

# **Il fissaggio mediante ancoranti chimici e meccanici**

Ing. Mario Gabaldo

**Field Engineer**

**Hilti Italia S.p.A.**

# Agenda

1. Introduzione
2. Inquadramento normativo: riferimenti per la progettazione
3. Linea Guida Europea ETAG 001 e Technical Report 029
4. Tecnologia e innovazione degli ancoranti chimici.

# 1. Introduzione

**Applicazioni: fissaggio di carpenteria**



# 1. Introduzione

**Applicazioni: fissaggi in ambito stradale e ferroviario**



# 1. Introduzione

**Applicazioni: inghisaggio di ferri da ripresa di getto**  
(profondità non elevate  $< 20\Phi$  – Vedi Rebar design per profondità importanti)





# 1. Introduzione

## Tipologie ancoranti – Ancoranti meccanici

### Vantaggi (in generale):

- Capacità di carico immediata dopo l'installazione
- Nessuna restrizione per la salute (VOC)
- Nessuna scadenza per lo stoccaggio
- Differenti livelli di protezione alla corrosione

### Svantaggi (in generale):

- Rispetto agli ancoranti chimici, interasse di posa e distanza dal bordo maggiori

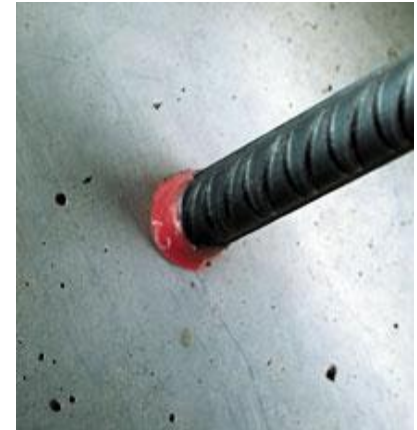


# 1. Introduzione

## Tipologie ancoranti – Ancoranti chimici

### Vantaggi (in generale):

- Performance elevate (soluzioni per ogni livello di carichi)
- Rispetto ancoranti meccanici, ridotti interassi e distanze dal bordo
- Flessibilità del fissaggio (dimensioni, resistenza alla corrosione...)
- Ripristino dell'impermeabilità
- Applicazioni flessibili per differenti materiali base (anche muratura forata, con retina di contenimento)



### Svantaggi (in generale):

- Impossibilità di applicazione immediata dei carichi  
( $T_{fix}$  da 30' a 12 h a 20°)
- Scadenza per i prodotti immagazzinati



# 1. Introduzione

## Materiale base



**Differenti materiali base → differenti caratteristiche e resistenze**

**Importante: spessore (h) e resistenza (trazione / compressione)**





# 1. Introduzione

## Materiale base – Muratura – Generalità

- Schede tecniche
- Prove di estrazione
- Utilizzo di bussole retinate per murature forate/porose



Recommended loads <sup>a)</sup>  $F_{rec}$  for brick breakout and pull out in [kN]  
Solid masonry: HIT-HY 70 with HIT-AC / HIT-V, HAS, HAS-E and HIT-IG / HIT-IC

| Anchor size                                                                    |                    |                        | HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E or Rebar <sup>c)</sup> |                                    |                                    |                                    |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Base material                                                                  | Setting depth [mm] |                        | Rod M8 or Rebar Ø8 <sup>d)</sup>                 | Rod M10 or Rebar Ø10 <sup>d)</sup> | Rod M12 or Rebar Ø12 <sup>d)</sup> | Rod M14 or Rebar Ø14 <sup>d)</sup> | Rod M16 or Rebar Ø16 <sup>d)</sup> |
| Volcanic rock (Tufo)<br>EN 771-3<br>$f_b \geq 4,3 \text{ N/mm}^2$<br><br>Italy | 80                 | $N_{rec} \text{ [kN]}$ | 0,9                                              | -                                  | -                                  | -                                  | -                                  |
|                                                                                |                    | $V_{rec} \text{ [kN]}$ | 0,9                                              | -                                  | -                                  | -                                  | -                                  |
|                                                                                | 100                | $N_{rec} \text{ [kN]}$ | -                                                | 1,2                                | -                                  | -                                  | -                                  |
|                                                                                |                    | $V_{rec} \text{ [kN]}$ | -                                                | 1,2                                | -                                  | -                                  | -                                  |
|                                                                                | 120                | $N_{rec} \text{ [kN]}$ | -                                                | -                                  | 1,5                                | -                                  | -                                  |
|                                                                                |                    | $V_{rec} \text{ [kN]}$ | -                                                | -                                  | 1,5                                | -                                  | -                                  |
|                                                                                | 140                | $N_{rec} \text{ [kN]}$ | -                                                | -                                  | -                                  | 1,8                                | -                                  |
|                                                                                |                    | $V_{rec} \text{ [kN]}$ | -                                                | -                                  | -                                  | 1,8                                | -                                  |
|                                                                                | 160                | $N_{rec} \text{ [kN]}$ | -                                                | -                                  | -                                  | -                                  | 2,1                                |
|                                                                                |                    | $V_{rec} \text{ [kN]}$ | -                                                | -                                  | -                                  | -                                  | 2,1                                |

a) Recommended load values with consideration of a global safety factor  $\gamma_{global} = 3,0$ :  $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$

b)  $f_b$  = brick strength

c) Minimum base material thickness  $h$  = setting depth + 50mm.

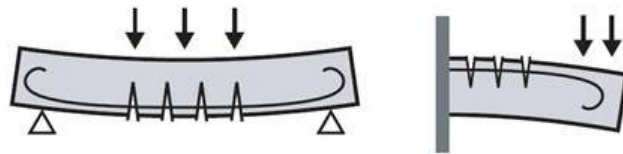
d) Drill bit diameters for rebars BST 500S:



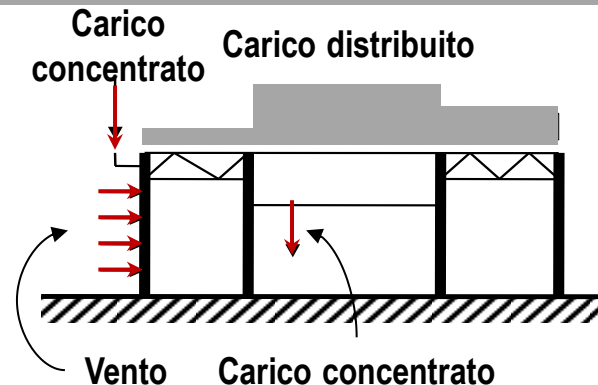
# 1. Introduzione

## Materiale base – Calcestruzzo fessurato (zona tesa) e non fessurato (zona compressa)

Localizzare le zone di calcestruzzo tese può essere semplice in una trave o in una mensola.



come può essere decisamente complicato per strutture in condizioni reali di carico



- Gli ancoranti certificati ETA con opzione 1 sono idonei sia su calcestruzzo in zona tesa che in zona compressa.
- La resistenza di un ancorante tradizionale è fortemente ridotta in un calcestruzzo fessurato
- L'ipotesi di calcestruzzo fessurato è la più conservativa

## 1. Introduzione

### Condizioni ambientali

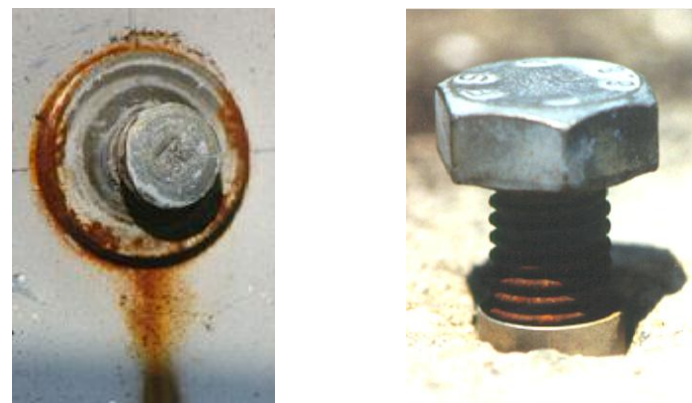
#### Corrosione omogenea



#### Corrosione da pitting (es. Acciai Inox in presenza di vapori di cloro)



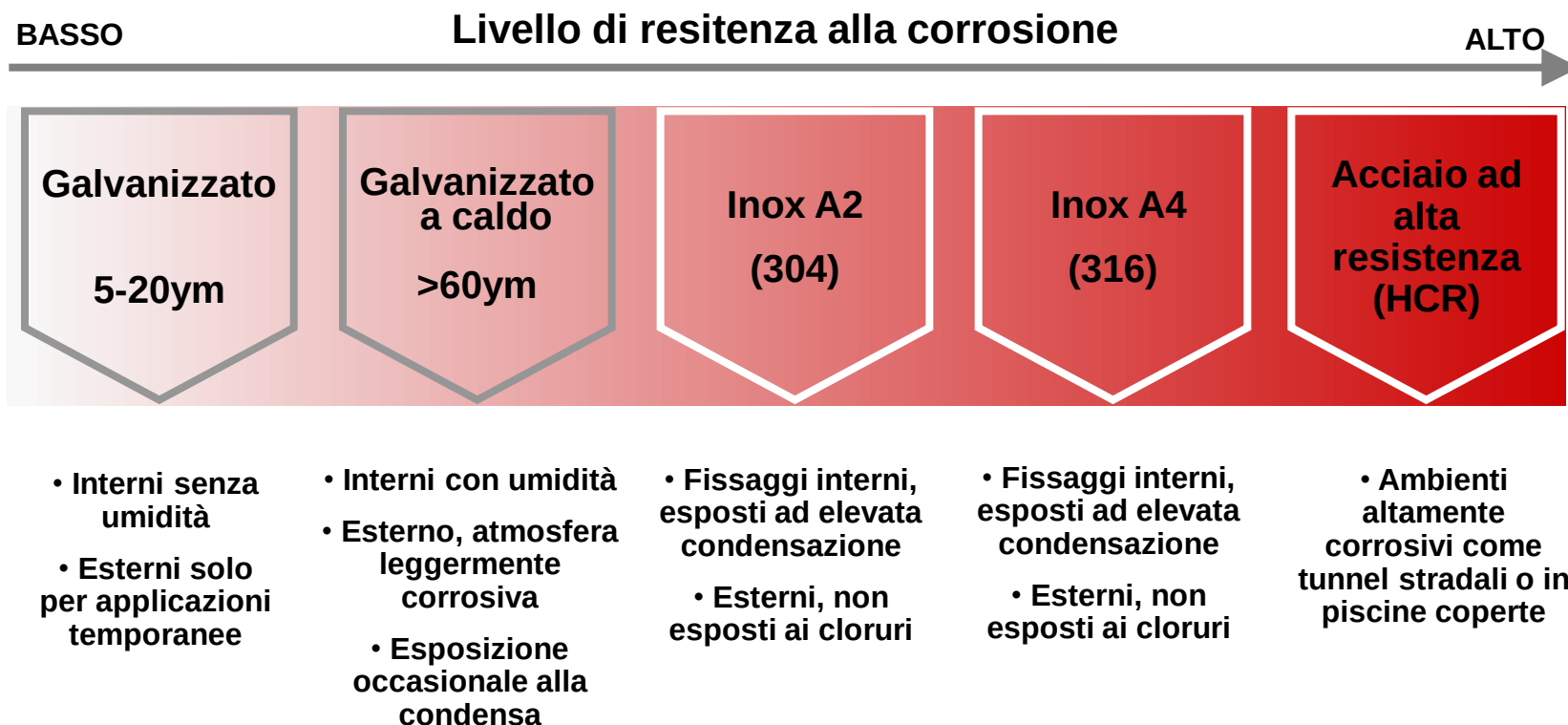
#### Corrosione da contatto



| Fastener \ Fastened part | El.-chem.<br>galvanised | Hot-dipped<br>galvanised | Aluminium<br>alloy | Structural<br>steel | Stainless steel |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| Zinc                     | ○                       | ○                        | ○                  | ○                   | ○               |
| Hot-dipped galv. steel   | ○                       | ○                        | ○                  | ○                   | ○               |
| Aluminium alloy          | ●                       | ■                        | ○                  | ○                   | ○               |
| Cadmium coating          | ●                       | ■                        | ○                  | ○                   | ○               |
| Structural steel         | ●                       | ●                        | ●                  | ○                   | ○               |
| Cast steel               | ●                       | ●                        | ●                  | ●                   | ○               |
| Chromium steel           | ●                       | ●                        | ●                  | ●                   | ○               |
| CrNi(Mo) steel           | ●                       | ●                        | ●                  | ●                   | ○               |
| Tin                      | ●                       | ●                        | ●                  | ●                   | ○               |
| Copper                   | ●                       | ●                        | ●                  | ●                   | ●               |

# 1. Introduzione

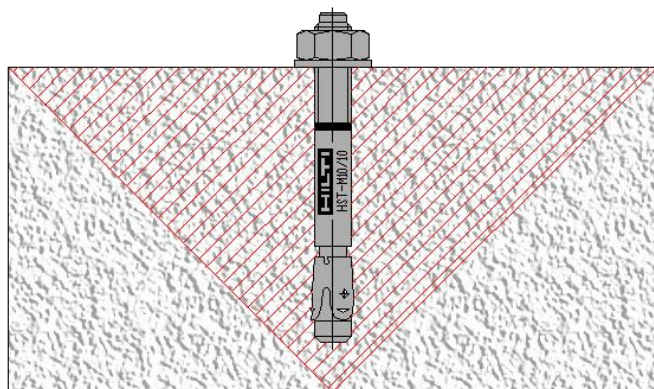
## Condizioni ambientali



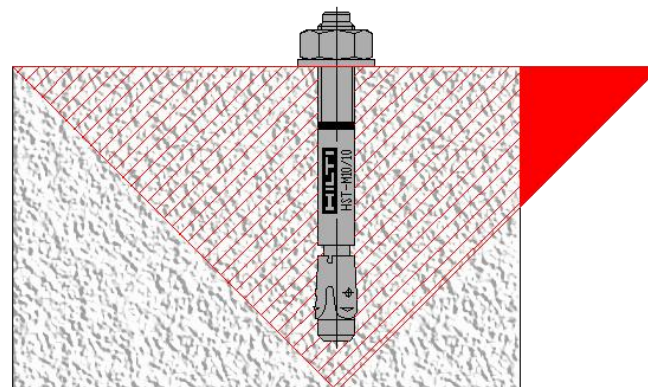
# 1. Introduzione

## Geometria

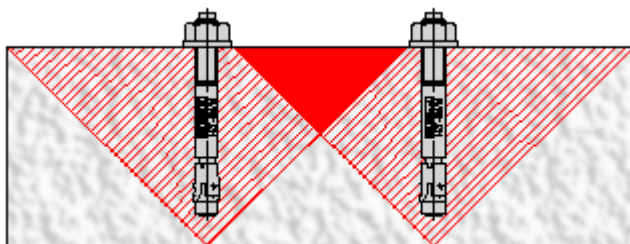
Posa ideale



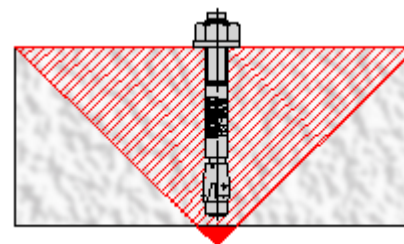
Ridotta distanza dal bordo



Ridotto interasse tra gli ancoraggi



Spessore materiale di base insufficiente





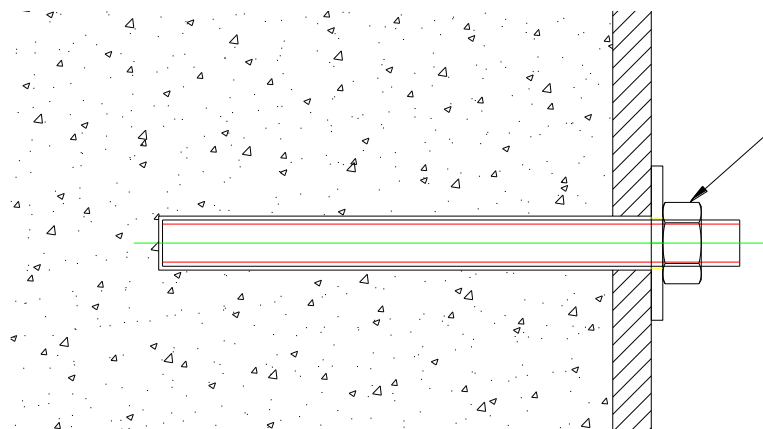
# 1. Introduzione

## Particolari di posa

- Scegliere l'ancorante in funzione del **materiale base**, del suo spessore e dell'elemento da fissare;
- **Modalità di esecuzione del foro (rotazione roto-percussione o con corona diamantata)**
- Dimensione del **foro**
- **Pulizia accurata del foro (estremamente importante);**
- Per ancoranti chimici, rispetto dei **tempi di lavorazione** ( $T_{gel}$ ) e di carico ( $T_{cure}$ );
- Installare l'ancorante con la **coppia di serraggio** raccomandata.

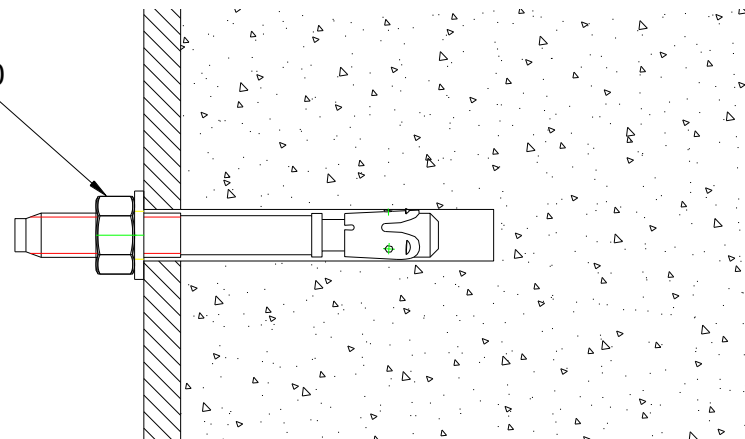
# 1. Introduzione

## Una corretta specifica



Ancorante chimico Hilti HIT-HY 200-A  
+ Barra filettata zincata a caldo M12 classe 8.8  
foro eseguito con rotopercussione Ø14 x 150 mm  
Eseguire pulizia del foro

Ancorante meccanico ad espansione Hilti HST M12x115/20  
foro eseguito con rotopercussione Ø12 x 95 mm  
Eseguire pulizia del foro  
Coppia di serraggio 60 Nm



[www.hilti.cadclick.com](http://www.hilti.cadclick.com)

# Agenda

1. Introduzione
2. Inquadramento normativo: riferimenti per la progettazione
3. Linea Guida Europea ETAG 001 e Technical Report 029
4. Tecnologia e innovazione degli ancoranti chimici.

## 2. Inquadramento normativo

### Evoluzione normativa

**1982:** 1° Metodo di calcolo per ancoranti nel calcestruzzo pubblicato a livello mondiale

 **1988:** Direttiva Europea sui prodotti da costruzione CPD 89/106/CEE

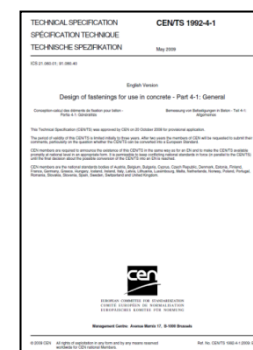
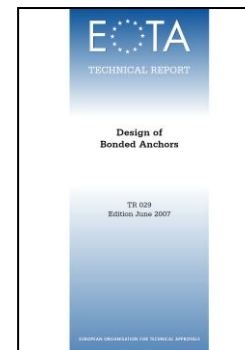
 **1993:** Regolamento di attuazione della Direttiva 89/106/CEE - DPR n°246/93

 **1997:** EOTA pubblica la linea guida **ETAG No. 001**: “Linea guida per il benessere tecnico europeo (ETA) di Ancoranti metallici da utilizzare nel calcestruzzo”

 **2007:** EOTA pubblica **Technical Report 029** “Metodo di progettazione per Ancoranti Chimici”

 **2008:** NTC2008 cita espressamente l'ETA per l'ottenimento della marcatura **CE**

 **2009:** Il CEN (Comité Européen de Normalisation) pubblica il **CEN-TS 1992-4**, che diverrà parte integrante dell'EC2 (2014?)



## 2. Inquadramento normativo

### NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI DM 14/01/2008

§11.1: « *I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:*

- *identificati univocamente a cura del produttore [...]*
- *qualificati sotto la responsabilità del produttore [...]*
- ***accettati dal Direttore dei lavori*** mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione [...] »

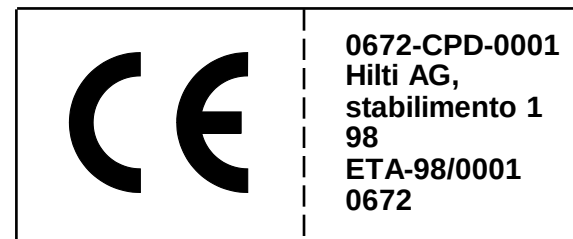
«[...] materiali e prodotti per uso strutturale innovativi [...]. **In tali casi il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), [...]**

[...] Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà **onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa** e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

### Marcatura CE

Ottenuto a seguito di:

- Giudizio di conformità del prodotto con le specifiche europee (Benestare Tecnici Europei ETA);
- Controlli di produzione di fabbrica e ispezioni nello stabilimento da parte dell'Organismo notificante;





## 2. Inquadramento normativo

### Riferimenti normativi attuali

#### *Progettazione*

European Committee for  
Standardization (CEN)

Eurocodici

Applicazione

CEN-TS 1992-4:2009

#### *Certificazione*

European Organization  
for Technical  
Approval (EOTA)



European Technical Approval  
Guideline (ETAG)

European Technical  
Approval (ETA)



Norme Tecniche per le  
Costruzioni 2008



# 3. Linea Guida Europea ETAG 001 e TR029

## Contenuti dell'ETAG001

- Parte 1: Ancoranti in generale
- Parte 2: Ancoranti ad espansione “a controllo di coppia”
- Parte 3: Ancoranti sottosquadro
- Parte 4: Ancoranti ad espansione “a controllo di spostamento”
- Parte 5: Ancoranti chimici
- Parte 6: Ancoranti multipli per impieghi non strutturali



## Allegati

- Allegato A: Procedure di prova
- Allegato B: Prove relative alle condizioni di servizio ammissibili
- **Allegato C: Metodo per la progettazione degli ancoraggi meccanici (Metodo dei coefficienti parziali - SLU)**

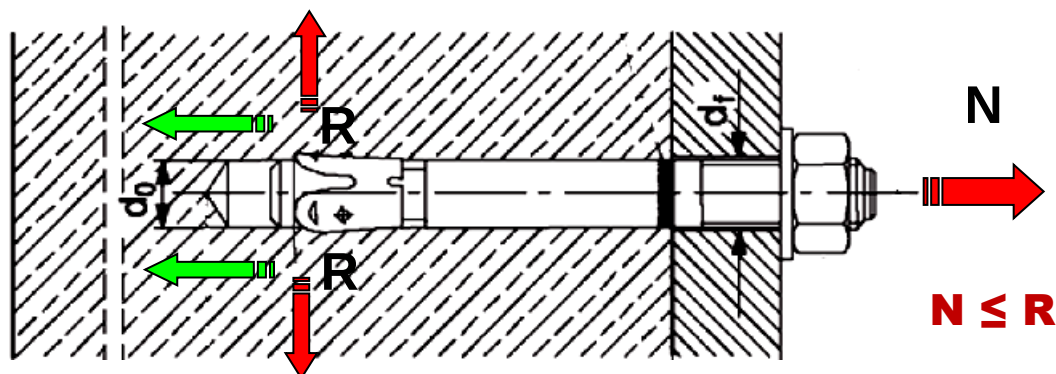
## Contenuto del Technical Report 029

Metodo per la progettazione degli ancoraggi meccanici (Metodo dei coefficienti parziali - SLU)

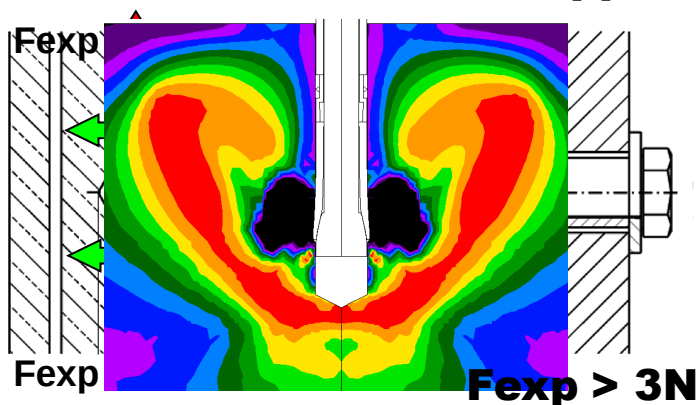
### 3. Linea Guida Europea ETAG 001 e TR029

#### Tasselli meccanici ed espansione: funzionamento per attrito

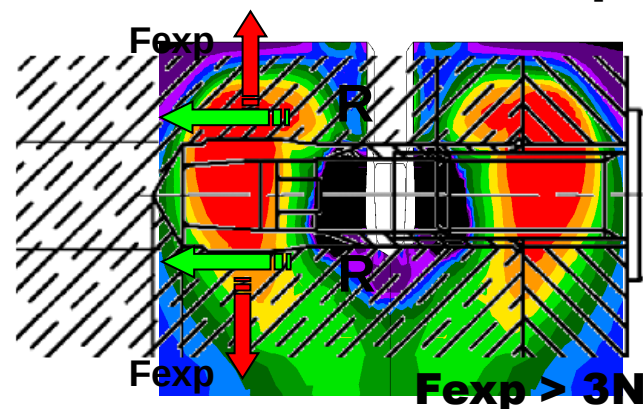
Il carico applicato  $N$  viene equilibrato dalle forze di reazione  $R$  prodotte dall'incastro creato nel materiale base



#### Tassello a controllo di coppia



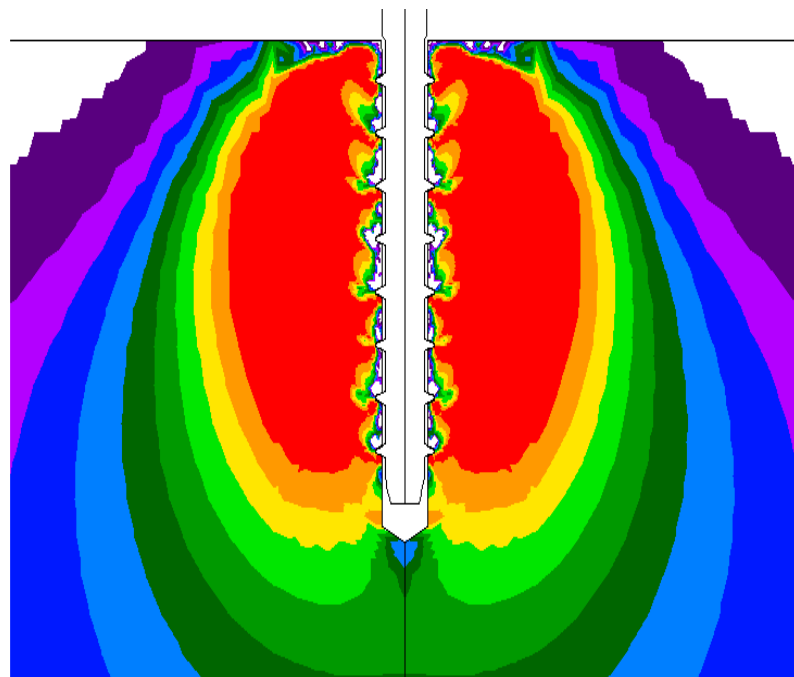
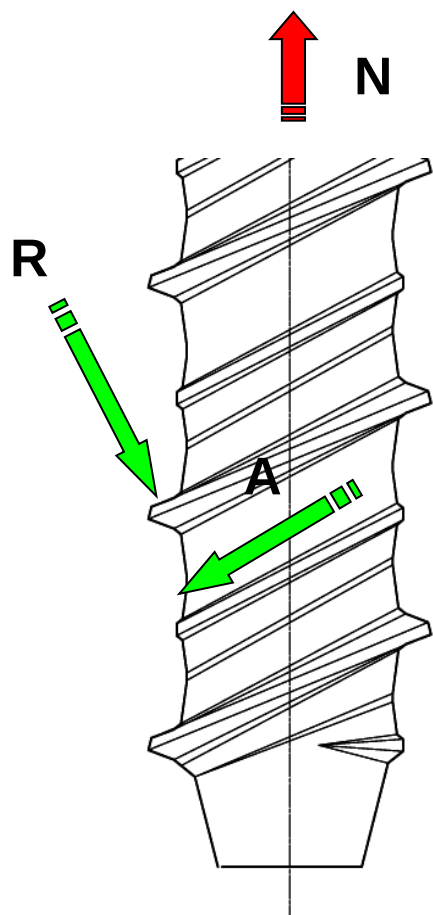
#### Tassello a controllo di spostamento



### 3. Linea Guida Europea ETAG 001 e TR029

#### Tasselli meccanici a vite: funzionamento per forma e attrito

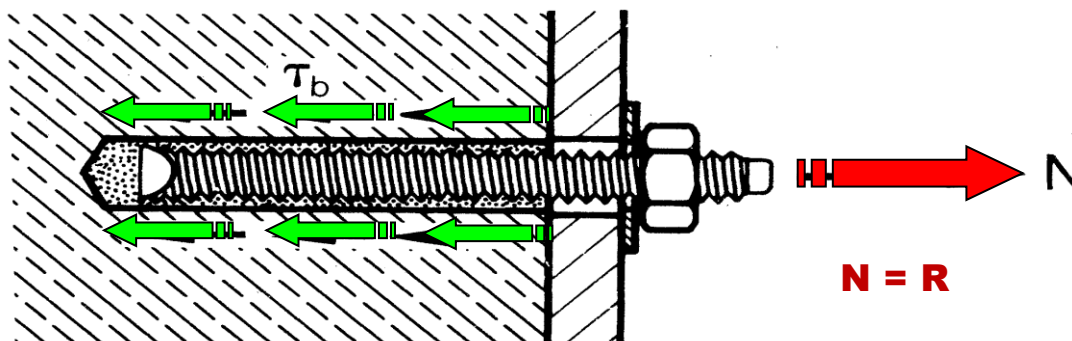
La resistenza è dovuta all'azione combinata della componente di reazione per forma  $R$  e per attrito  $A$



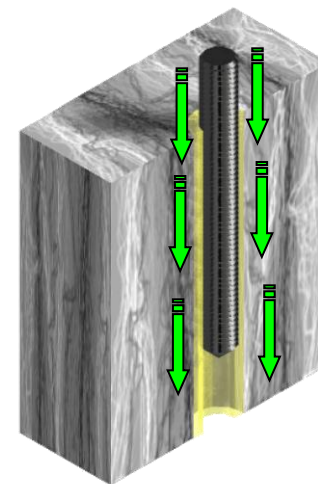
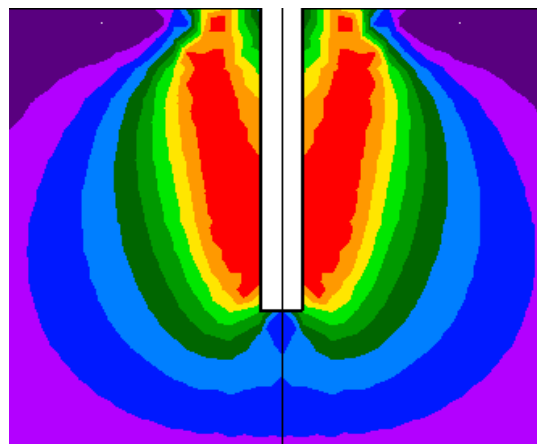
### 3. Linea Guida Europea ETAG 001 e TR029

#### Tasselli chimici: funzionamento per adesione e forma

Il carico applicato  $N$  viene trasmesso al materiale base per mezzo di adesione chimica tra l'ancorante e la parete del foro e per forma.



#### Resina + barra filettata



## Contenuti dell'ETAG001

- Parte 1: Ancoranti in generale
- Parte 2: Ancoranti ad espansione “a controllo di coppia”
- Parte 3: Ancoranti sottosquadro
- Parte 4: Ancoranti ad espansione “a controllo di spostamento”
- Parte 5: Ancoranti chimici
- Parte 6: Ancoranti multipli per impieghi non strutturali



## Allegati

- Allegato A: Procedure di prova
- Allegato B: Prove relative alle condizioni di servizio ammissibili
- **Allegato C: Metodo per la progettazione degli ancoraggi meccanici (Metodo dei coefficienti parziali - SLU)**

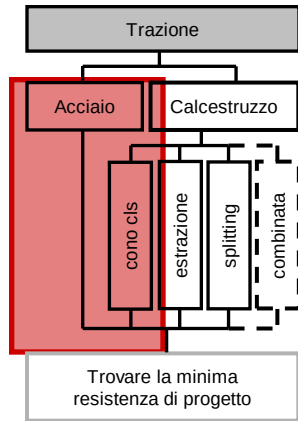
## Contenuto del Technical Report 029

## Metodo per la progettazione degli ancoraggi meccanici (Metodo dei coefficienti parziali - SLU)

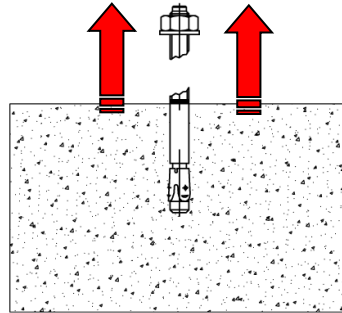


## 3. Linea Guida Europea ETAG 001 e TR029

### ETAG 001 Annex C – Rottura a trazione ancoranti meccanici

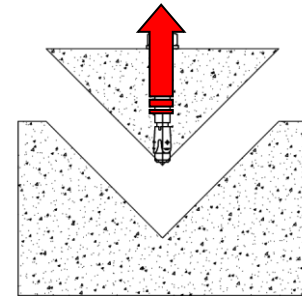


#### Rottura lato acciaio



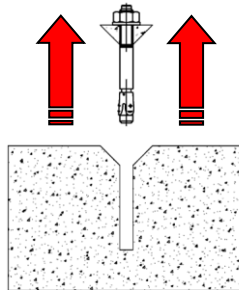
✓ Qualità dell'acciaio

#### Rottura conica del calcestruzzo



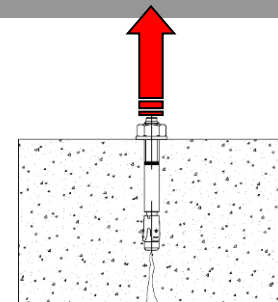
✓ Qualità del calcestruzzo

#### Rottura per estrazione

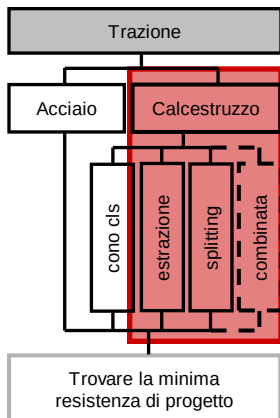


✓ Posa non corretta  
✓ Qualità del calcestruzzo

#### Rottura per splitting



✓ Spessore materiale base  
✓ Qualità del calcestruzzo



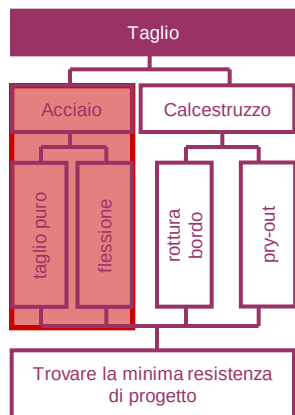
### 3. Linea Guida Europea ETAG 001 e TR029

#### ETAG 001 Annex C – Rottura a trazione ancoranti meccanici

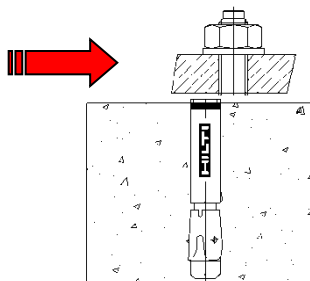
|                                        | Resistenza caratteristica                                                                                                                                                                  | Resistenza di progetto                    |                                     |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Rottura lato acciaio</b>            | $N_{Rk,s} = A_S \cdot f_{uk}$                                                                                                                                                              | $N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$ | } Si considera la minima resistenza |
| <b>Rottura conica del calcestruzzo</b> | $N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ucr,N}$                                                            | $N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$ |                                     |
| <b>Rottura per estrazione</b>          | Valore presente nell'ETA dell'ancorante                                                                                                                                                    | $N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$ |                                     |
| <b>Rottura per splitting</b>           | Prevenuta se vengono rispettate le opportune <b>condizioni geometriche</b> di posa:<br><b>distanza dal bordo, interasse, spessore materiale base</b> ( $c_{min}$ , $s_{min}$ , $h_{min}$ ) |                                           |                                     |

## 3. Linea Guida Europea ETAG 001 e TR029

### ETAG 001 Annex C – Rottura a taglio ancoranti meccanici

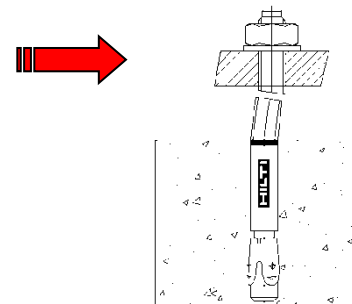


#### Rottura lato acciaio per taglio puro

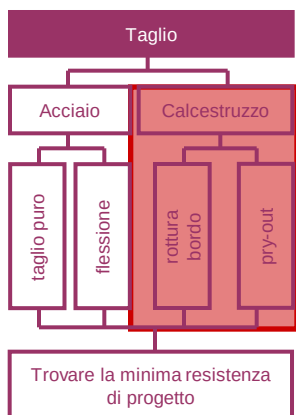


- ✓ Qualità dell'acciaio

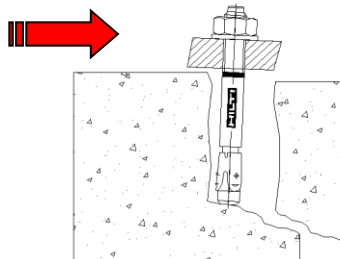
#### Rottura lato acciaio per taglio con flessione



- ✓ Qualità dell'acciaio
- ✓ Eccentricità

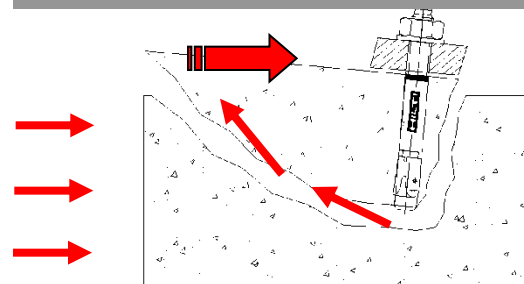


#### Rottura del bordo



- ✓ Distanza dal bordo
- ✓ Qualità del calcestruzzo

#### Rottura per pry-out



- ✓ Ancoranti corti e rigidi
- ✓ Qualità del calcestruzzo

# 3. Linea Guida Europea ETAG 001 e TR029

## ETAG 001 Annex C – Rottura a taglio ancoranti meccanici

### Resistenza caratteristica

**Rottura acciaio  
taglio puro**

$$V_{Rk,s} = 0.5 \cdot A_s \cdot f_{uk}$$

**Rottura acciaio con  
flessione**

$$V_{Rk,sm} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{\ell}$$

**Rottura del bordo**

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{\beta,V} \cdot \Psi_{ucr,V}$$

**Rottura per pry-out**

$$V_{Rd,sm} = \frac{V_{Rk,sm}}{\gamma_{Ms}}$$

### Resistenza di progetto

$$V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$

$$V_{Rd,sm} = \frac{V_{Rk,sm}}{\gamma_{Ms}}$$

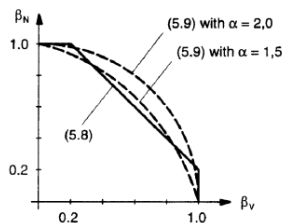
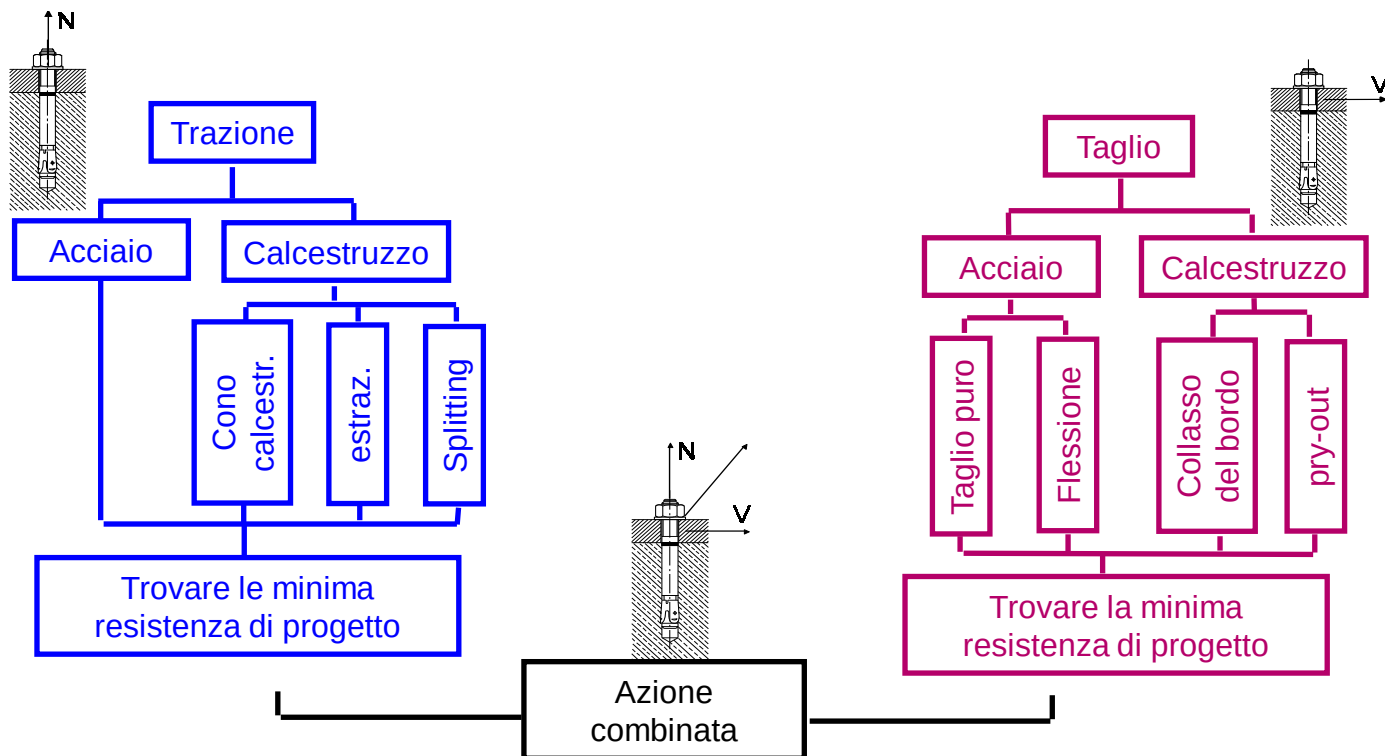
$$V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$

$$V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$$

Si considera la minima resistenza

# 3. Linea Guida Europea ETAG 001 e TR 029

## ETAG 001 Annex C – Rottura combinata



# Agenda

1. Introduzione
2. Inquadramento normativo: riferimenti per la progettazione
3. Linea Guida Europea ETAG 001 e Technical Report 029
4. Tecnologia e innovazione degli ancoranti chimici.



## 4. Tecnologia e innovazione degli ancoranti

### Particolari di posa

- Scegliere l'ancorante in funzione del **materiale base**, del suo spessore e dell'elemento da fissare;
- Modalità di esecuzione del foro (rotazione roto-percussione o con corona diamantata)
- Dimensione del **foro**
- **Pulizia accurata del foro (estremamente importante)**
- Per ancoranti chimici, rispetto dei **tempi di lavorazione** ( $T_{gel}$ ) e di carico ( $T_{cure}$ )
- **Installare l'ancorante con la coppia di serraggio raccomandata**

## 4. Tecnologia e innovazione degli ancoranti meccanici

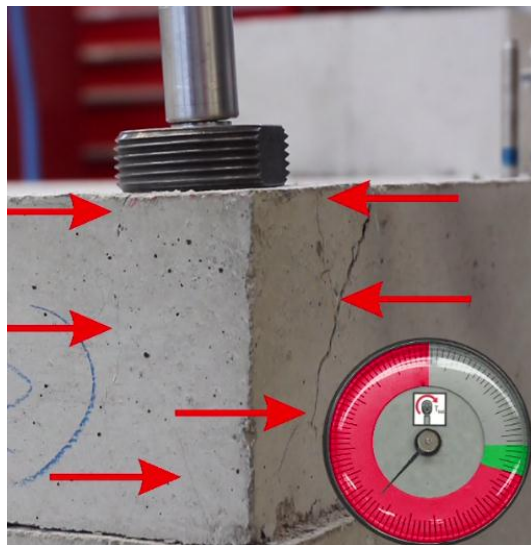
### Sistema di ancoraggio meccanico HSA + limitatore di coppia S-TB HSA

#### Coppia di serraggio: influenza sulla tenuta del tassello

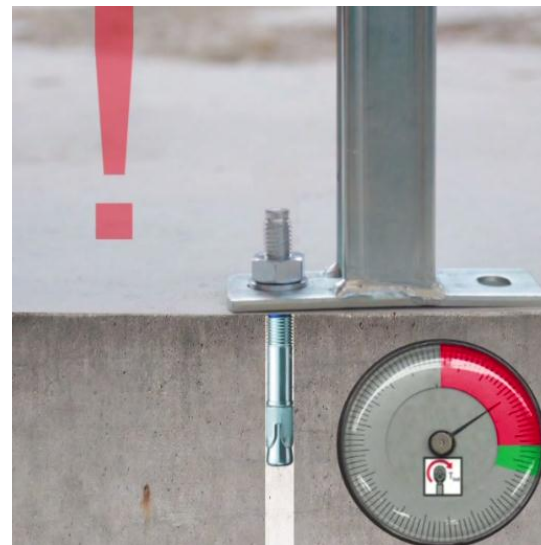


Espansione con coppia di serraggio al disopra di quella massima prevista

Espansione con coppia di serraggio minore rispetto a quella prevista



- Rottura del materiale base
- Snervamento delle alette del tassello
- Nessuna garanzia di tenuta



- Nessuna garanzia di tenuta

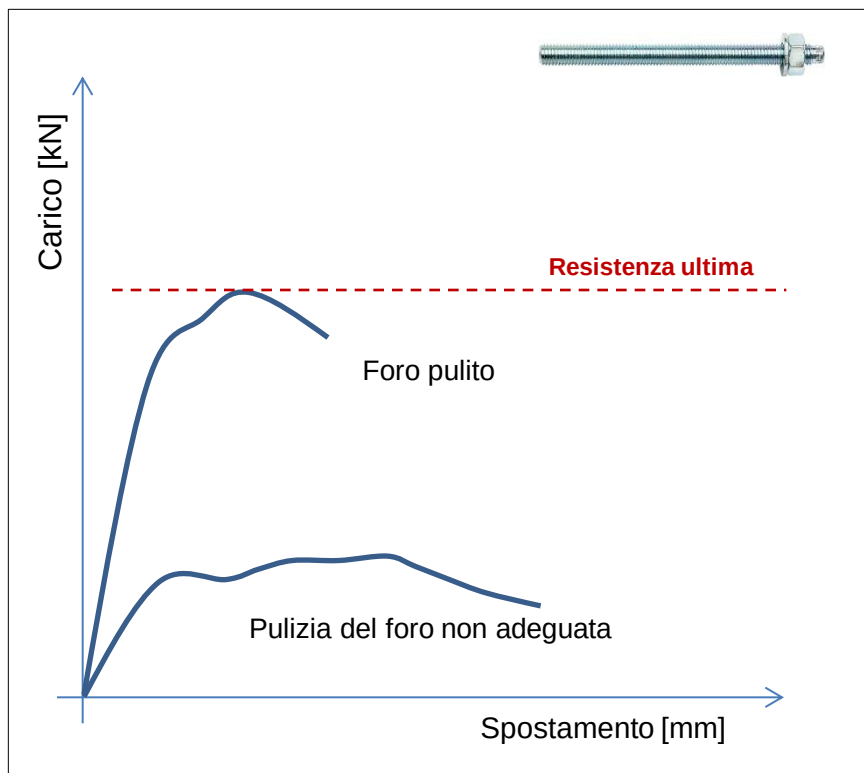
## 4. Tecnologia e innovazione - ancoranti chimici

### Sistema di ancoraggio chimico HIT-HY 200 + barra speciale HIT-Z:

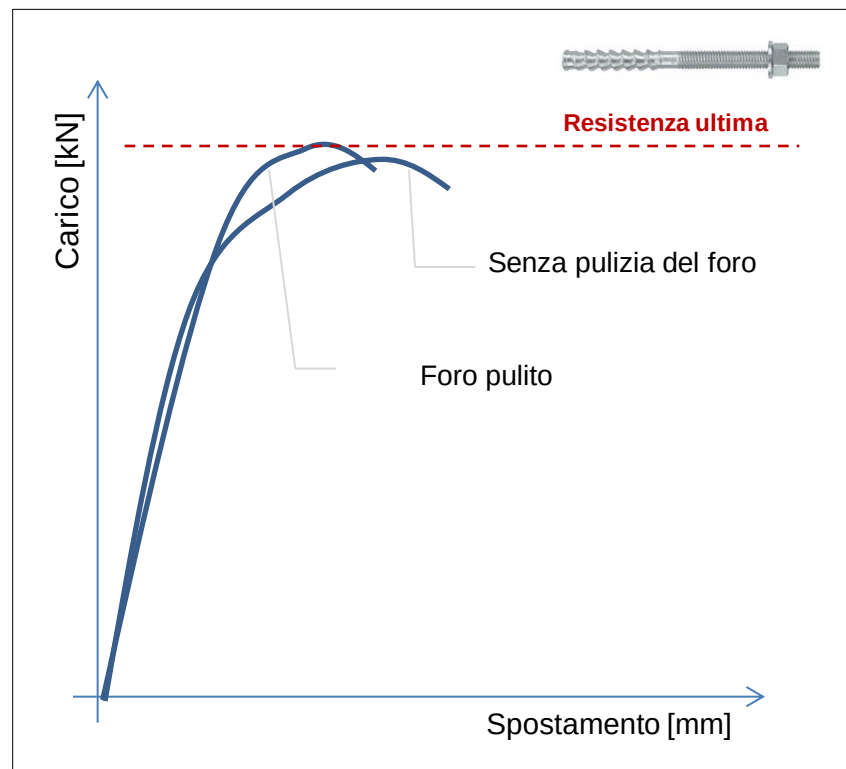
#### Ininfluenza della pulizia del foro



Barre filettate con resina ad iniezione classica

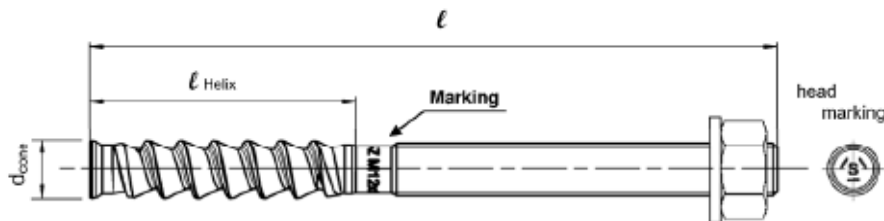


Barre HIT-Z con resina Hilti HIT-HY 200



## 4. Tecnologia e innovazione - ancoranti chimici

### Sistema di ancoraggio chimico HIT-HY 200 + barra speciale HIT-Z:



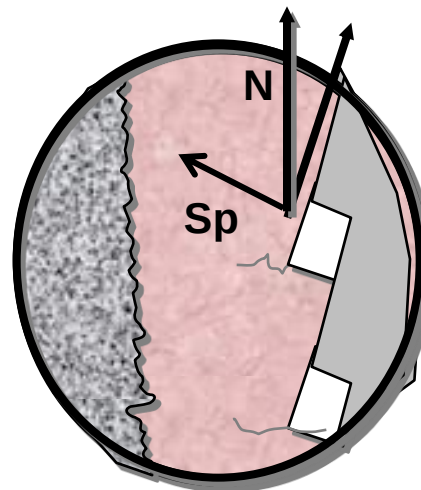
**Marking:** HIT-Z for galvanised steel; HIT-Z-R for stainless steel; M.. x  $\ell$   
(e.g. HIT-Z M12x155)

### Meccanismo di funzionamento

- La superficie liscia delle eliche consente il movimento per l'espansione
- La coppia di serraggio attiva il meccanismo di espansione
- Le forze di espansione aumentano significativamente l'adesione al calcestruzzo

### Certificazione per foro sporco

La pulizia non è richiesta grazie alla forma dei cunei appositamente studiata e alle forze di espansione



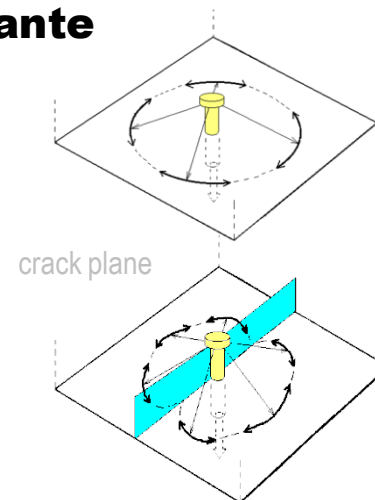
|                           |           |     |
|---------------------------|-----------|-----|
| Tempo risparmiato         | Foro      | 27% |
|                           | Pulizia   | 24% |
|                           | Iniezione | 12% |
| Inserimento della barra   |           | 18% |
| Pulizia resina in eccesso |           | 9%  |
| Cambio cartuccia          |           | 10% |

## 4. Tecnologia e innovazione - ancoranti chimici

### Sistema di ancoraggio chimico HIT-HY 200 + barra speciale HIT-Z:

#### Effetti della fessurazione sulle prestazioni di un ancorante

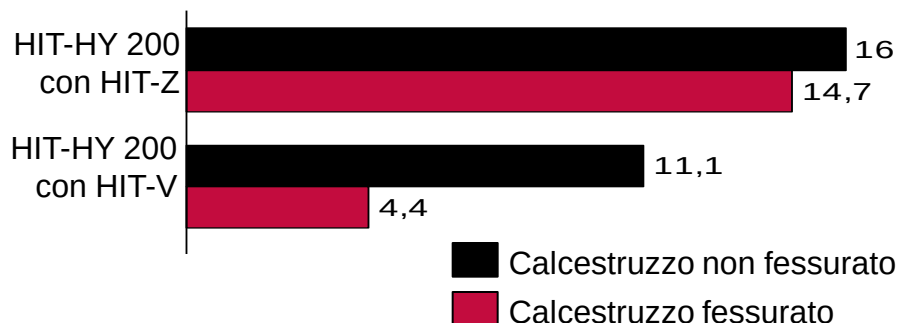
Un ancoraggio su cls non fessurato mostra una distribuzione assial-simmetrica delle tensioni rispetto all'asse dell'ancoraggio. L'equilibrio è garantito da questo anello circolare di tensioni.



**Un ancoraggio su cls fessurato mostra una redistribuzione delle tensioni all'interno del calcestruzzo, riducendo l'area in cui avviene la trasmissione delle forze nel calcestruzzo**

tensione di aderenza di progetto per barre M16 (N/mm<sup>2</sup>)

- Solo l'8% di riduzione della resistenza con le barre HIT-Z su cls fessurato vs. non-fessurato
- HIT-HY 200 con barre HIT-Z ha prestazioni migliori in termini di carico, sia su cls fessurato che su cls non-fessurato



**Grazie per l'attenzione.**

