistenza di progetto a rottura conica del calcestruzzo - EOTA TR 069, Sezione 4.3

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \psi_{s,N} \psi_{re,N} \psi_{ec,N} \psi_{M,N}$$

C. Resistenza di progetto ad aderenza-splitting - EOTA TR 069, sezione 4.4

$$N_{Rk,sp} = \tau_{Rk,sp} l_b \phi \pi$$

## 2 Valutazione della profondità di ancoraggio TR 069

- Trovare per iterazione  $l_b$  che porta ad avere  $N_{Rk,c} \geq T_E$  (azione totale di trazione sul gruppo di armature di ripresa) - EOTA TR 069, Sezione 4.3

$$N_{Rk,c}^0 = k_{ucr,N} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot l_b^{1,5}$$

- Valutare la profondità di ancoraggio di progetto  $l_{bd} = \max(l_b; l_{min})$  - EOTA TR 069, Sezione 4.5

Tensione di aderenza

ETA resina

$$Lunghezza di ancoraggio base (Fyd) \quad l_{b,rqd,fyd} = (\phi/4) \cdot (f_{yd}/f_{bd,pi})$$

EC2 8.4.3

$$Lunghezza minima di ancoraggio \quad l_{min} = \max(0,3l_{b,rqd,fyd}; 10\phi; 100 \text{ mm})$$

EC2 8.7.3 (1) e annex tedesco

## 3 Voce di capitolato – inghisaggio con HILTI RE500 V4



3.2 Riprese di getto su calcestruzzo mediante ancorante chimico epossidico e barre ad aderenza migliorata per carichi pesanti

Fornitura e posa di sistema di inghisaggio rapido per la realizzazione di riprese di getto su calcestruzzo mediante utilizzo di barre ad aderenza migliorata classe B450C e adesivo chimico a base epossidica idoneo per applicazioni in fori sommersi e per installazioni fino a -5 °C, tipo HILTI HIT-RE 500 V4. Il sistema dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA per applicazioni in zona sismica e applicazioni secondo metodo di calcolo EOTA TR069 specifica per riprese di getto.

Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o con sistemi di foratura automatica tipo HILTI HDB o mediante carotaggio con corona diamantata. In caso di carotaggio il foro potrà essere irruvidito mediante attrezzo tipo HILTI TE-YRT.

L'ancorante chimico dovrà possedere le seguenti caratteristiche meccaniche:

	Standard	Valori	Unità di misura
Densità resina indurita	EN ISO 1183-1	1,48	g/cm <sup>3</sup>
Resistenza a compressione	ISO 604	107	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione	ASTM D 638-97	42	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente lineare di ritiro	ASTM D 2566-86	0,04	mm/mm
Assorbimento d'acqua	ASTM D 570-95	0,08	% (24 h)

## 4 Voce di specifica progettuale – Profis Engineering



## 5 Soluzioni raccomandate Hilti

Sistema Hilti	RE 500 V4	HY 200 R V3
Scelta del sistema	Alte prestazioni in condizioni estreme Quando è l'unica soluzione: - Presenza di acqua nel foro o installazioni sott'acqua. - Grandi profondità di inghisaggio e alte temperature. - Foro carotato senza irruvidimento. - Grandi diametri (f > 32 mm).	Alte prestazioni per le applicazioni standard Quando è raccomandata: - Progettazione statica/sismica/ fuoco e fatica per applicazioni standard. - Alta produttività grazie al breve tempo di indurimento.
Software di progettazione	PROFIS Engineering	PROFIS Engineering
Profondità di inghisaggio massima	Fino a 3,2m	Fino a 2m
Range diametri rebar	Statico $\phi 8 - \phi 40$ Sismico $\phi 10 - \phi 40$	Statico $\phi 8 - \phi 40$ Sismico $\phi 10 - \phi 40$
Certificazione ETA 100 anni	Si	Si
Tempo di lavorabilità @20°C	30 minuti	9 minuti
Tempo di indurimento @20°C	7 ore	1 ora
Range T materiale base	-5°C ≤ T ≤ 40°C	-5°C ≤ T ≤ 40°C
Installazione	Foro in rotopercussione: si Foro carotato: si Presenza di acqua nel foro: si Pulizia automatica Hilti SafeSet: si Foro irruvidito Hilti SafeSet: si	Foro in rotopercussione: si Foro carotato: con irruvidimento Presenza di acqua nel foro: no Pulizia automatica Hilti SafeSet: si Foro irruvidito Hilti SafeSet: no

## 6 Requisito di vita utile di 100 anni

Per le strutture civili, l'UNI EN 1990 prevede un requisito di vita utile di 100 anni (Design Working Life Categoria 5) per le connessioni post-installate. Entrambe le resine HIT-RE 500 V4 e HY 200-R V3 sono certificate per una vita utile di 50 e 100 anni in accordo all'EAD 332402-00-0601. Hilti può fornire un giudizio ingegneristico per estendere il limite dell'EAD a 120 anni.

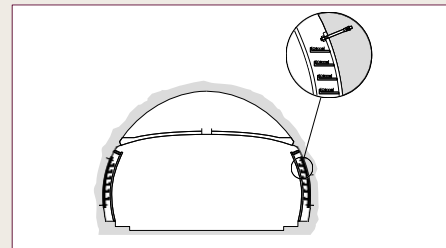
## 7 Prescrizione

- Localizzazione dell'armatura esistente e/o di altri elementi presenti nel cls.
- Irruvidimento della superficie in calcestruzzo esistente (prescrizione UNI EN 1992: creste della superficie di almeno 3 mm, distanziate di 40 mm ciascuna).
- Installazione del sistema connessione post-installato:
  - Metodo di perforazione come da specifica dell'ingegnere.
  - Pulizia dei fori nel calcestruzzo (non necessaria se adottato il sistema Hilti SafeSet con la pulizia automatica come da indicazione ETA del prodotto)
  - Iniezione del sistema di resina come da specifica dell'ingegnere.
  - Installazione della barra di armatura.
- Se richiesto dall'ingegnere strutturista: collaudo in loco del sistema di rinforzo post-installatore mediante test di estrazione.
- Getto del nuovo elemento in calcestruzzo.

### ► Risorse utili

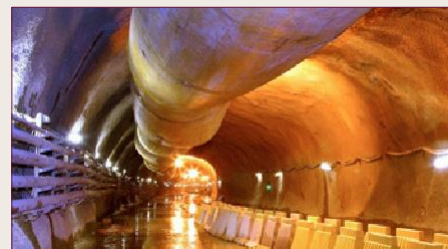
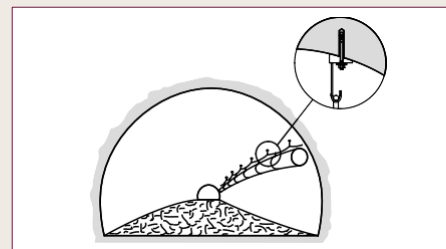
Collegamento web suite Profis Engineering: [LINK](#)  
Voci di capitolato per applicazioni strutturali - [LINK](#)  
Voci di capitolato per prove di carico in situ - [LINK](#)  
ETA anchor RE500V4 - [LINK](#)  
ETA anchor HY200-A V3 - [LINK](#)  
ETA anchor HVU2 - [LINK](#)  
ETA anchor HST3 - [LINK](#)  
Manuale di tecnologia del fissaggio - [LINK](#)  
Webinar e corsi di formazione - [LINK](#)

**a) Fissaggio impiantistica a servizio della TBM**



I cavi ad alta e bassa tensione, le tubature d'acqua o i condotti d'aria ad alta pressione utilizzati nella fase di scavo e funzionali all'avanzamento della TBM, vengono temporaneamente fissati alle pareti per mezzo di rastrelliere in carpenteria o in elementi modulari (come il sistema HILTI MQ).

**b) Fissaggio aerazione temporanea**



I canali di areazione (tubi in plastica) per l'aerazione temporanea durante la costruzione della galleria vengono normalmente fissati a un occhio chiuso o aperto, in corrispondenza della calotta della galleria, al quale viene agganciato o collegato il tubo di areazione.

► **Requisiti progettuali**

**a) Fissaggio impiantistica a servizio della TBM**

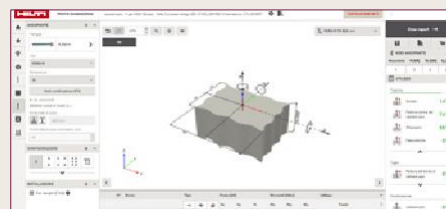
- **Carichi:** Medio-alti, carichi statici di tensione e taglio in calcestruzzo fessurato con una profondità di inserimento superficiale.
- **Dimensioni:** Tipicamente installato con diametri di ancoraggio di 12-16mm.
- **Metodo di calcolo:** EN 1992-4 (carico statico e quasi statico).

**b) Fissaggio aerazione temporanea**

- **Carichi:** Bassi, temporanei, carichi statici di tensione e taglio in calcestruzzo fessurato con una profondità di inserimento superficiale.
- **Dimensioni:** Tipicamente installato con diametri di ancoraggio di 6-8mm.
- **Metodo di calcolo:** EN 1992-4 (carico statico e quasi statico), tuttavia di norma non necessario per i fissaggi temporanei.

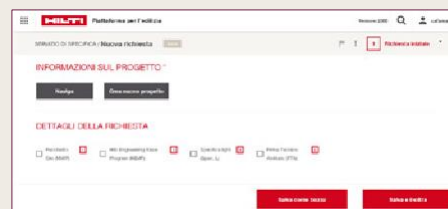
► **Software di progettazione**

Progettazione fissaggi post-installati (a, b)



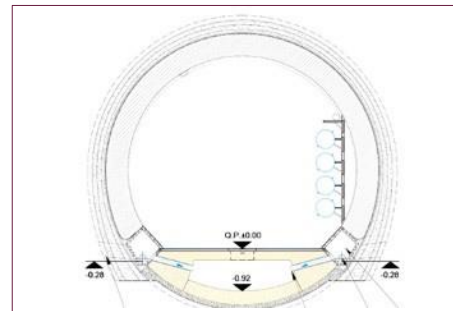
Hilti Profis Engineering: modulo "Fissaggio calcestruzzo"

Progettazione sistema di staffaggio modulare rastrelliera (a)

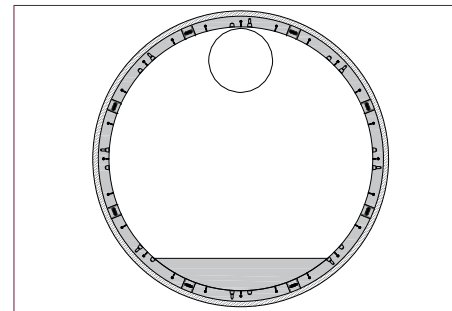


Calculation 2.0: Servizio di calcolo per i supporti MEP

**1 Individuazione tipologico**



a) Fissaggio impiantistica a servizio della TBM



b) Fissaggio aerazione temporanea

**2 Sistema di ancoraggio post-installato**

a) Fissaggio impiantistica a servizio della TBM temporanea

b) Fissaggio aerazione

**Soluzione di fissaggio post-installato:**

**HUS4-H**

**Sistema:**

PE Software    Attrezzatura Cordless Nuron    Sistema Dust Free

Avvitatore a impuls

**Soluzione di fissaggio negli inserti femmina dei conci:**

Piastra forata MQZ-L13 e bullone M12 o M16

**Soluzione di fissaggio:**

**HUS4-A + Golfare femmina**

**Sistema:**

PE Software    Attrezzatura Cordless Nuron    Sistema Dust Free

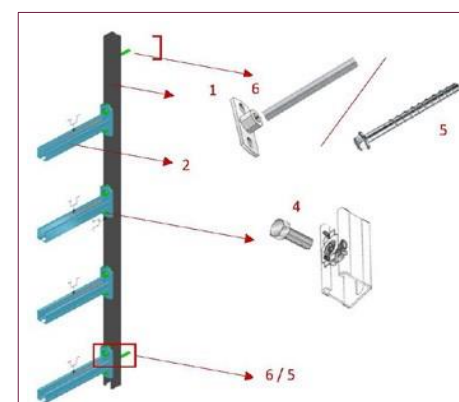
Avvitatore a impuls

**Soluzione di fissaggio alternativa:**

HLC-EO M8x40

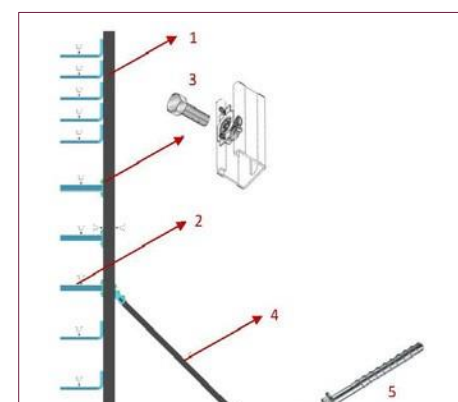
**3 Sistema modulare rastrelliera porta impianti TBM (a)\***

Tipologico in galleria



#	Descrizione	Quantità (pz.)
1	Profilo verticale a sezione aperta	1
2	Mensola	4
3	Dado ad alette	8
4	Vite esagonale M12x25 Zn DIN 933 6 8	8
5	Vite da cts HUS4-H M8 (fissaggio su conci)	2
6	Piastra base 2-fori M16 (fissaggio su inserti femmina nei conci)	2

Tipologico in esterno



#	Descrizione	Quantità (pz.)
1	Profilo verticale a sezione aperta	1
2	Mensola	10
3	Dado ad alette	10
4	Diagonale con profilo a sezione aperta	1
5	Vite da cts HUS4-H M8	3

\*1 tipologici di cui sopra fanno riferimento a una precisa configurazione di carico; il sistema deve essere dimensionato caso per caso tramite supporto dei tecnici Hilti.

**4 Istruzioni operative di posa in opera**

**HUS4-H(F) 16x(L) t<sub>fix,max1</sub> / t<sub>fix,max2</sub>**

**Table 1: Minimum Embedment Depth**

d <sub>0</sub> [mm]	e	h <sub>nom1</sub>	h <sub>nom2</sub>
16	16	≥ 85 mm	≥ 130 mm

**Table 2: Drill Bit Selection**

Drill Bit	Selection
SIW 6AT-A22 1/2"	Not Allowed (X)
SIW 4AT-A22 1/2"	Allowed (✓)
SIW 6-22 1/2"	Allowed (✓)
SIW 22T-A 1/2"	Allowed (✓)
SIW 22T-A 3/4"	Allowed (✓)
SIW 9-A22 3/4"	Allowed (✓)
SIW 8-22 1/2"	Allowed (✓)

**Table 3: Alternative Fastener**

Fastener	Selection
HUS4-H(F) 16	Allowed (✓)

**Warnings:** No cleaning is allowed in upward installation direction. No cleaning is allowed in downward and horizontal installation direction when 3x ventilation<sup>1)</sup> after drilling is executed. Drill hole depth h<sub>1</sub> = h<sub>nom</sub> + 10 mm + 2 \* d<sub>0</sub>. <sup>1)</sup> moving the drill bit in and out of the drill hole 3 times after the recommended drilling depth h<sub>1</sub> is achieved. This procedure shall be done with both revolution and hammer functions activated in the drilling machine. For more details read the relevant installation instruction (MPI).

**5 Voci di capitolato - fissaggio temporaneo con HUS4**

Sulla superficie in calcestruzzo sarà fissata la piastra in acciaio, secondo le indicazioni della Direzione Lavori e degli elaborati progettuali, tramite l'impiego di sistema di ancoraggio a vite tipo **HILTI HUS4** o similari, di idonea qualità e previa approvazione della Direzione Lavori. Il sistema post-installato con ancoranti a vite dev'essere idoneo per l'applicazione e dotato di relativo certificato ETA (European Technical Assessment) secondo l'EAD 330232-01-0601. La posa in opera degli ancoranti sarà eseguita per mezzo di un avvitatore a impuls mediante, previa perforazione del calcestruzzo esistente con martello perforatore a rotopercolazione e/o tramite carotatrice diamantata, secondo quanto riportato nel documento ETA. La pulizia del foro può essere omessa se la profondità del foro è maggiorata di 10 mm + 2\*d<sub>0</sub>, mentre è sempre necessaria per perforazioni con carotatrice. E' possibile riutilizzare il tassello salvo eccessiva usura della filettatura (da verificare tramite apposito strumento di controllo).

► **Risorse utili**

Servizio di calcolo per supporti MEP "Calculation 2.0"  
<https://hcp.hilti.com/>

Profis Engineering  
Software di progettazione strutturale PROFIS Engineering Suite - Software per sistemi di fissaggio - Hilti Italy  
ETA-20/0867 HUS4  
[https://profisengineering.hilti.com/approvals/EN/HUS4\\_DiBt\\_ETA-20-0867.pdf](https://profisengineering.hilti.com/approvals/EN/HUS4_DiBt_ETA-20-0867.pdf)

Dopo il completamento delle operazioni di scavo, la galleria inizia a prendere forma nella fase cruciale di “lining,” in cui ogni dettaglio contribuisce a definire la conformazione strutturale finale. Questo capitolo si propone di esaminare in dettaglio le applicazioni chiave legate al lining, concentrandosi sull’analisi della connessione tra elementi funzionali in calcestruzzo armato.

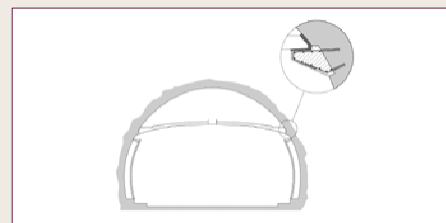
Particolare attenzione verrà dedicata al fissaggio di elementi come mensole di supporto alla soletta superiore o inferiore per la definizione del cunicolo di esodo o di ventilazione o come il fissaggio della piattaforma di arrivo in calcestruzzo armato nelle gallerie ferroviarie.

Nel corso di questo capitolo, approfondiremo gli approcci di calcolo proposti dalle normative vigenti, analizzando i sistemi Hilti certificati per il fissaggio in calcestruzzo armato.

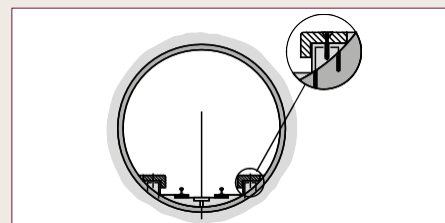
Attraverso uno sguardo approfondito e pratico, esploreremo le metodologie di fissaggio più efficienti ed economiche, evidenziando l’impiego dei sistemi Hilti come risorsa chiave per affrontare le sfide legate alla fase di lining. Con una combinazione di analisi tecnica e soluzioni certificate, questo capitolo fornirà una guida indispensabile per garantire la qualità e la sicurezza nella realizzazione delle gallerie, riflettendo l’impegno di Hilti nell’offrire risposte affidabili alle complesse esigenze dell’industria del tunneling.



Le barre di armatura post-installate (PIR) sono inghisate con resina chimica in un foro praticato su un lato e gettate nel nuovo elemento sull'altro lato dell'interfaccia, con l'obiettivo di collegare due diversi elementi in calcestruzzo.



Fissaggio di mensole per il sostegno di solette superiori e inferiori



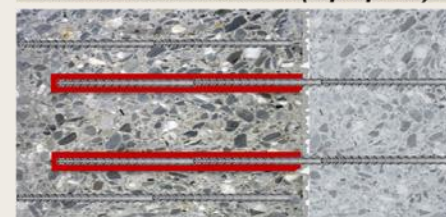
Fissaggio piattaforme di arrivo

## ► Progettazione / Normative di riferimento

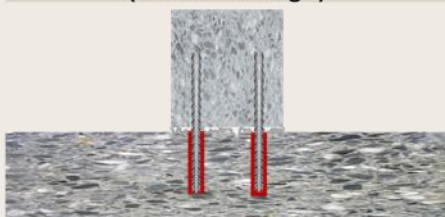
Si distinguono due diversi approcci progettuali:

- giunti con sovrapposizione tra armature post-installate ed esistenti (EN 1992-1-1);
- giunti momento-resistenti che non richiedono la sovrapposizione delle armature (EOTA Technical Report 069).

Armature post installate sovrapposte alle armature esistenti (*lap splice*)



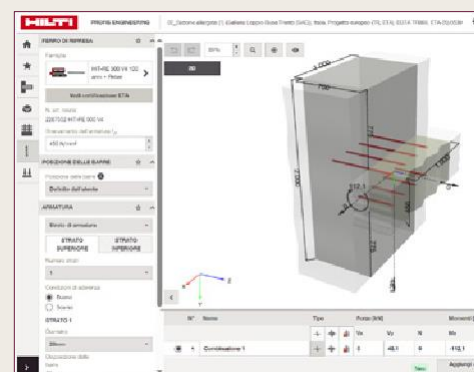
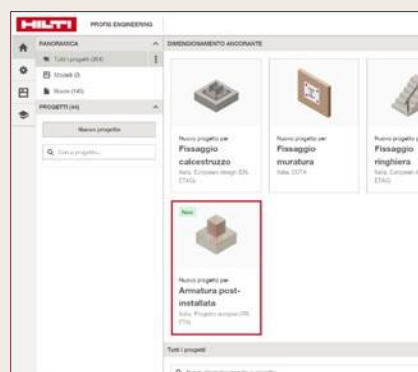
Senza armature esistenti (*end anchorage*)



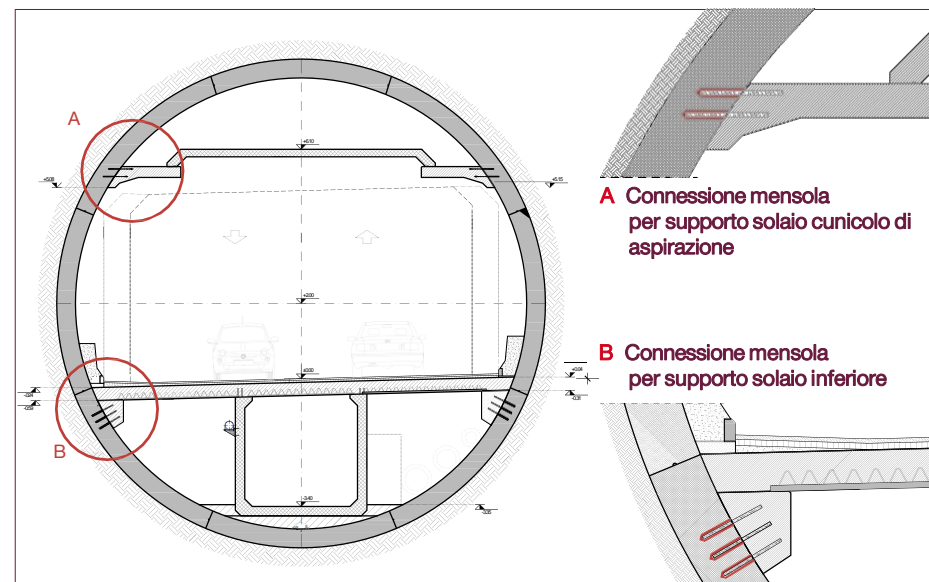
Negli interventi di PIR in galleria è raccomandato l'utilizzo dell'EOTA Technical Report 069 (TR 069) poiché la geometria del materiale base non prevede generalmente la presenza di armature di attesa in nodi sollecitati anche a momento flettente.

## ► Software di progettazione

Il software gratuito **HILTI PROFIS Engineering**, attraverso il modulo "Armatura post-installata", consente di calcolare le connessioni cls-cls secondo EC2 e TR 069 attraverso pochi semplici passaggi:



## 1 Individuazione tipologici



## 2 Progettazione statica TR 069

A. Resistenza di progetto a snervamento dell'acciaio - EOTA TR 069, Sezione 4.2

$$N_{Rd,y} = N_{Rk,y} / \gamma_{Ms}$$

B. Resistenza di progetto a rottura conica del calcestruzzo - EOTA TR 069, Sezione 4.3

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \psi_{s,N} \psi_{re,N} \psi_{ec,N} \psi_{M,N}$$

C. Resistenza di progetto ad aderenza-splitting - EOTA TR 069, sezione 4.4

$$N_{Rk,sp} = \tau_{Rk,sp} l_b \phi \pi$$

## 3 Valutazione della profondità di ancoraggio TR 069

1. Trovare per iterazione  $l_b$  che porta ad avere  $N_{Rk,c} \geq T_E$  (azione totale di trazione sul gruppo di armature di ripresa) - EOTA TR 069, Sezione 4.3

$$N_{Rk,c}^0 = k_{ucr,N} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot l_b^{1,5}$$

2. Valutare la profondità di ancoraggio di progetto  $l_{bd} = \max(l_b; l_{min})$  - EOTA TR069, Sezione 4.5

Tensione di aderenza	$f_{bd,pi}$	ETA resina
Lunghezza di ancoraggio base	$l_{b,rqd,fyd} = (\phi/4) \cdot (f_{yd}/f_{bd,pi})$	EC2 8.4.3
(F <sub>yd</sub> ) Lunghezza minima di ancoraggio	$l_{min} = \max(0,3l_{b,rqd,fyd}; 10\phi; 100 \text{ mm})$	EC2 8.7.3 (1) e annex tedesco

## 4 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-20/0530 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.	

## 5 Soluzioni raccomandate Hilti

Sistema Hilti	RE 500 V4	HY 200 R V3
Scelta del sistema	Alte prestazioni in condizioni estreme  Quando è l'unica soluzione: - Presenza di acqua nel foro o installazioni sott'acqua. - Grandi profondità di inghisaggio e alte temperature. - Foro carotato senza irruvidimento. - Grandi diametri ( $f > 32$ mm).	Alte prestazioni per le applicazioni standard  Quando è raccomandata: - Progettazione statica/sismica/ fuoco e fatica per applicazioni standard. - Alta produttività grazie al breve tempo di indurimento.
Software di progettazione	PROFIS Engineering	PROFIS Engineering
Profondità di inghisaggio massima	Fino a 3,2m	Fino a 2m
Range diametri rebar	Statico $\phi 8 - \phi 40$ Sismico $\phi 10 - \phi 40$	Statico $\phi 8 - \phi 40$ Sismico $\phi 10 - \phi 40$
Certificazione ETA 100 anni	Si	Si
Tempo di lavorabilità @20°C	30 minuti	9 minuti
Tempo di indurimento @20°C	7 ore	1 ora
Range T materiale base	$-5^\circ\text{C} \leq T \leq 40^\circ\text{C}$	$-5^\circ\text{C} \leq T \leq 40^\circ\text{C}$
Installazione	Foro in rotopercolazione: si Foro carotato: si Presenza di acqua nel foro: si Pulizia automatica Hilti SafeSet: si Foro irruvidito Hilti SafeSet: si	Foro in rotopercolazione: si Foro carotato: con irruvidimento Presenza di acqua nel foro: no Pulizia automatica Hilti SafeSet: si Foro irruvidito Hilti SafeSet: no

## 6 Requisito di vita utile di 100 anni

Per le strutture civili, l'UNI EN 1990 prevede un requisito di vita utile di 100 anni (Design Working Life Categoria 5) per le connessioni post-installate. Entrambe le resine HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3 sono certificate per una vita utile di 50 e 100 anni in accordo all'EAD 332402-00-0601. Hilti può fornire un giudizio ingegneristico per estendere il limite dell'EAD a 120 anni.

## 7 Prescrizione

- Localizzazione dell'armatura esistente e/o di altri elementi presenti nel cls.
- Irruvidimento della superficie in calcestruzzo esistente (prescrizione UNI EN 1992: creste della superficie di almeno 3 mm, distanziate di 40 mm ciascuna).
- Installazione del sistema connessione post-installato:
  - Metodo di perforazione come da specifica dell'ingegnere.
  - Pulizia dei fori nel calcestruzzo (non necessaria se adottato il sistema Hilti SafeSet con la pulizia automatica come da indicazione ETA del prodotto)
  - Iniezione del sistema di resina come da specifica dell'ingegnere.
  - Installazione della barra di armatura.
- Se richiesto dall'ingegnere strutturista: collaudo in loco del sistema di rinforzo post-installatore mediante test di estrazione.
- Getto del nuovo elemento in calcestruzzo.

## ► Risorse utili

White paper - Giunzione di elementi strutturali in c.a con barre di armatura post-installate  
<https://ask.hilti.it/article/gallerie-ferri-di-ripresa-post-installati/aelorh>

Profis Engineering

Software di progettazione strutturale PROFIS Engineering Suite - Software per sistemi di fissaggio - Hilti Italy

Questo capitolo, intitolato “Completion,” si propone di esplorare dettagliatamente le lavorazioni fondamentali che contribuiscono alla massimizzazione della sicurezza della galleria e a garantire il suo corretto esercizio in opera.

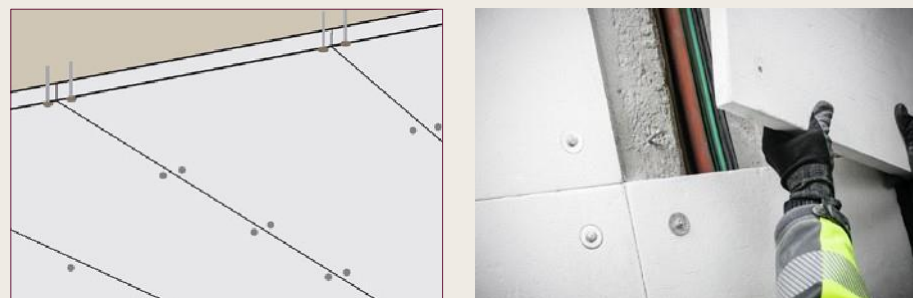
Focalizzandoci sulle applicazioni legate alla sicurezza antincendio, analizzeremo in dettaglio il fissaggio delle reti per supportare l'intonaco antifuoco, oltre a esaminare attentamente il processo di fissaggio delle pannellature per configurare la resistenza al fuoco del rivestimento della galleria. Questi aspetti sono cruciali per garantire non solo la protezione dagli incendi ma anche la robustezza strutturale dell'intera opera.

Parallelamente agli aspetti di sicurezza, approfondiremo il tema dell'armamento ferroviario, concentrandoci sui fissaggi della Trazione Elettrica (T.E.). In particolare, esamineremo il sistema Hilti rispondente ai requisiti definiti da RFI (Rete Ferroviaria Italiana) e per cui abbiamo ottenuto un' idoneità tecnica, fornendo una solida base di conoscenza per l'implementazione di soluzioni affidabili e conformi agli standard del settore.



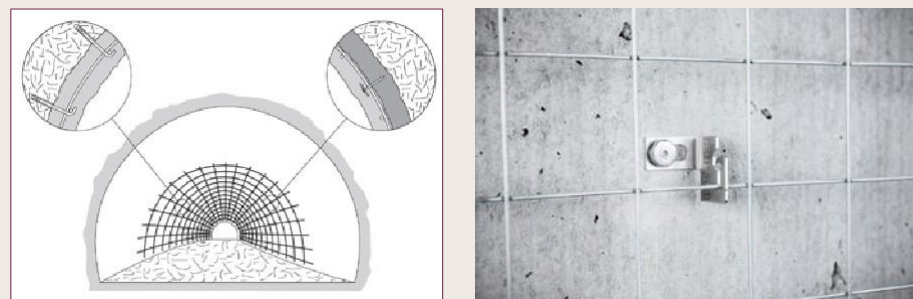
L'elemento di fissaggio Hilti HFB viene utilizzato per fissare sia le lastre antincendio (1) sia il rinforzo della rete metallica (2) nella malta antincendio nelle gallerie:

(1) Fissaggio lastre antincendio



Sistemi rigidi che richiedono regolari ispezioni e riparazioni, facilitate dallo strumento automatizzato di rimozione dei dispositivi di fissaggio del pannello, anche se viene utilizzata una configurazione con testa a chiodo.

(2) Fissaggio reti metalliche per malte antincendio



Sistema di rivestimento spruzzato, incollata al rivestimento strutturale in calcestruzzo mediante rete di armatura leggera in acciaio, a sua volta fissata e mantenuta in posizione durante la spruzzatura attraverso Hilti HFB più clip di fissaggio.

► Caratteristiche principali

Technical footprint	Panorama normativo	Servizi aggiuntivi
<p><b>Principio di funzionamento:</b> ancoraggio a battere, coppia di serraggio non richiesta</p> <p><b>Material:</b> acciaio al carbonio, inox A4 (1.4401/1.4404), HCR (1.4529)</p> <p><b>Diametro nominale:</b> 6 mm</p> <p><b>Rondella:</b> Ø 30mm e preassemblata Profondità di ancoraggio: 25,30 e 35mm</p> <p><b>Lunghezza:</b> 40 - 110 mm</p> <p><b>Material base:</b> cls non fessurato C20/25 - C50/60</p> <p><b>Carichi:</b> statici 3 - 5 kN (dipendenti dalla profondità di ancoraggio)</p>	<p>ETAG 001 - Part 6</p> <p>3 profondità di ancoraggio in ETAG: 25mm, 30mm, 35mm</p> <p>Resistenza al fuoco in accordo a ETAG TR 020</p> <p>Fatica 100 Mio. (technical data)</p> <p>Sismico C1</p> <p>Fire test with board &amp; mortar manufacturers (System test)</p> <p></p> <p></p> <p></p>	<p>Pullout test con martinetto "HAT30"</p> <p>Progettazione basata sui test al fuoco con i produttori delle lastre</p> <p>Documentazione interna Hilti per richieste progettuali speciali (waterproofing, fatica, etc...)</p> <p>Engineering Judgement per specifiche richieste progettuali</p> <p></p> <p></p>

1 Subcomponenti fissaggio pannelli antifuoco/reti metalliche

	Ancoraggi			Accessori				
	HFB con testa piatta e rondella preassemblata	HFB filettato con dado e rondella preassemblata	HFB con testa piatta	HFB-CM 20 Clip per rete	TE-C-HFB-ST Attrezzo di posa	P-HFB-ST Attrezzo di posa pneumatico	D-HFB-ST Attrezzo di posa	SI-HFB-R6 Chiave a tubo
<b>Utilizzo</b>	Fissaggio pannelli antifuoco / Reti metalliche per malte antincendio	La versione filettata può essere utilizzata in caso di frequenti aperture dei pannelli (es. ispezioni, manutenzioni, ecc.)	Fissaggio pannelli antifuoco / Reti metalliche per malte antincendio	Utilizzato assieme a HFB-R 35mm per installare le reti metalliche per malte antincendio	Inserito a posa automatica per installare tutti i tipi di HFB attraverso perforatori TE-6 e TE-4. HFB può anche essere impostato con un martello standard	Inserito pneumatico per l'installazione di tutti i tipi di tasselli HFB in pochi secondi	Attrezzo di posa utilizzato direttamente e sopra la punta del perforatore	Con la chiave a tubo HFB la testa del chiodo A4 e HCR può essere rimossa in pochi secondi. Da utilizzare con SIW 22T
<b>Materiali</b>	Acciaio inox A4	HFB-R	HFB-A-R	HFB-CM 20				
	HFB-HCR	HFB-A-HCR	Solo la versione da 35 mm compatibile con le reti metalliche per malte antincendio	X				
	Acciaio al carbonio	X	X	HFB-CS	X			

2 Resistenza di progetto in campo statico/sismico C1

Effective anchorage depth for static					
Anchor size	M6				
Eff. Anchorage depth	$h_{ef}$	[mm]	25	30	35 <sup>a)</sup>

Design resistance					
Anchor size	M6				
Cracked concrete					
Load in all directions $F_{0Rd}$	HFB-R, HFB-R RW, HFB-HCR, HFB-A-HCR	[kN]	2,0	3,3	4,0
	HFB, HFB-A-R	[kN]	2,0	3,0	4,0 <sup>a)</sup>

Effective anchorage depth for seismic C1					
Anchor size	M6				
Effective Anchorage depth	$h_{ef}$	[mm]	25	30	35

Design resistance in case of seismic performance C1					
Anchor size	M6				
Cracked concrete					
Tension $N_{Rd}$	HFB-R, HFB-R RW	[kN]	2,0	2,6	2,6
	HFB-A-R	[kN]	2,0	2,6	2,6
Shear $V_{Rd}$	HFB-R, HFB-R RW	[kN]	-	2,3	2,3
	HFB-A-R	[kN]	-	-	-

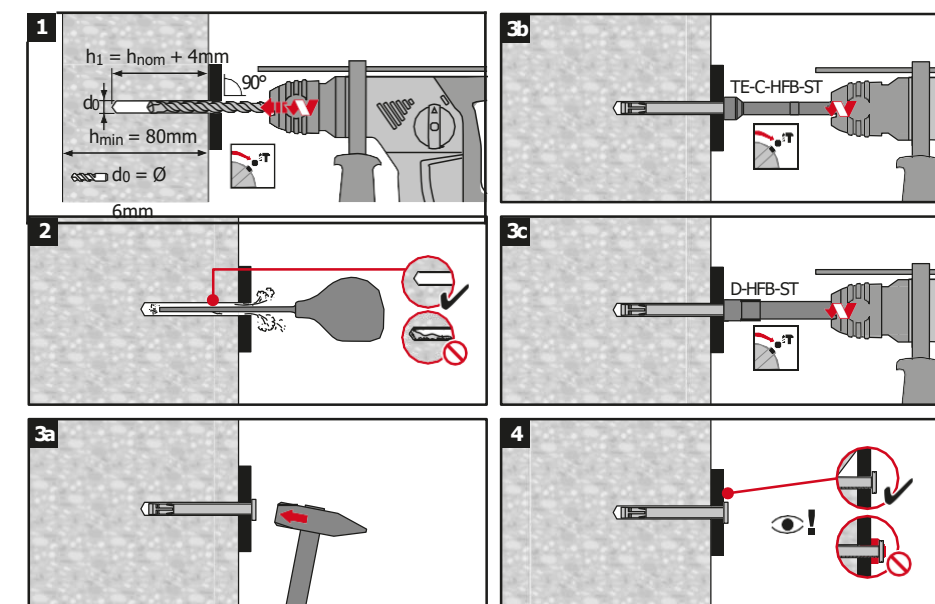
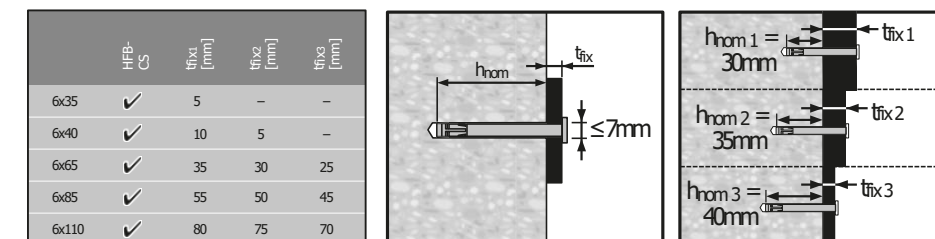
3 Resistenza di progetto al fuoco

Effective anchorage depth					
Anchor size	M6				
Eff. Anchorage depth	$h_{ef}$	[mm]	25	30	35 <sup>a)</sup>

a) Not applicable to HFB (CS), since it is not tested for  $h_{ef}=35$ .

Design resistance					
Anchor size	M6				
Fire exposure R30					
Load in all directions $F_{0Rd}$	HFB	[kN]	0,5	0,9	- <sup>a)</sup>
	HFB-R, HFB-HCR, HFB-R RW	[kN]	0,5	0,9	1,2
	HFB-A-R, HFB-A-HCR	[kN]	0,5	0,9	1,0
Fire exposure R60					
Load in all directions $F_{0Rd}$	HFB	[kN]	0,5	0,6	- <sup>a)</sup>
	HFB-R, HFB-HCR, HFB-R RW	[kN]	0,5	0,9	1,2
	HFB-A-R, HFB-A-HCR	[kN]	0,5	0,6	0,6
Fire exposure R90					
Load in all directions $F_{0Rd}$	HFB	[kN]	0,4	0,4	- <sup>a)</sup>
	HFB-R, HFB-HCR, HFB-R RW	[kN]	0,5	0,9	1,2
	HFB-A-R, HFB-A-HCR	[kN]	0,3	0,3	0,3
Fire exposure R120					
Load in all directions $F_{0Rd}$	HFB	[kN]	0,3	0,3	- <sup>a)</sup>
	HFB-R, HFB-HCR, HFB-R RW	[kN]	0,2	0,7	1,0

4 Istruzioni operative di posa in opera



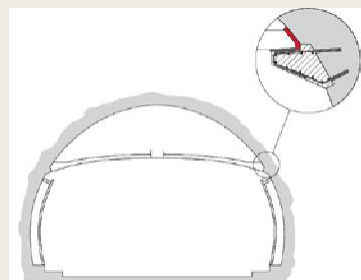
5 Ispezione e riparazione

Frequenti ispezioni e riparazioni delle barriere al fuoco sono spesso richieste, per questo la velocità di installazione, manutenzione e sostituzione dei pannelli è un requisito fondamentale in fase di progettazione e in cantiere. Il sistema di fissaggio Hilti HFB può essere installato e sostituito in maniera automatizzata attraverso l'attrezzatura Hilti SIW 22 cordless, consentendo un tempo di (ri)installazione più rapido e garantendo un servizio minimo interruzione del servizio interruzione della galleria.



► Risorse utili

Video applicazione  
<https://ask.hilti.it/article/realizzare-e-progettare-connessioni-post-installate-in-calce-struzzo-armato/2dd3sc>  
 Scheda tecnica HFB  
[https://www.hilti.it/media-canonical/ASSET\\_DOC\\_10272365\\_APC\\_RAW](https://www.hilti.it/media-canonical/ASSET_DOC_10272365_APC_RAW)



Il ripristino della resistenza al fuoco dei giunti lineari che si creano tra due elementi di calcestruzzo, ad esempio tra una mensola in cls post-installata (scheda LIN-3A) di supporto al solaio del cunicolo di aspirazione/esodo e la calotta del tunnel, può essere realizzato attraverso l'utilizzo di mastici spray (A) o sigillanti acrilici (B) accoppiati con materiale di riempimento in lana minerale. Le modalità dei test di resistenza al fuoco dei giunti fanno riferimento alla norma EN 1366-4.

### (A) Mastice spray antifluoco per giunti CFS-SP WB + lana minerale

Sigillatura resistente al fuoco fino ad EI120 per giunti lineari con mastice spray antifluoco Hilti CFS-SP WB, avente marcatura CE, testato in conformità alla EN1366-4, con applicazione di materiale di riempimento in lana minerale (ETA 12/0078). E' una soluzione altamente produttiva grazie all'utilizzo di un erogatore airless a spruzzo (si consiglia l'utilizzo della Wagner Super Finish 33 Pro, con una portata di 4,3 litri al minuto) per la posa in opera dello spray a base d'acqua CFS-SP WB, utilizzato per sigillare il giunto in cui viene preventivamente inserita la lana di roccia a pressione (livello di compressione della lana  $\geq 50\%$ ); la massima capacità di movimento risulta pari a  $\pm 40\%$ .

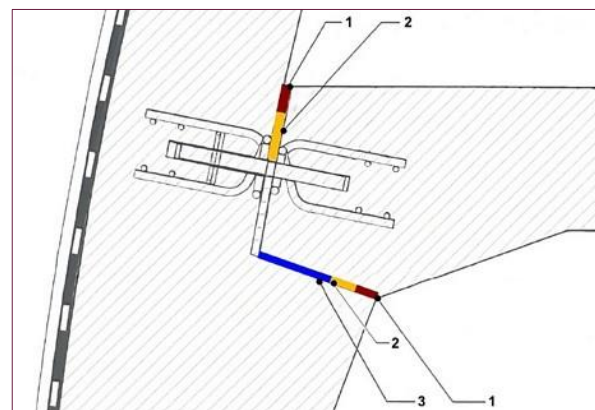


### (B) Sigillante antifluoco acrilico CFS-S ACR + cordone preformato in lana minerale CFS-CO

Sigillatura resistente al fuoco fino ad EI180 per giunti lineari con sigillante acrilico antifluoco Hilti CFS-S ACR, avente marcatura CE, testato in conformità alla EN1366-4, con applicazione di materiale di riempimento in lana minerale o cordone preformato Hilti CFS-CO in lana di roccia rivestito da una maglia infibra di vetro, disponibile in diametri da 20, 30, 40, 50 e 60 mm. Il sigillante è testato secondo EN1366-4; la massima capacità di movimento risulta pari a  $\pm 12,5\%$ . L'applicazione è tradizionale attraverso dispenser manuale.



## 1 Individuazione tipologica



1. Sigillante HILTI CFS-ACR o mastice spray CFS-SP WB
2. Cordone preformato in lana minerale CFS-CO o materiale di riempimento in lana minerale
3. Appoggio in materiale elastico (es: neoprene)

## 2 Dati tecnici CFS-SP WB (A)



Dati tecnici	
Approvazioni (EN 1364-4, EN 1366-4)	ETA-11/0343, ETA-12/0078
Materiali di base	Calcestruzzo, Muratura, Gesso, Acciaio, Alluminio, Vetro
Classe di reazione al fuoco (EN 13501-1)	E
Base chimica	Dispersione acrilica a base d'acqua
Intumescente	No
LEED VOC	34 g/l
Range delle temperature di applicazione	4 - 40 °C
Range di resistenza alle temperature	-40 - 80 °C
Risultati di muffa e umidità	Classe 0 (ASTM G21-96) e Classe 0 (EN ISO 846)
Tempo di indurimento appross. <sup>1</sup>	3 mm/giorno
Colore	Bianco
Può essere verniciato	Sì
Range di temperatura di stoccaggio e trasporto	4 - 25 °C
Durata prodotto <sup>2</sup>	12 mesi
Imballo	Secchio di ca. 19 litri
Densità umida (appross.)	1260 kg/m <sup>3</sup>
Prodotti complementari	Lana minerale
Movimento	max. $\pm 25\%$
Resistenza elastica	Sì
Tempo di perdita adesività appross. <sup>3</sup>	180 min.

- 1) a 23°C, 50% di umidità relativa
- 2) a 25°C di umidità relativa, dalla data di produzione
- 3) ventilato, a 25° e 80% di umidità relativa



- 1 Ugello TradeTip3 S19
- 2 Pistola Airless Vector Pro
- 3 Tubazione di mandata
- 4 Valvola di lavoro / riciclo
- 5 Sistema aspirazione flessibile
- 6 Tramoggia da 5 litri
- 7 Manometro
- 8 Pompa
- 9 Pneumatici robusti

### Erogatore Airless (Wagner super finish 33 pro)

- Portata di 4,3 litri al minuto
- Pistola airless
- Vector Pro leggera e robusta
- Facile da trasportare: carrello robusto con maniglia regolabile in altezza
- Pneumatici robusti e adatti ai cantieri



### Applicazioni

- Sigillatura di giunti lineari tra elementi costruttivi in calcestruzzo o metallo.
- Sigillatura dei giunti perimetrali tra solai e facciata continua.

### Vantaggi

- A base d'acqua, VOC basso, non contiene alogeni.
- Elevato grado di elasticità: capacità di movimento fino al 50%.
- Installazione rapida e semplice, con erogatore airless a spruzzo, consente di risparmiare tempo e denaro.
- Buona adesione alle basse temperature.
- Sigillatura rapida ed efficiente di giunti di difficile accesso.



## 3 Dati tecnici CFS-S ACR (B)

Dati tecnici	
Approvazioni	ETA-10/0292, ETA-10/0389
Materiali di base	Calcestruzzo, Muratura, Cartongesso
Gamma di diametro tubi	27 - 159 mm
Classe di reazione al fuoco (EN 13501-1)	D-s1 d0
Base chimica	Dispersione acrilica a base d'acqua
Intumescente	No
Movimento <sup>1)</sup>	$\pm 12,5\%$ (ISO 11600)
LEED VOC	75 g/l
Range delle temperature di applicazione	5 - 40 °C
Range di resistenza alle temperature	-30 - 80 °C
Risultati di muffa e umidità	Classe 0 (EN ISO 846)
Tempo di indurimento appross. <sup>2)</sup>	3 mm/3 giorni
Riutilizzabile (e rimovibile)	Non possibile
Ripenetrazione	Non possibile
Può essere verniciato	Sì
Range di temperatura di stoccaggio e trasporto	5 - 25 °C
Durata prodotto <sup>3)</sup>	24 mesi

<sup>1)</sup> secondo HTC 1250

<sup>2)</sup> a 24 °C, 50% di umidità relativa

<sup>3)</sup> a 25 °C e 50% di umidità relativa, dalla data di produzione



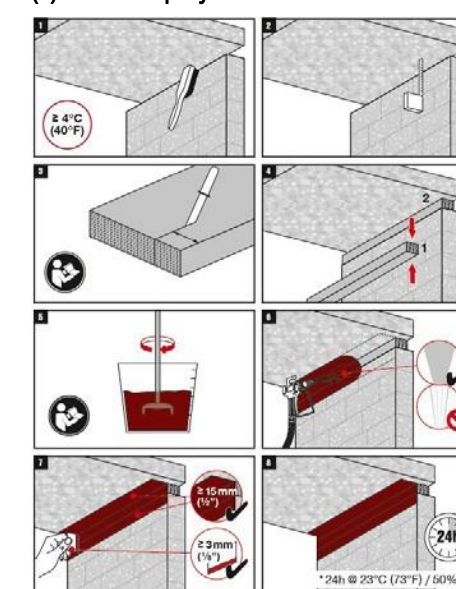
### Vantaggi

- Forte adesione su vari materiali base
- Ridotto ritiro dopo l'essiccamento
- Eccellenti proprietà di isolamento acustico
- Vasto range delle temperature di applicazione

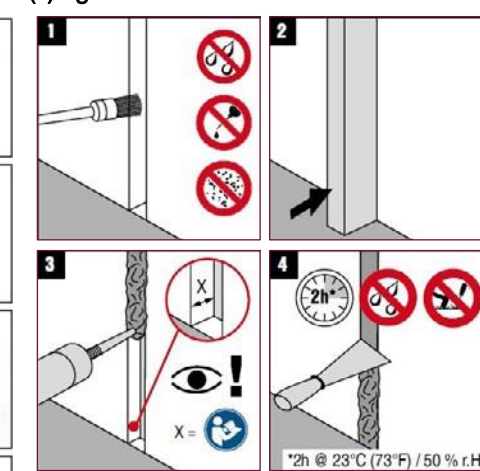


## 4 Istruzioni operative di posa in opera

### (A) Mastice spray antifluoco CFS-SP WB



### (B) Sigillante antifluoco acrilico CFS-S ACR



## 5 Prodotti ausiliari

Soluzione	Lana minerale compressa	Cordone CFS-CO
(A) CFS-SP WB	✓*	✗
(B) CFS-S ACR	✓**	✓

\*Densità da 30 a 70 kg/m<sup>3</sup>  
\*\*Densità da 39,4 a 100 kg/m<sup>3</sup>

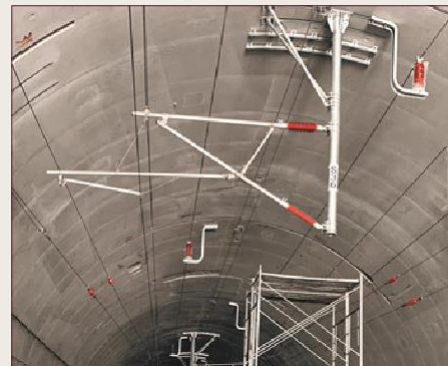
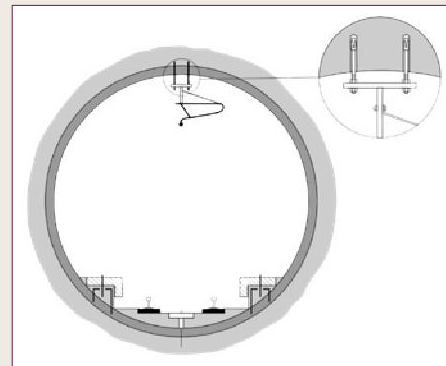
### ► Risorse utili

Pagina prodotto CFS-SP WB (A)

[https://www.hilti.it/c/CLS\\_FIRESTOP\\_PROTECTION\\_7131/CLS\\_FIRESTOP\\_SEA\\_LAN-TS\\_SPRAYS\\_7131/r4775](https://www.hilti.it/c/CLS_FIRESTOP_PROTECTION_7131/CLS_FIRESTOP_SEA_LAN-TS_SPRAYS_7131/r4775)

Pagina prodotto CFS-S ACR (B)

[https://www.hilti.it/c/CLS\\_FIRESTOP\\_PROTECTION\\_7131/CLS\\_FIRESTOP\\_SEA\\_LAN-TS\\_SPRAYS\\_7131/r4883](https://www.hilti.it/c/CLS_FIRESTOP_PROTECTION_7131/CLS_FIRESTOP_SEA_LAN-TS_SPRAYS_7131/r4883)



La trazione elettrica è un sistema che distribuisce l'energia elettrica ai treni che circolano sulla linea per mezzo di dispositivi di captazione di corrente. In corrispondenza di opere murarie, il sostegno potrà essere aggrappato all'opera mediante l'impiego di adeguate carpenterie e sistemi di ancoraggio chimico.

Il braccio per la linea aerea di contatto (catenaria) è fissato al soffitto del tunnel circa ogni 20-30 metri, eventualmente isolati per evitare la corrosione da corrente vagante. A causa della curvatura del tunnel, è generalmente necessaria un'installazione con distanziamento dalla superficie.

### ► Requisiti per il fissaggio della catenaria

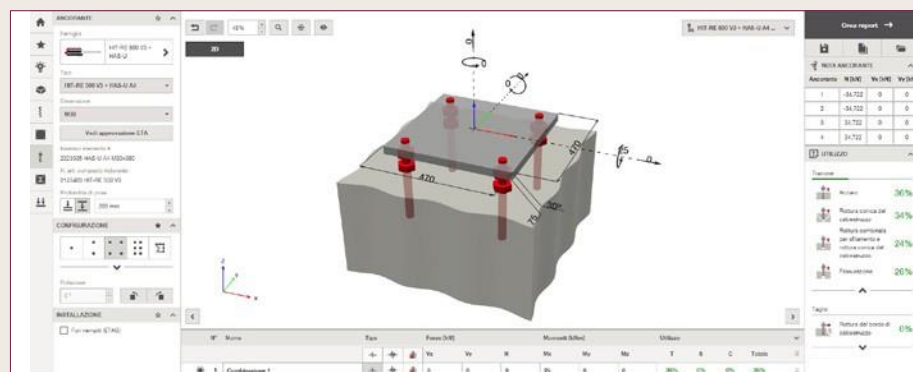
- Sistema certificato (ETA)
- Resistenza elettrica > 1 MΩ con 1 kV di corrente continua - Specifica tecnica RFI
- Resistenza al fuoco - Curva di carico del fuoco specifica del progetto
- Terremoto
- Acciaio inox A4 70 (AISI 316) oppure EN 1.4401 secondo UNI 10088-1/2005. Specifica tecnica RFI

### ► Progettazione / normative di riferimento

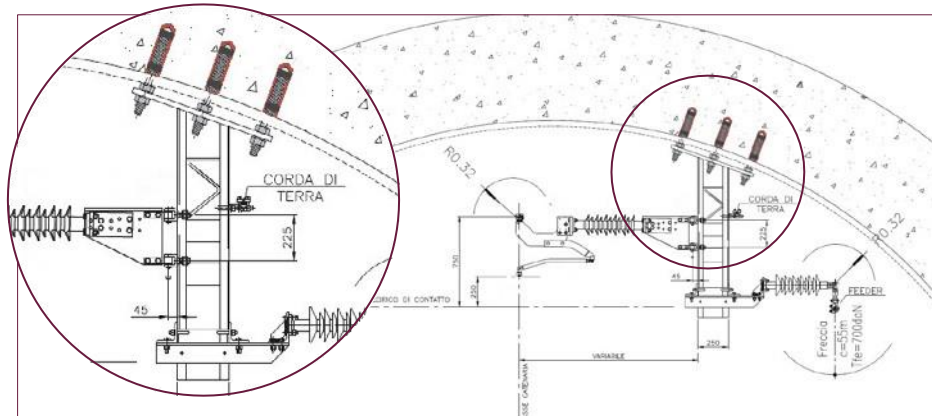
- Progettazione per carichi statici e quasi-statici secondo EN 1992-4
- Progettazione per sollecitazioni sismiche secondo EN1992-4
- Qualifica secondo EAD 330499-00-0601 (ancoraggi chimici)
- Curva di incendio standard prevista dalla ISO 834-1:1999 con barra in acciaio inox A4 di classe 70

### ► Software di progettazione

Il software online **Hilti Profis Engineering** permette di progettare gli ancoraggi post-installati della catenaria, tenendo conto anche della flessibilità della piastra di base, in accordo all'**EN-1992-4**

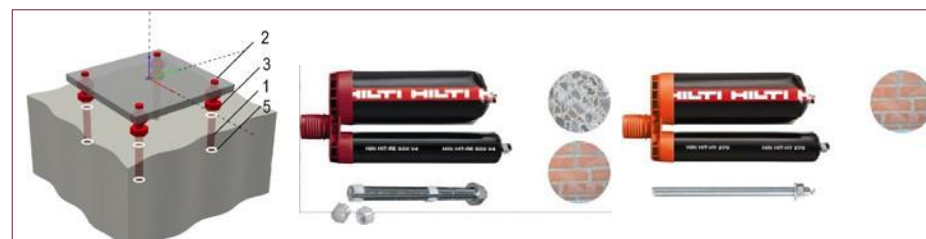


## 1 Individuazione tipologico



## 2 Sub-componenti sistema di ancoraggio per T.E.

1. Resina chimica HIT-RE500 V4 su calcestruzzo/muratura, HIT-HY 270 su muratura
2. Barra filettata in acciaio A4 70 (AISI 316) /EN 1.4401 o grappa in rame secondo norma tecnica di riferimento
3. Dado, controdado e rondella in acciaio inox A4
4. Nr. 2 anelli di centraggio (in caso di fissaggi su calcestruzzo) HIT-CR



### ■ Resina chimica HIT-RE500 V4 / HIT-HY 270

**Tab. 5a: Caratteristiche geometriche di posa resina HIT-RE 500 V4**

Dimensione ancorante	d	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Ø punta [mm] senza anelli di centraggio	d <sub>0</sub>	10	12	14	18	22	28	30	35	37	40	42
Ø punta [mm] con anelli di centraggio	d <sub>0</sub>	14	16	18	22	25	30	32	35	40	n.d.	n.d.
Profondità effettiva di ancoraggio	h <sub>ef</sub>	da 60 a 160	da 60 a 200	da 70 a 240	da 80 a 320	90	96 a 400	108 a 540	120 a 600	132 a 660	144 a 720	da 156 a 780
Spess. min. materiale base [mm]	h <sub>min</sub>	h <sub>ef</sub> + 30 mm ≥ 100 mm					h <sub>ef</sub> + 2 x d <sub>0</sub>					
Interasse minimo [mm]	s <sub>min</sub>	40	50	60	75	90	115	120	140	165	180	195
Dist. min. bordo cls [mm]	c <sub>min</sub>	40	45	45	50	55	60	75	80	165	180	195
Coppia di serraggio max. [Nm]	T <sub>max</sub>	10	20	40	80	150	200	270	300	330	360	390

**Tab. 5b: Caratteristiche geometriche di posa resina HIT-HY 270**

Dimensione ancorante	d	M8	M10	M12	M16	M30
Ø punta [mm] senza anelli di centraggio	d <sub>0</sub>	10	12	14	18	35
Ø foro sulla piastra [mm]	d <sub>f</sub>	9	12	14	18	
Prof. eff. ancoraggio [mm]	h <sub>ef, nom</sub>	50	50	50	50	400
	h <sub>ef, max</sub>	300	300	300	300	400
Spess. min. materiale base [mm]	h <sub>min</sub>	h <sub>ef</sub> + 30 mm				h <sub>ef</sub> + 36 mm
Interasse minimo [mm]	s <sub>min</sub>	115	115	115	115	
Dist. min. bordo mattoni [mm]	c <sub>min</sub>	50	50	50	50	
Coppia di serraggio max. [Nm]	T <sub>max</sub>	5	8	10	10	

### ■ Barra filettata o grappa, rondella e dado

- Barre filettate in acciaio inossidabile di classe A4 70 (AISI 316) oppure EN 1.4401 secondo UNI 10088-1/2005.
- Rondella e dado in acciaio inox A4 70 (AISI 316) in accordo alla norma UNI EN 10088-1: 2005 con dimensioni pari a quelle indicate nella certificazione ETA riferita all'ancorante

**Tab. 3: Caratteristiche meccaniche barra filettata**

Caratteristiche meccaniche	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Resistenza ultima caratteristica [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>tk</sub>	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Resistenza caratteristica allo snervamento [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub>	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Sezione resistente [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>s</sub>	36,6	58,0	84,3	157	245	353	459	561	694	817

Nel caso di fissaggi su **calcestruzzo armato** è richiesta un'adeguata resistenza elettrica del sistema per garantire una **barriera al passaggio di correnti parassite**.



**Resistenza elettrica minima richiesta:**  
Resistenza elettrica misurata: > 1 MΩ con 1 kV di corrente continua (DC)

#### Resistività elettrica resine

Materiale resina	Resistività elettrica [Ωm]	Capacità di isolamento
Vinilestere	2,0 x 10 <sup>9</sup>	Bassa
Epoossidica (RE500 V4)	36,8 x 10 <sup>12</sup>	Alta

#### Method statement

1. Utilizzare resina epossidica **HIT-RE 500 V4**
2. Garantire uno spessore dell'anello di resina attorno la barra di almeno 2,5 mm utilizzando anelli di centraggio con alette distanziatrici (HIT-CR - da M8 a M36)
3. Disporre un anello di centraggio chiuso HIT-CR al fondo foro per garantire un migliore isolamento elettrico e uno aperto a 1/3 dall'inizio foro
4. Nel caso la piastra metallica sia appoggiata al calcestruzzo armato, prevedere un'ulteriore sottopiastra di isolamento in polipropilene oppure con altro materiale che garantisca lo stesso valore di resistenza elettrica sopra riportato

## 3 Abaco soluzioni tipiche

Tipologia T.E.	N° barre filettate per catenaria	Tipologia fissaggio			Passo fissaggi
		Ancorante chimico	Diametro barre filettate	Profondità di ancoraggio	
Catenaria rigida in galleria	2	HIT RE500 V4	M30 / M33	300 mm	10 + 12 m
Pendolo in galleria	4	HIT RE500 V4	M33	300 mm	20 m

## 4 Resistenze al fuoco per fissaggi su calcestruzzo

Il cedimento dell'acciaio e della resina valutato sulla base del Technical Report TR 020 (2004-05) emesso dall'EOTA in accordo all'UNI EN 1363-1 secondo la curva di incendio standard prevista dalla ISO 834-1:1999 con barra in acciaio inox A4 di classe 70. Gli ancoranti sono stati testati su calcestruzzo fessurato esposto al fuoco senza alcuna protezione o isolamento.

**Tabella 18: Resistenza caratteristica a trazione dopo esposizione al fuoco - N<sub>Rk,s,f(tu)</sub>**

Ancorante	Ø	h <sub>ef</sub> [mm]	Carico massimo [kN] per durata specifica di resistenza al fuoco (tempo in minuti)				Autorità/N°
			F30	F60	F90	F120	
HIT RE-500v4 + barra filettata in inox A4 70	M8	100	3,16	2,12	1,09	0,51	MFPA Lipsia GS 6.1/21-003-2  Carichi per profondità diverse sono disponibili nel rapporto di prova
	M10	100	5,86	2,95	1,29	0,20	
	M12	120	9,50	5,79	3,00	1,70	
	M16	145	17,80	11,7	5,60	3,20	
	M20	170	27,90	18,30	8,70	5,10	
	M24	205	40,10	26,40	12,60	7,30	
	M27	215	52,20	34,30	16,40	9,50	
HIT-HY 270 + barra filettata in inox A4 70	M8	80	2,0	0,4	0,2	-	MFPA PB 3.2/14-179-1 
	M10	80	2,0	0,4	0,2	-	
	M12	80	2,0	0,4	0,2	-	
	M8	130	2,0	1,2	0,7	0,5	
	M10	130	3,6	1,9	1,1	0,7	
M12	130	5,9	3,0	1,5	1,1		

### ► Risorse utili

Idoneità Tecnica delle resine bicomponenti Hilti HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 270 come sistemi di ancoraggio

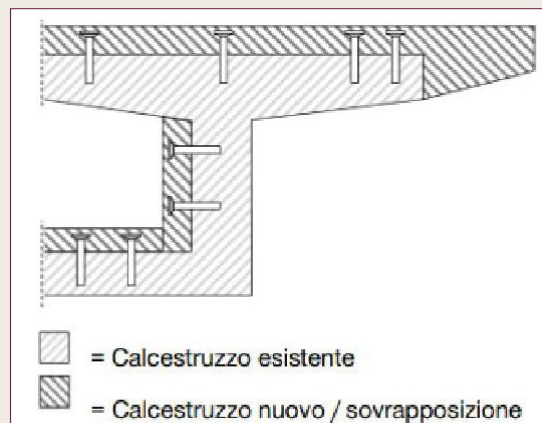
[ANCORAGGIO CHIMICO APPLICATO ALLA TRAZIONE ELETTRICA FERROVIAR... \(hilti.it\) Profis Engineering](http://ANCORAGGIO_CHEMICO_APPLICATO ALLA TRAZIONE ELETTRICA FERROVIAR... (hilti.it) Profis Engineering)

[Software di progettazione strutturale PROFIS Engineering Suite - Software per sistemi di fissaggio - Hilti Italy](http://Software di progettazione strutturale PROFIS Engineering Suite - Software per sistemi di fissaggio - Hilti Italy)

Al di là delle specifiche applicazioni tunneling esamineremo, in questo capitolo extra, interventi chiave nei ponti e viadotti, considerandoli come opere d'arte che rientrano nell'ampio contesto delle infrastrutture. Il capitolo abbraccia diverse prospettive, dalla teoria dei ringrossi sezionali secondo TR066, focalizzandosi sul rinforzo di impalcati, pile e pulvini.

Questa sezione extra completa la nostra panoramica sulle proposte Hilti, fornendo un quadro completo delle soluzioni avanzate e certificate per le sfide uniche presenti nel mondo delle infrastrutture. Attraverso l'analisi approfondita di interventi specifici, ci proponiamo di offrire una guida esaustiva e pratica, dimostrando l'adattabilità e l'efficacia dei sistemi Hilti.





La sovrapposizione di due strati di calcestruzzo (Overlay) ha lo scopo il rinforzo di un elemento in calcestruzzo esistente tramite il ringrosso della sua sezione trasversale, come nel caso delle sezioni trasversali delle travi da ponte rinforzate con un nuovo strato di calcestruzzo, nonché il ringrosso dell'impalcato esistente in calcestruzzo. La connessione tra i due strati avviene tramite dei connettori a taglio.

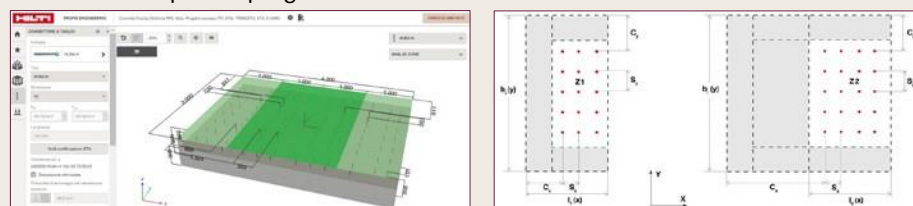
**► Progettazione / normative di riferimento**

Il nuovo concetto di progettazione secondo EOTA TR 066 [2] consente la progettazione e il dimensionamento di questi collegamenti e dell'interfaccia tenendo conto di tutti i componenti della capacità portante (attrito, ingranamento degli aggregati ed effetto spinotto) e altri fattori specifici del prodotto.

Mentre la norma EN 1992-1-1 (EC2) considera solo la coesione, le sollecitazioni esterne e l'attrito, l'EOTA TR 066 considera anche l'effetto spinotto dei connettori post-installati, valutando le singole modalità di cedimento dei connettori. Di conseguenza, quando si effettua la verifica a taglio, viene utilizzata la sollecitazione dell'acciaio  $\sigma_s$  calcolata dalla resistenza progettuale a trazione anziché la tensione di snervamento del connettore, pari alla resistenza minore tra quelle valutate e calcolate tenendo conto di tutti i possibili tipi di rottura secondo EN 1992-4 Per progettare secondo EOTA TR 066, i prodotti devono essere qualificati ETA secondo il relativo documento di valutazione Europea EAD.

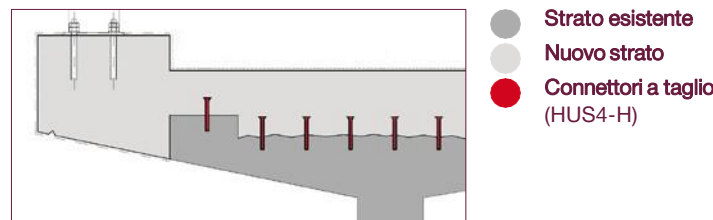
**► Software di progettazione**

Il software PROFIS Engineering di Hilti, attraverso il modulo Overlay - sovrapposizione di strati di calcestruzzo, permette di considerare le esigenze specifiche del progetto inserendole nel giusto contesto insieme ai requisiti di progettazione conformi a EOTA TR 066 e ai prodotti tecnicamente corretti, tenendo conto delle azioni statiche, delle azioni di fatica e delle azioni sismiche e fornendo un report di progettazione chiaro.



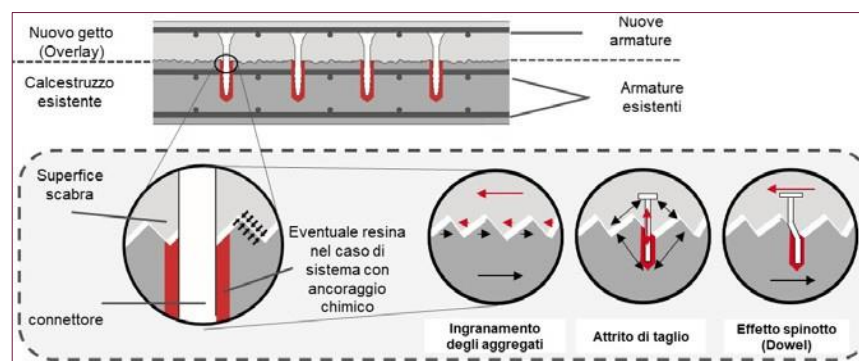
a) Modulo sovrapposizione strati calcestruzzo del PROFIS Engineering b) Report di progettazione (estratto)

**1 Individuazione tipologico**



**2 Principi di progettazione**

La capacità di taglio dell'interfaccia secondo TR066, che si sviluppa all'aumentare dello spostamento relativo all'interfaccia dei due strati, include i meccanismi di ingranamento, attrito di taglio ed effetto spinotto.



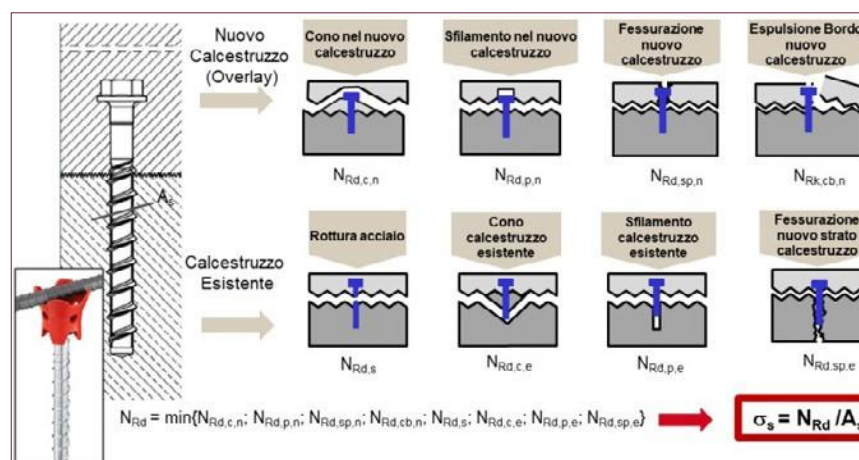
**3 Resistenza statica secondo TR 066**

In condizioni statiche, la resistenza dell'interfaccia deve essere calcolata secondo la seguente formula del TR 066 (2.9):

$$\tau_{Rd} = c_r \cdot f_{ck}^{1/3} + \mu \cdot \sigma_n + \mu \cdot \kappa_1 \cdot \alpha_{k1} \cdot \rho \cdot \sigma_s + \kappa_2 \cdot \alpha_{k2} \cdot \rho \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{Y_s} \cdot \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{Y_c}} \leq \beta_c \cdot v_e \cdot \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{Y_c}$$

Ingranamento
attrito di taglio
effetto spinotto
Puntone in calcestruzzo

i connettori possono essere caricati solo fino al raggiungimento della resistenza massima a trazione che viene determinata considerando il meccanismo di rottura più stringente (in accordo all'EC2-4) e che determina anche la sollecitazione dell'acciaio  $\sigma_s$ .



Caratteristiche della superficie dell'interfaccia	$c_a$	$c_r$	$\kappa_1$	$\kappa_2$	$\beta_c$	$\mu$
Molto scabra, (compreso il giunto dentato) $R_f \geq 3,0 \text{ mm}$	0,5	0,2	0,5	0,9	0,5	0,8 1,0 ( $f_{ck} \geq 20$ ) ( $f_{ck} \geq 35$ )
Scabra, $R_f \geq 1,5 \text{ mm}$	0,4	0,1	0,5	0,9	0,5	0,7
Liscia (superficie in calcestruzzo senza trattamento dopo il costipamento o leggermente irruvidita in caso di getto contro la cassaforma)	0,2	0	0,5	1,1	0,4	0,6
Molto liscia (casseforme in acciaio, plastica, legno)	0,025	0	0	1,5	0,3	0,5

**4 Resistenza sismica secondo TR 066**

In condizioni sismiche, la resistenza dell'interfaccia deve essere calcolata assumendo la categoria di prestazione C1 o C2 per i connettori, secondo la seguente formula del TR 066 (3.2):

$$\tau_{Rd} = \alpha_{sism} \left[ c_r \cdot f_{ck}^{1/3} + \mu \cdot \sigma_n + \mu \cdot \kappa_1 \cdot \alpha_{k1} \cdot \rho \cdot \sigma_{s,eq} + \kappa_2 \cdot \alpha_{k2} \cdot \rho \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{Y_s} \cdot \frac{f_{ck}}{Y_c}} \right] \leq \beta_c \cdot v_e \cdot \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{Y_c}$$

Caratteristiche della superficie dell'interfaccia	$c_a$	$c_r$	$\kappa_1$	$\kappa_2$	$\beta_c$	$\mu$
Molto scabra, (compreso il giunto dentato) $R_f \geq 3,0 \text{ mm}$	0,5	0,2	0,5	0,9	0,5	0,8 1,0 ( $f_{ck} \geq 20$ ) ( $f_{ck} \geq 35$ )
Scabra, $R_f \geq 1,5 \text{ mm}$	0,4	0,1	0,5	0,9	0,5	0,7
Liscia (superficie in calcestruzzo senza trattamento dopo il costipamento o leggermente irruvidita in caso di getto contro la cassaforma)	0,2	0	0,5	1,1	0,4	0,6
Molto liscia (casseforme in acciaio, plastica, legno)	0,025	0	0	1,5	0,3	0,5

**5 Soluzioni raccomandate Hilti**

	HCC-HUS4	HCC-K	HCC-HASU	HCC-B
Tipi di carico?	• statico, sismico	• statico	• statico	• statico + dinamico
Pronto per sostenere il carico?	• immediatamente	• una volta indurita la resina	• una volta indurita la resina	• immediatamente caricabile (1 kN)
Diametro?	• 8, 10, 14, 16	• 10, 12, 14, 16	• da 8 a 30	• 14
ETA?	• Sì (anche sismico)	• sì	• sì	• sì (anche di fatica)
Resina?	• Non necessaria	• RE500 V4, HY200-R V3	• RE500 V4, HY200-R V3, HY170	• RE500 V4
Spessore min. calcestruzzo esistente	• 100 mm ( $\phi = 8 \text{ mm}$ )	• 100 mm ( $\phi = 10 \text{ mm}$ )	• 100 mm ( $\phi = 10 \text{ mm}$ )	• 127 mm
Spessore min. nuovo getto	• $\geq 48 \text{ mm} + c_{top}$ (hef min. $\phi = 8 \text{ mm}$ )	• $\geq 42 \text{ mm} + c_{top}$ (valore min. $\phi = 10 \text{ mm}$ ) x	• $\geq 44 \text{ mm} + c_{top}$ (hef min. $\phi = 8 \text{ mm}$ )	• $\geq 75 \text{ mm}$

**5 Voce di capitolato**

Preventiva verifica ed eventuale preparazione della superficie esistente per garantire la rugosità prevista in progetto. Posa in opera dei connettori mediante perforazione del calcestruzzo esistente con martello perforatore a rotopercolazione e successiva pulizia del foro secondo quanto riportato nel documento ETA; inserimento ad avvitemento del tassello tipo HILTI HUS4-H nel calcestruzzo esistente, del diametro corrispondente alle indicazioni di progetto, o tasselli similari di idonea qualità previa approvazione della Direzione Lavori. Il sistema post-installato dev'essere idoneo per l'applicazione e dotato di relativo certificato ETA (European Technical Assessment) secondo l'EAD 332347-00-0601.

**6 Prescrizione**

1. Irruvidimento della superficie;
2. Foratura
3. Pulizia del foro
4. Installazione HUS4-H
5. Getto di nuovo calcestruzzo

**► Risorse utili**

Whitepaper sovrapposizioni di strati di calcestruzzo  
<https://ask.hilti.it/article/overlay-il-rinforzo-strutturale-con-sovrapposizione-di-strati-di-calcestruzzo/ecqut7>  
 Profis Engineering  
 Software di progettazione strutturale PROFIS Engineering Suite - Software per sistemi di fissaggio - Hilti Italy

### Ufficio Tecnico di Hilti Italia S.p.A.

Telefono	+39 800 827013
Fax	+39 02 21272 402
E-mail	<a href="mailto:tecnici@hilti.com">tecnici@hilti.com</a>

### Referente tecnico infrastrutture Nord-Est

Ingegnere	Manuel Cafagna
Telefono	+39 348 004 0069
E-mail	<a href="mailto:manuel.cafagna@hilti.com">manuel.cafagna@hilti.com</a>

