



Università degli Studi di Trieste

Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Laurea Magistrale: Ingegneria Civile

**Corso : Progettazione ed Adeguamento delle
Infrastrutture Viarie (cod. 143MI)**

Lezione 11: Adattamenti barriere di sicurezza stradale

D.M. 21.06.2004 (Ministero Infrastrutture e dei Trasporti)
Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta
nelle costruzioni stradali

Ricordiamo che:

Art. 6 (allegato)

Criteria di scelta dei dispositivi di sicurezza stradale

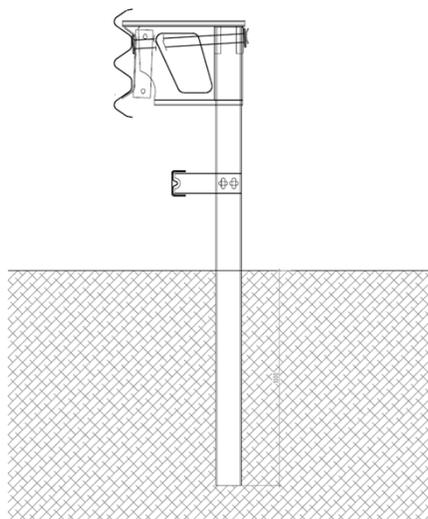
...Il progettista dovrà inoltre curare con specifici **disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi alla sede stradale** in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l'adeguato posizionamento dei terminali, interferenza e/o integrazione con altri tipi di barriere, ecc.

Direttiva del 25 agosto 2004, n. 3065. Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali

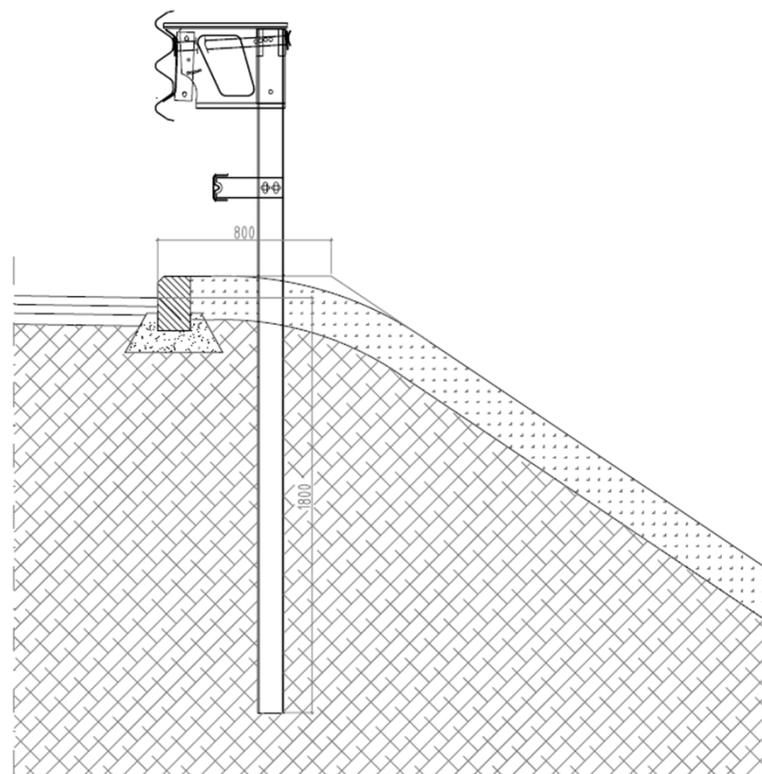
... “il progettista dovrà curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi omologati o per i quali siano stati redatti rapporti di prova, alla sede stradale, **con riferimento ai terreni di supporto, ai sistemi di fondazione**, allo smaltimento delle acque, alle zone di approccio e di transizione”. In alcuni casi **tale adattamento può comportare l'esigenza di modificare alcuni elementi del dispositivo** che di conseguenza può essere, per tali elementi, **difforme da quello omologato**, in modo particolare **per quanto attiene ai montanti ed ai sistemi di ancoraggio** nonché nelle zone di transizione tra dispositivi diversi.

Direttiva del 25 agosto 2004, n. 3065. Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali

In fase di test



In esercizio



CRITERI DI VERIFICA DEGLI ANCORAGGI

E' possibile fare riferimento a quanto indicato nella normativa nazionale (D.Min. 9.1.1996), nella sezione dedicata alle norme per travi composite acciaio calcestruzzo, dove si dice “**criteri fondati su studi e normative di sicura validità**” E' perciò possibile adottare in questo caso uno dei metodi ritenuti maggiormente affidabili ed utilizzato anche tra l'altro da alcuni produttori di ancoraggi come la Hilti S.p.A., la quale ne fa rimando specifico nel suo manuale di tecnologia del fissaggio.

In particolare è possibile riferirsi al documento “**ETAG 001: Guideline for European Technical Approvals of Metal Anchors for use in Concrete**” redatto dall'Istituto Europeo per le omologazioni E.O.T.A. (European Organization for Technical Approvals). In tale documento all'Annesso C sono illustrate le diverse procedure per la verifica degli ancoraggi. (Metodo di calcolo “A” dell'appendice).

Il suddetto documento, al fine delle verifiche, consente di individuare la resistenza caratteristica dell'ancorante (singolo o inserito in un gruppo) sia nei confronti delle sollecitazioni **di trazione e sia di taglio** con riferimento agli stati limite ultimi verificati sia nei confronti dell'acciaio che del calcestruzzo. La verifica effettuata quindi agli stati limite ultimi risulta conforme sia a quanto riportato negli euro codici che nel D.M. 14.1.2008.

Resistenza a trazione degli ancoraggi

Per quanto riguarda questo tipo di sollecitazione il documento ETAG 001 prevede di effettuare diverse verifiche a seconda della situazione di potenziale collasso.

Resistenza a trazione dell'acciaio (Steel failure – rif. Annesso C punto 5.2.2.2)

La resistenza caratteristica è individuata attraverso il prodotto dell'area dell'acciaio della sezione resistente (somma di tutte le sezioni dei tirafondi che sono sollecitati a trazione) e la tensione di rottura dell'acciaio.

$$N_{Rk,s} = A_s \cdot f_{uk} [N]$$

Resistenza allo sfilamento del calcestruzzo (pull out failure – rif. Annesso C punto 5.2.2.3)

Tale verifica non viene condotta in quanto ritenuta non necessaria e lo stesso documento ETAG 001 non fornisce indicazioni sufficienti, dichiarando tra l'altro a pag. 4 dell'Annesso B che non sono state svolte sperimentazioni sufficienti.

Si ritiene comunque che tale verifica non sia necessaria in quanto già garantita dal soddisfacimento di quella a rottura conica del calcestruzzo.

Resistenza a trazione degli ancoraggi

Resistenza a rottura conica del calcestruzzo (concrete cone failure – rif. Annesso C punto 5.2.2.4)

Tale verifica si svolge attraverso il calcolo della resistenza caratteristica a trazione per un ancorante isolato ($N_{RK,c}^0$ funzione della lunghezza dell'ancorante), moltiplicata per una serie di coefficienti correttivi che tengono conto di:

- incremento di dimensioni della superficie del cono di rottura dovuto alla presenza di altri eventuali tiranti in adiacenza ($A_{c,N}/A_{c,N}^0$);
- distanza dell'ancorante dal bordo ($\psi_{s,N}$)
- eventuale presenza di armatura ($\psi_{re,N}$)
- eventuale eccentricità del carico ($\psi_{ec,N}$)
- eventualità di operare con calcestruzzo fessurato o non fessurato ($\psi_{ucr,N}$)

In tal modo si ottiene il valore di resistenza a trazione dell'intero sistema di ancoraggio.

Resistenza a trazione degli ancoraggi

Resistenza a rottura conica del calcestruzzo (concrete cone failure – rif. Annesso C punto 5.2.2.4)

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad [N]$$

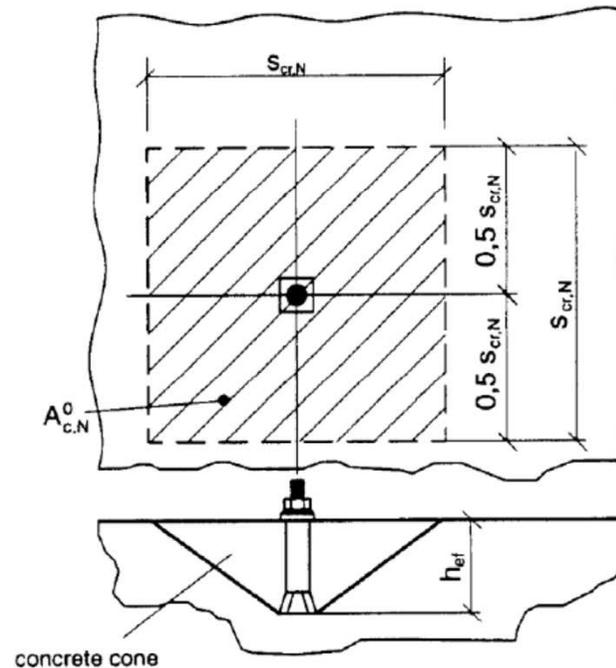
$f_{ck,cube}$ [N/mm²]; h_{ef} [mm]

$k_1 = 7.2$ for applications in cracked concrete

$k_1 = 10.1$ for applications in non-cracked concrete

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \quad [N]$$

$A_{c,N}^0$	Area di base del cono di rottura (per trazione) di un ancorante isolato;
$A_{c,N}$	Area di base del cono di rottura (per trazione) di un gruppo di ancoranti;
$N_{Rk,c}^0$	Resistenza caratteristica a trazione per un ancorante isolato;



Resistenza a taglio degli ancoraggi

Anche per queste sollecitazioni il documento ETAG 001 prevede di verificare alcune situazioni di potenziale collasso.

Resistenza a taglio dell'acciaio (Steel failure – rif. Annesso C punto 5.2.3.2 a) La resistenza caratteristica è individuata attraverso il prodotto della sezione resistente dell'acciaio (somma di tutte le sezioni dei tirafondi che sono sollecitati a taglio) e la tensione di rottura dell'acciaio.

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

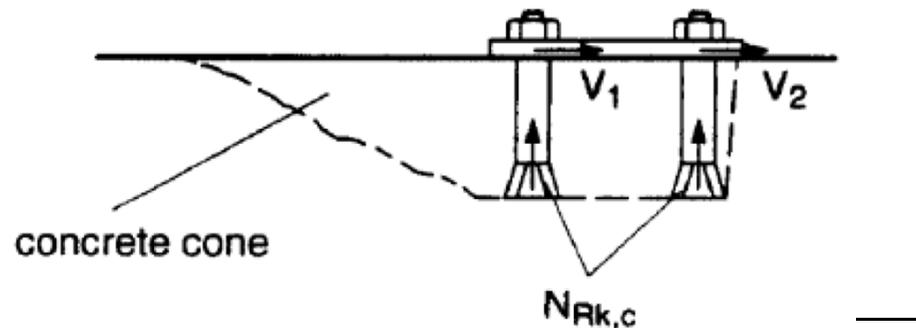
Resistenza allo strappo del calcestruzzo (Concrete pryout failure – rif. Annesso C punto 5.2.3.3)

Questa verifica prende in considerazione la resistenza caratteristica del calcestruzzo a rottura soggetta ad una forza di taglio nella misura di “k” volte la resistenza a rottura conica del calcestruzzo.

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c}$$

$$k = 1 \quad h_{ef} < 60mm$$

$$k = 2 \quad h_{ef} \geq 60mm$$



Resistenza a taglio degli ancoraggi

Resistenza alla rottura del bordo del calcestruzzo (Concrete edge failure – rif. Annesso C punto 5.2.3.4)

Questa verifica deve essere compiuta allorquando la distanza dei tirafondi soggetti a taglio distano dal bordo meno di $10h_{ef}$. In tale caso, la verifica discende dal calcolo della resistenza caratteristica a taglio per un ancorante isolato. Tale valore deve poi essere moltiplicato per una serie di fattori correttivi che prendono in considerazione:

- l'incremento di dimensioni della superficie del cono di rottura dovuto alla presenza di altri eventuali tiranti in adiacenza ($A_{c,v}/A^0_{c,v}$);
- presenza di più di un bordo in prossimità ($\psi_{s,v}$);
- spessore dell'elemento di calcestruzzo ($\psi_{h,v}$);
- direzione e verso di applicazione del carico di taglio rispetto alla direzione ortogonale al bordo ($\psi_{\alpha,v}$);
- eventuale eccentricità del carico ($\psi_{ec,v}$);
- eventualità di operare con calcestruzzo fessurato o non fessurato ($\psi_{ucr,v}$);

In tal modo si ottiene il valore di resistenza a taglio dell'intero sistema di ancoraggio.

Resistenza a taglio degli ancoraggi

Resistenza alla rottura del bordo del calcestruzzo (Concrete edge failure – rif. Annesso C punto 5.2.3.4)

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad [N]$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot h_{ef}^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1.5}$$

d_{nom} , l_f , c_1 [mm]; $f_{ck,cube}$ [N/mm²]

where

$k_1 = 1.7$ for applications in cracked concrete

$k_1 = 2.4$ for applications in non-cracked concrete

$$\alpha = 0.1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0.5}$$

$$\beta = 0.1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0.2}$$

