
NORMA
EUROPEA

**Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di
calcestruzzo - Parte 4: Progettazione degli attacchi per
utilizzo nel calcestruzzo**

UNI EN 1992-4

NOVEMBRE 2018

Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 4: Design of
fastenings for use in concrete

Versione italiana
del maggio 2019

La norma fornisce un metodo di progettazione per gli attacchi
(collegamento di elementi strutturali e non strutturali a componenti
strutturali) utilizzati per trasmettere azioni al calcestruzzo.

TESTO ITALIANO

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della
norma europea EN 1992-4 (edizione settembre 2018).

La presente norma sostituisce la UNI CEN/TS 1992-4-1:2009,
UNI CEN/TS 1992-4-2:2009, UNI CEN/TS 1992-4-3:2009,
UNI CEN/TS 1992-4-4:2009 e la UNI CEN/TS 1992-4-5:2009.

ICS 91.010.30; 91.080.40

PREMESSA NAZIONALE

La presente norma costituisce il recepimento, in lingua italiana, della norma europea EN 1992-4 (edizione settembre 2018), che assume così lo status di norma nazionale italiana.

La presente norma è stata elaborata sotto la competenza della Commissione Tecnica UNI

Ingegneria strutturale

La presente norma è stata ratificata dal Presidente dell'UNI ed è entrata a far parte del corpo normativo nazionale il 22 novembre 2018.

Le norme UNI sono elaborate cercando di tenere conto dei punti di vista di tutte le parti interessate e di conciliare ogni aspetto conflittuale, per rappresentare il reale stato dell'arte della materia ed il necessario grado di consenso.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione di questa norma, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento o per un suo adeguamento ad uno stato dell'arte in evoluzione è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione per l'eventuale revisione della norma stessa.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione di nuove edizioni o di aggiornamenti.

È importante pertanto che gli utilizzatori delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione e degli eventuali aggiornamenti.

Si invitano inoltre gli utilizzatori a verificare l'esistenza di norme UNI corrispondenti alle norme EN o ISO ove citate nei riferimenti normativi.

English version

Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 4: Design of fastenings for use in concrete

Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 4 :
Conception et calcul des éléments de fixation pour béton

Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton-
und Spannbetontragwerken - Teil 4: Bemessung der
Verankerung von Befestigungen in Beton

This European Standard was approved by CEN on 09 March 2018

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

INDICE

	PREMESSA	1
1	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	3
1.1	Generalità.....	3
1.2	Tipo di ancoranti e gruppi di attacchi.....	4
figura 1.1	Teoria di progettazione degli ancoranti - Esempio.....	4
figura 1.2	Configurazione di attacchi con ancoranti a piolo e post-inseriti trattati dalla presente EN.....	5
1.3	Dimensioni e materiali degli ancoranti.....	5
1.4	Carico degli ancoranti.....	6
1.5	Resistenza e tipo di calcestruzzo.....	6
1.6	Carico degli elementi di calcestruzzo.....	6
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3	TERMINI, DEFINIZIONI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI	7
3.1	Termini e definizioni.....	7
figura 3.1	Definizione dell'affondamento effettivo h_{ef} per ancoranti a piolo.....	9
figura 3.2	Definizioni per profili di ancoraggio.....	9
figura 3.3	Definizione dell'approfondimento effettivo h_{ef} per ancoranti post-inseriti - Esempi.....	10
3.2	Simboli e abbreviazioni.....	11
3.2.1	Indici (pedici).....	11
3.2.2	Apici.....	12
3.2.3	Azioni e resistenza (elencate in ordine alfabetico).....	12
3.2.4	Calcestruzzo e acciaio.....	17
3.2.5	Ancoranti e fissaggi, armatura.....	17
3.2.6	Unità di misura.....	19
figura 3.4	Definizioni relative alle dimensioni dell'elemento di calcestruzzo, all'interasse degli ancoranti e alla distanza dal bordo.....	19
4	PRINCIPI DI PROGETTAZIONE	19
4.1	Generalità.....	19
4.2	Verifiche richieste.....	20
4.3	Formato di progetto.....	20
4.4	Verifica mediante il metodo del coefficiente parziale.....	21
4.4.1	Coefficienti parziali per le azioni.....	21
4.4.2	Coefficienti parziali per la resistenza.....	21
prospetto 4.1	Valori raccomandati di coefficienti parziali.....	22
4.5	Specifiche di progetto.....	23
4.6	Installazione degli ancoranti.....	24
4.7	Determinazione delle condizioni del calcestruzzo.....	24
5	DURABILITÀ	24
6	DERIVAZIONE DELLE FORZE AGENTI SUGLI ANCORANTI - ANALISI	25
6.1	Generalità.....	25
figura 6.1	Eccentricità e azione di prying - Esempi di amplificazione delle forze di trazione agenti sull'ancorante a) a causa dell'eccentricità e b) a causa dell'azione di prying.....	25
6.2	Ancoranti a piolo e ancoranti post-inseriti.....	26
6.2.1	Carichi di trazione.....	26
figura 6.2	Attacco con un elemento di collegamento gravante sul calcestruzzo caricato mediante un momento flettente e una forza normale - Esempio.....	27
figura 6.3	Fissaggi sottoposti a una forza di trazione eccentrica N_{Ed} - Esempi.....	28
6.2.2	Carichi di taglio.....	28

	prospetto	6.1	Interasse dei fori	29
	figura	6.4	Determinazione dei carichi di taglio quando tutti gli ancoranti sono efficaci nella verifica - Esempio di momento torcente agenti su un attacco quadruplo	29
	figura	6.5	Determinazione delle forze di taglio per la verifica della rottura del bordo del calcestruzzo; solo le forze negli ancoranti più vicini al bordo (linee continue) sono considerate nella verifica - Esempi	30
	figura	6.6	Definizione del braccio di leva	31
6.3			Profili di ancoraggio	32
6.3.1			Generalità	32
6.3.2			Carichi di trazione	32
	figura	6.7	Calcolo delle forze di ancoraggio secondo il metodo di distribuzione triangolare del carico per un ancoraggio con bullone testa a martello a cinque ancoraggi - Esempio	33
6.3.3			Carichi di taglio	34
6.4			Forze attribuite all'armatura supplementare	34
6.4.1			Generalità	34
6.4.2			Carichi di trazione	34
6.4.3			Carichi di taglio	34
	figura	6.8	Armatura superficiale per assorbire le forze di taglio - Forze nell'armatura	35
7			VERIFICA DELLO STATO LIMITE ULTIMO	35
7.1			Generalità	35
7.2			Ancoranti muniti di testa e post-inseriti	36
7.2.1			Carico di trazione	36
	figura	7.1	Modalità di rottura degli ancoranti muniti di testa o post-inseriti sotto carico di trazione	36
	figura	7.2	a) Attacco con armatura supplementare per assorbire i carichi di trazione; b) Modello tirante-puntone corrispondente - Esempio	37
	prospetto	7.1	Verifiche richieste per ancoranti muniti di testa post-inseriti in trazione	38
	figura	7.3	Cono in calcestruzzo idealizzato e area $A_{c,N}^0$ del cono di calcestruzzo di un singolo ancorante	39
	figura	7.4	Area effettiva $A_{c,N}$ del cono di calcestruzzo idealizzato per un gruppo di quattro ancoranti - Esempio	39
	figura	7.5	Fissaggi negli elementi di calcestruzzo in cui si possono utilizzare h'_{ef} , $s'_{cr,N}$ e $c'_{cr,N}$ - Esempi	41
	figura	7.6	Illustrazione del calcolo di h'_{ef} per un attacco doppio influenzato da 4 bordi	42
	figura	7.7	Corpo di rottura idealizzata del calcestruzzo e area $A_{c,Nb}^0$ di un singolo ancorante nel caso di rottura per blow-out del calcestruzzo	46
	figura	7.8	Esempi di aree effettive $A_{c,Nb}$ dei corpi di rottura idealizzata del calcestruzzo per diverse configurazioni di ancoranti a piolo nel caso di rotture per blow-out del calcestruzzo	47
7.2.2			Carico di taglio	48
	figura	7.9	Modalità di rottura degli ancoranti muniti di testa o post-inseriti sotto carico di taglio	48
	prospetto	7.2	Verifiche richieste per ancoranti muniti di testa post-inseriti in taglio	49
	figura	7.10	Armatura per assorbire le forze di taglio agenti su un ancorante	50
	figura	7.11	Calcolo dell'area $A_{c,N}$ per rottura da pryout per un gruppo di ancoranti con carico di taglio (o loro componenti) su ancoranti agenti in direzioni opposte - Esempi, assumendo $s_{cr,N} = 3h_{ef}$	52
	figura	7.12	Verifica di un attacco quadruplo con interasse dei fori in un angolo - Esempio	53
	figura	7.13	Corpo di rottura idealizzato del calcestruzzo e area $A_{c,V}^0$ per un singolo ancorante	54
	figura	7.14	Esempi di aree di proiezione effettive $A_{c,V}$ dei corpi di rottura del calcestruzzo idealizzati per diverse configurazioni di ancoranti sotto carico di taglio	54
	figura	7.15	Risoluzione di componenti di taglio diseguali in un carico di taglio eccentrico risultante - Esempio	55
	figura	7.16	Ancoranti in elementi sottili, stretti in cui può essere utilizzato il valore c'_1	56
7.2.3			Carichi combinati di trazione e di taglio	58
	prospetto	7.3	Verifiche richieste per ancoranti muniti di testa e post-inseriti senza armatura supplementare, soggetti ad un carico combinato di trazione e di taglio	58

7.3		Ancoranti in sistemi non-strutturali ridondanti	59
7.4		Profili di ancoraggio	59
7.4.1		Carico di trazione	59
	figura 7.17	Configurazione dell'armatura supplementare	59
	prospetto 7.4	Verifiche richieste per profili di ancoraggio in trazione	60
	figura 7.18	Ancoraggio con bullone testa a martello con diverse forze di trazione - Esempio	63
	figura 7.19	Ancoraggio con bulloni testa a martello in corrispondenza di un bordo o in un elemento stretto	63
	figura 7.20	Definizione della distanza dall'angolo di un ancoraggio con bulloni testa a martello nell'angolo di un elemento di calcestruzzo	64
	figura 7.21	Ancoraggio con bulloni testa a martello in corrispondenza di un bordo di un elemento sottile	66
7.4.2		Carico di taglio	66
	prospetto 7.5	Verifiche richieste per profili di ancoraggio caricati in taglio	67
	figura 7.22	Ancoraggio con bulloni testa a martello con diverse forze di taglio - Esempio	70
	figura 7.23	Ancoraggio con bulloni testa a martello con ancoraggi influenzati da uno (a) o due (b) angoli, l'ancoraggio 2 è quello in questione - Esempio	70
	figura 7.24	Ancoraggio con bulloni testa a martello influenzato dallo spessore dell'elemento - Esempio	71
	figura 7.25	Ancoraggio con bulloni testa a martello caricato parallelamente al bordo	71
	figura 7.26	Illustrazione di un ancoraggio con bulloni testa a martello influenzato da due angoli e dallo spessore dell'elemento ($c_{2,2}$ è decisivo per la determinazione di c'_{1})	72
7.4.3		Carichi combinati di trazione e di taglio	72
	prospetto 7.6	Verifiche richieste per profili di ancoraggio senza armatura supplementare, soggetti ad un carico combinato di trazione e di taglio	73
8		VERIFICA DELLO STATO LIMITE ULTIMO PER CARICHI A FATICA	74
8.1		Generalità	74
8.2		Derivazione delle forze agenti sugli ancoranti - analisi	74
8.3		Resistenza	74
8.3.1		Carico di trazione	74
	prospetto 8.1	Verifiche richieste - Carico di trazione	75
8.3.2		Carico di taglio	75
	prospetto 8.2	Verifiche richieste - Azione di taglio	75
8.3.3		Carichi combinati di trazione e di taglio	76
9		VERIFICA PER CARICHI SISMICI	76
9.1		Generalità	76
9.2		Requisiti	77
9.3		Derivazione delle forze agenti sugli ancoranti	78
9.4		Resistenza	78
10		VERIFICA DELLA RESISTENZA AL FUOCO	78
11		VERIFICA DELLO STATO LIMITE DI SERVIZIO	79
APPENDICE A (normativa)		REGOLE AGGIUNTIVE PER LA VERIFICA DEGLI ELEMENTI DI CALCESTRUZZO DOVUTE A CARICHI APPLICATI DAI FISSAGGI	80
A.1		Generalità	80
A.2		Verifica della resistenza a taglio dell'elemento di calcestruzzo	80
APPENDICE B (informativa)		DURABILITÀ	82
B.1		Generalità	82
B.2		Ancoraggi in condizioni interne a secco	82
B.3		Ancoranti in condizioni atmosferiche esterne o in condizioni di esposizione interna permanentemente umida	82

B.4		Ancoranti in alta esposizione alla corrosione da cloruro e anidride solforosa	82
APPENDICE (normativa)	C	PROGETTAZIONE DI FISSAGGI SOTTO AZIONI SISMICHE	83
C.1		Generalità	83
C.2		Categorie di prestazione	83
	prospetto C.1	Categorie di prestazione sismica raccomandate per ancoranti	83
C.3		Criteri di progettazione	83
	figura C.1	Progettazione sismica mediante protezione dell'attacco	84
	figura C.2	Progettazione sismica mediante snervamento di un ancorante duttile	85
C.4		Derivazione delle forze agenti sugli ancoranti - analisi	86
C.4.1		Generalità	86
C.4.2		Aggiunta al punto 4.3.3.5 della EN 1998-1:2004	86
C.4.3		Aggiunta al punto 4.3.5.1 della EN 1998-1:2004	86
C.4.4		Aggiunte e modifiche al punto 4.3.5.2 della EN 1998-1:2004	86
	prospetto C.2	Valori di q_a e A_a per elementi non-strutturali	87
	figura C.3	Effetti verticali dell'azione sismica - Esempio	88
C.4.5		Aggiunte e modifiche al punto 4.3.5.4 della EN 1998-1:2004	88
C.5		Resistenza	88
	prospetto C.3	Fattore di riduzione α_{eq}	89
C.6		Spostamenti degli ancoranti	90
APPENDICE (informativa)	D	ESPOSIZIONE AL FUOCO - METODO DI PROGETTO	91
D.1		Generalità	91
D.2		Coefficienti parziali	91
D.3		Azioni	91
D.4		Resistenza	91
D.4.1		Generalità	91
D.4.2		Carico di trazione	92
	prospetto D.1	Resistenza a trazione caratteristica di un ancorante di acciaio al carbonio in caso di esposizione al fuoco	92
	prospetto D.2	Resistenza a trazione caratteristica di un ancorante di acciaio inossidabile in caso di esposizione al fuoco	92
D.4.3		Carico di taglio	93
D.4.4		Carichi combinati di trazione e di taglio	94
APPENDICE (normativa)	E	CARATTERISTICHE PER LA PROGETTAZIONE DI FISSAGGI CHE DEVONO ESSERE FORNITE DALLE SPECIFICHE TECNICHE EUROPEE DI PRODOTTO	95
	prospetto E.1	Caratteristiche utilizzate per la progettazione di attacchi sotto carico statico da ricavare da una Specifica tecnica di prodotto europea	95
	prospetto E.2	Caratteristiche utilizzate per la progettazione di fissaggi sotto carico statico da ricavare da una Specifica tecnica di prodotto europea	96
	prospetto E.3	Caratteristiche utilizzate per la progettazione di fissaggi sotto carico statico da ricavare da una Specifica tecnica di prodotto europea	96
APPENDICE (normativa)	F	ASSUNZIONI PER LE DISPOSIZIONI DI PROGETTO RELATIVE ALL'ESECUZIONE DEI FISSAGGI	97
F.1		Generalità	97
F.2		Ancoranti post-inseriti	97
F.3		Ancoranti a piolo	97
F.4		Profili di ancoraggio	98
APPENDICE (informativa)	G	PROGETTAZIONE DI ANCORANTI POST-INSERITI - METODI SEMPLIFICATI	99

G.1	Generalità	99
G.2	Metodo B	99
G.3	Metodo C	100

	BIBLIOGRAFIA	101
--	---------------------	-----

PREMESSA

Il presente documento (EN 1992-4:2018) è stato elaborato dal Comitato Tecnico CEN/TC 250 "Structural Eurocode", la cui segreteria è affidata al BSI.

Alla presente norma europea deve essere attribuito lo status di norma nazionale, o mediante pubblicazione di un testo identico o mediante notifica di adozione, al più tardi entro marzo 2019, e le norme nazionali in contrasto devono essere ritirate al più tardi entro marzo 2019.

Si richiama l'attenzione alla possibilità che alcuni degli elementi del presente documento possano essere oggetto di brevetti. Il CEN (e/o il CENELEC) non deve(devono) essere ritenuto(i) responsabile(i) di avere citato tali brevetti.

Il presente documento annulla e sostituisce il CEN/TS 1992-4-1:2009, CEN/TS 1992-4-2:2009, CEN/TS 1992-4-3:2009, CEN/TS 1992-4-4:2009 e CEN/TS 1992-4-5:2009.

Il presente documento è stato elaborato nell'ambito di un mandato conferito al CEN dalla Commissione Europea e dall'Associazione Europea del Libero Scambio.

Il presente documento differisce dal CEN/TS 1992-4-1:2009, CEN/TS 1992-4-2:2009, CEN/TS 1992-4-3:2009, CEN/TS 1992-4-4:2009 e CEN/TS 1992-4-5:2009 come segue:

- Il contenuto della serie CEN/TS 1992-4 è condensato e completamente revisionato per essere pubblicato come una norma singola che tratta la progettazione dei diversi tipi di ancoraggi gettati in opera e sistemi di fissaggio post-inseriti.
- I riferimenti normativi sono aggiornati. Alcune norme date nella serie CEN/TS 1992-4 sono state spostate in una bibliografia aggiunta
- 1.2 (5) e Fig. 1.2: Le configurazioni dei fissaggi con ancoranti a piolo o post-inseriti trattati dalla EN 1992-4 sono descritti in maggiore dettaglio.
- 1.3 (1), 1.3 (2) e 7.3: Le disposizioni sugli ancoranti per il fissaggio dei sistemi non strutturali staticamente indeterminati sono aggiunti. I dettagli del metodo di progettazione sono indicati nel CEN/TR 17079 *Design of fastenings for use in concrete - Redundant non-structural systems*.
- 4.4.2.2 e Prospetto 4.1: I fattori di sicurezza per i materiali parziali per le situazioni di progetto accidentale sono introdotti e i quali sono circa del 15% più piccoli di quelli per situazioni di progetto permanente transitorio.
- 6.2.1 (2): Condizioni più specifiche per assicurare un elemento di collegamento rigido sono fornite e le disposizioni in caso di un collegamento elastico sono aggiunte.
- Da 7 a 11: Le verifiche sono basate sulla forza del cilindro di calcestruzzo e non la forza del cubo e i fattori k per il calcolo delle resistenze caratteristiche di base per le modalità di errore diverse sono regolate di conseguenza.
- 7.2.1.4 (1): Formula (7.1) e 7.2.1.4 (7): Il fattore $\psi_{M,N}$ è introdotto per tenere conto dell'effetto favorevole di una forza di compressione tra l'elemento di collegamento e il calcestruzzo in caso di momenti flettenti con o senza forza assiale sulla resistenza del cono in calcestruzzo.
- 7.2.1.6 (2), Formula (7.14): Il fattore dipendente del prodotto ψ_{SUS} è introdotto per tener conto dell'influenza del carico sostenuto sulla forza di aderenza nel caso di ancoranti chimici post-inseriti per la verifica della rottura del calcestruzzo combinata con sfilamento.
- 7.2.2.5 (13) e punto 7.4.2.5 (7): Il fattore $\psi_{re,V}$ per tener conto dell'effetto dell'armatura del bordo e delle staffe a spaziatura ravvicinata o della rete metallica sulla resistenza caratteristica per il cedimento del bordo in calcestruzzo è limitato al calcestruzzo fessurato.
- 7.4.1.3 (2) e 7.4.2.3 (2): Per la verifica dei canali di ancoraggio per la flessione locale dei bordi del canale sotto carichi di tensione e carichi di taglio senza braccio di leva si considera l'influenza dei bulloni testa a martello ravvicinati.
- 7.4.1.7, Formula (7.69): Per la verifica di ancoraggi per rottura per blow-out del calcestruzzo il fattore $\psi_{g,Nb}$ viene cancellato.

- 7.4.2.3.1 e prospetto 7.5: Per la verifica dei profili di ancoraggio soggetti a forze di taglio senza braccio di leva in caso di cedimento dell'acciaio la modalità di cedimento degli ancoraggi e la connessione tra ancoraggi e profili di ancoraggio sono aggiunte.
- 7.4.2.5 (2): Formula (7.78) è modificata. L'influenza della distanza del bordo sulla resistenza caratteristica di base in caso di cedimento del bordo di calcestruzzo è presa in considerazione con $c_1^{4/3}$ invece di $c_1^{1,5}$.
- 7.4.3 e prospetto 7.6: In caso di interazione del taglio e dei carichi in tensione che agiscono sui profili di ancoraggio vengono fornite disposizioni per le diverse modalità di cedimento dell'acciaio e per le modalità di cedimento diverse dall'insufficienza dell'acciaio.
- Punto 8: I valori della resistenza alla fatica caratteristica nel caso di modalità di cedimento del calcestruzzo per 2×10^6 cicli di carico sono ridotti.
- Punto 9 e Appendice C: Le verifiche dei carichi sismici sono completamente revisionate.
- Punto 10: Le disposizioni per la verifica alla resistenza al fuoco sono aggiunte. L'Appendice D informativa fornisce un metodo di progetto per i fissaggi con ancoranti a piolo gettati in opera, per profili di ancoraggio e per ancoranti post-inseriti esposti al fuoco.
- Appendice E normativa: Le caratteristiche per la progettazione dei fissaggi da fornire mediante Specifiche Tecniche di prodotto Europee sono aggiunte.
- Appendice F: Le sezioni specifiche di Prodotto della serie CEN/TS 1992-4 sulle definizioni per le disposizioni di progetto riguardanti l'esecuzione dei fissaggi sono condensate in questa Appendice normativa.
- Appendice G: Le disposizioni di progetto della serie CEN/TS 1992-4 per gli ancoranti post-inseriti utilizzando metodi semplificati sono spostate a questa Appendice informativa.
- Appendice B del CEN/TS 1992-4:1 "Plastic design approach" è spostato al CEN/TR 17081 Design of fastenings for use in concrete – Plastic design of fastenings with headed and post-installed fasteners.

La EN 1992 è composta dalle parti seguenti:

- EN 1992-1-1, Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings;
- EN 1992-1-2, Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design;
- EN 1992-2, Eurocode 2 - Design of concrete structures - Concrete bridges - Design and detailing rules;
- EN 1992-3, Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 3: Liquid retaining and containment structures;
- EN 1992-4, Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 4: Design of fastenings for use in concrete.

I valori numerici per i fattori parziali e altri parametri di affidabilità sono valori raccomandati. I valori raccomandati si applicano quando:

- a) i raccordi sono conformi ai requisiti di 1.2 (3), e
- b) l'installazione è conforme ai requisiti del punto 4.6.

In conformità alle Regole Comuni CEN/CENELEC, gli enti nazionali di normazione dei seguenti Paesi sono tenuti a recepire la presente norma europea: Austria, Belgio, Bulgaria, Cipro, Croazia, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Repubblica Ex Jugoslava di Macedonia, Romania, Serbia, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia e Ungheria.

Appendice nazionale per la EN 1992-4

La presente EN fornisce valori con Note che segnalano dove può essere necessario fare scelte nazionali. Quando la presente EN è resa disponibile a livello nazionale, può essere seguita da un'Appendice nazionale contenente tutti i Parametri Determinati in sede Nazionale da utilizzare per la progettazione di attacchi secondo la presente EN destinati all'impiego nel paese pertinente.

La scelta nazionale dei coefficienti parziali e dei parametri di affidabilità è ammessa nella progettazione secondo la presente EN nelle sezioni seguenti:

- 4.4.1(2);
- 4.4.2.2(2);
- 4.4.2.3;
- 4.4.2.4;
- 4.7(2);
- C.2(2);
- C.4.4(1);
- C.4.4(3);
- D.2(2).

1

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

1.1

Generalità

- (1) La presente norma europea fornisce un metodo di progettazione per fissaggi (connessione di elementi strutturali e non strutturali a componenti strutturali), che sono utilizzati per trasmettere le azioni al calcestruzzo. Il presente metodo di progettazione utilizza modelli fisici che sono basati su una combinazione di prove e analisi numeriche coerentemente al punto 5.2 della EN 1990:2002 .

Ulteriori regole per la trasmissione dei carichi dell'ancorante all'interno dell'elemento di calcestruzzo ai suoi appoggi sono indicate nella EN 1992-1-1 e nell'appendice A della presente EN.

Gli inserti inglobati negli elementi di calcestruzzo prefabbricati durante la produzione, secondo le condizioni di controllo di produzione in fabbrica (FPC) e con la dovuta armatura, destinati all'utilizzo solo durante situazioni transitorie per il sollevamento e la movimentazione, sono trattati nel CEN/TR 15728.

- (2) La presente EN è destinata ad applicazioni relative alla sicurezza in cui la rottura di fissaggi può dare luogo al collasso o al collasso parziale della struttura, causare rischi per la vita umana o comportare perdite economiche significative. In questo contesto si applica anche a elementi non strutturali.
- (3) L'elemento di collegamento può essere staticamente determinato o staticamente indeterminato. Ogni appoggio può consistere in un ancorante o in un gruppo di ancoranti.
- (4) La presente EN è valida per applicazioni che rientrano nello scopo e campo di applicazione delle norme della serie EN 1992. In applicazioni in cui si applicano considerazioni speciali, per esempio centrali nucleari o strutture di protezione civile, possono essere necessarie delle modifiche.
- (5) La presente EN non tratta la progettazione dell'elemento di collegamento. Le regole per la progettazione dell'elemento di collegamento sono indicate nelle norme appropriate che soddisfano i requisiti sull'elemento di collegamento come indicato nella presente EN.

- (6) Il presente documento si basa sulle resistenze caratteristiche e distanze che sono specificate in una Specifica tecnica di prodotto europea (vedere appendice E). Almeno le caratteristiche dell'appendice E sono indicate nelle specifiche tecniche di prodotto europee per le corrispondenti condizioni di carico fornendo una base per i metodi di progettazione della presente EN.

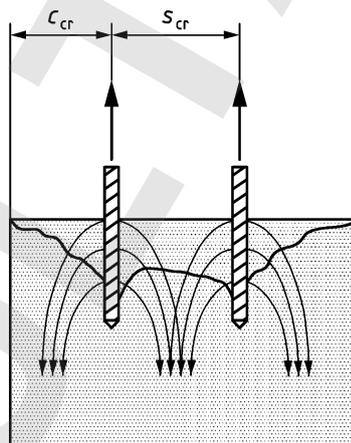
1.2

Tipo di ancoranti e gruppi di attacchi

- (1) La presente EN utilizza la teoria di progettazione degli ancoranti¹⁾ (vedere figura 1.1) e si applica ad:
- ancoranti gettati in opera come per esempio ancoranti a piolo, profili di ancoraggio con connessione rigida (per esempio saldata, forgiata) tra ancoraggio e profilo canale;
 - ancoranti meccanici post-inseriti come per esempio ancoranti ad espansione, ancoranti sottosquadro e viti per calcestruzzo;
 - ancoranti chimici post-inseriti e ancoranti chimici ad espansione.
- (2) Per altri tipi di ancoranti può essere necessario modificare le disposizioni di progettazione.
- (3) La presente EN si applica ad ancoranti nel calcestruzzo con idoneità stabilita per l'applicazione specificata trattati da disposizioni che fanno riferimento alla presente EN e che forniscono i dati richiesti dalla presente EN. L'idoneità dell'ancorante è specificata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

figura 1.1

Teoria di progettazione degli ancoranti - Esempio



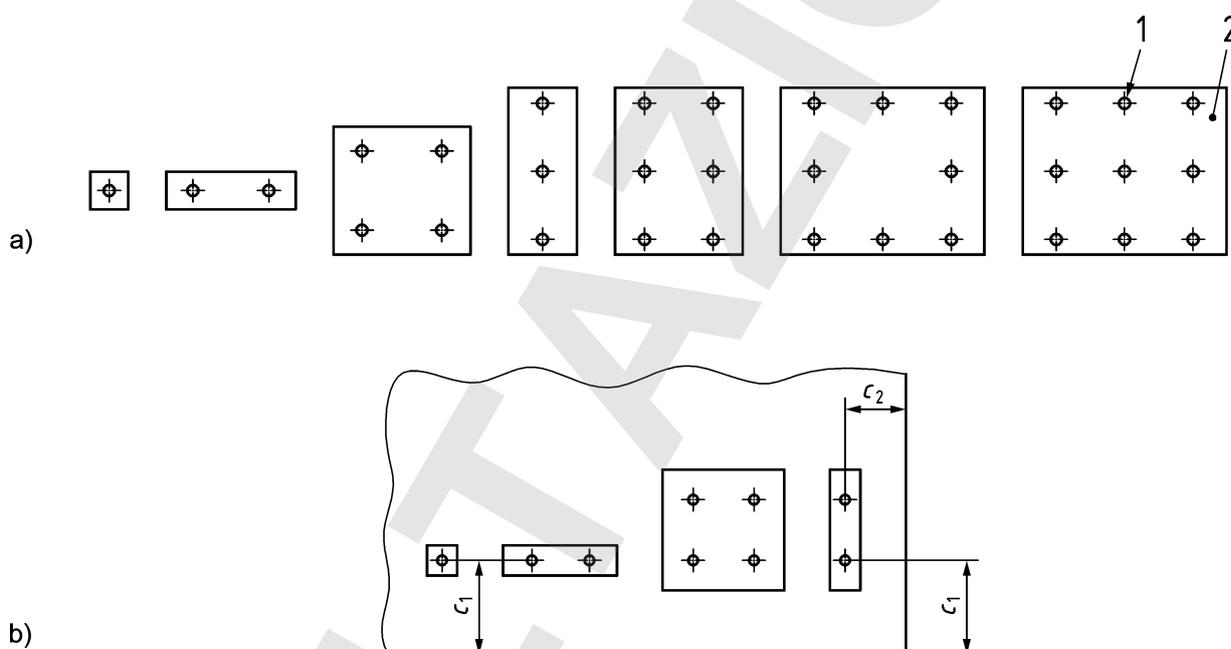
- (4) La presente EN si applica ad ancoranti singoli e gruppi di ancoranti. In un gruppo di ancoranti, i carichi sono applicati ai singoli ancoranti del gruppo per mezzo di un elemento di collegamento comune. In un gruppo di ancoranti, la presente norma europea si applica solo se si utilizzano ancoranti dello stesso tipo e dimensione.
- (5) Le configurazioni di fissaggi con ancoranti a piolo gettati in opera e ancoranti post-inseriti trattati dalla presente EN sono illustrate nella figura 1.2.
- (6) Per profili di ancoraggio, il numero di ancoraggi non è limitato.
- (7) Le barre di armatura nervate post-inserite utilizzate per collegare gli elementi di calcestruzzo sono trattate da una Specifica tecnica di prodotto europea.

1) Nella teoria di progettazione degli ancoranti, la capacità di trazione del calcestruzzo è utilizzata direttamente per trasferire i carichi nel componente di calcestruzzo.

Configurazione di attacchi con ancoranti a piolo e post-inseriti trattati dalla presente EN

Legenda

- 1 Ancorante
- 2 Piastra di acciaio
- a) Fissaggi senza interasse dei fori per tutte le distanze dai bordi e per tutte le direzioni di carico, e fissaggi con interasse dei fori secondo il prospetto 6.1 situati lontano dai bordi ($c_1 \geq \max\{10h_{ef}; 60d_{nom}\}$) per tutte le direzioni di carico e fissaggi con interasse dei fori secondo il prospetto 6.1 situati vicino a un bordo ($c_1 < \max\{10h_{ef}; 60d_{nom}\}$) soggetti solo ad azione assiale
- b) Fissaggi con interasse dei fori secondo il prospetto 6.1 situati vicino a un bordo ($c_1 < \max\{10h_{ef}; 60d_{nom}\}$) per tutte le direzioni di carico



1.3

Dimensioni e materiali degli ancoranti

- (1) La presente EN si applica ad ancoranti con un diametro minimo o una dimensione della filettatura minima di 6 mm (M6) o una sezione trasversale corrispondente. Nel caso di ancoranti per fissare sistemi non strutturali staticamente indeterminati come definiti nel punto 7.3, la dimensione della filettatura minima è 5 mm (M5). Il diametro massimo dell'ancorante non è limitato per il carico di trazione, ma è limitato a 60 mm per il carico di taglio.
- (2) La EN 1992-4 si applica ad ancoranti con approfondimento effettivo $h_{ef} \geq 40$ mm. Solo per fissare sistemi non strutturali staticamente indeterminati come indicato nel punto 7.3 si considerano ancoranti con approfondimento effettivo di almeno 30 mm, che può essere ridotta a 25 mm in condizioni di esposizione interna. Per attacchi con ancoranti chimici post-inseriti, sono trattati solo gli ancoranti con un approfondimento effettivo $h_{ef} \leq 20d$. Il valore effettivo per un ancorante particolare può essere ricavato dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.
- (3) La presente EN tratta gli ancoranti metallici fabbricati in acciaio al carbonio (EN ISO 898-1 ed EN ISO 898-2, EN 10025-1, EN 10080), in acciaio inossidabile (EN 10088-2 ed EN 10088-3, EN ISO 3506-1 ed EN ISO 3506-2) o in ghisa malleabile (ISO 5922). La superficie dell'acciaio può essere rivestita o non rivestita. La presente EN è valida per ancoranti con una resistenza alla trazione nominale dell'acciaio $f_{uk} \leq 1\ 000$ N/mm². Questo limite non si applica alle viti per calcestruzzo.

1.4 Carico degli ancoranti

- (1) Il carico sugli attacchi trattati nel presente documento può essere statico, quasi-statico, a fatica e sismico. L'idoneità dell'ancorante a resistere alla fatica e ai carichi sismici è espressamente dichiarata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. I profili di ancoraggio sottoposti a carico di fatica o carico sismico non sono trattati dalla presente EN.
- (2) Il carico sull'ancorante risultante dalle azioni sull'elemento di collegamento (per esempio, momenti di trazione, di taglio, di flessione o di torsione o qualsiasi combinazione di questi) è generalmente di trazione assiale e/o di taglio. Quando la forza di taglio è applicata con un braccio di leva, si genera un momento flettente sull'ancorante. La EN 1992-4 considera la compressione assiale sull'elemento di collegamento solo quando essa è trasmessa al calcestruzzo, o direttamente sulla superficie del calcestruzzo senza agire sul meccanismo di trasferimento del carico dell'ancorante inglobato o tramite ancoranti idonei a resistere alla compressione.
- (3) Nel caso di profili di ancoraggio, il taglio nella direzione dell'asse longitudinale del canale non è trattato dalla presente EN.

Nota Le regole di progettazione per profili di ancoraggio con carichi agenti in direzione dell'asse longitudinale dei profili di ancoraggio sono riportate nel CEN/TR 17080, *Design of fastenings for use in concrete - Anchor channels - Supplementary rules*.

- (4) La progettazione di fissaggi in condizioni di esposizione al fuoco è trattata dalla presente EN (vedere l'appendice informativa D).

1.5 Resistenza e tipo di calcestruzzo

La presente EN è valida per ancoranti installati in elementi realizzati con calcestruzzo compattato di peso normale senza fibre con classi di resistenza comprese tra C12/15 e C90/105 tutte in conformità alla EN 206. L'intervallo di classi di resistenza del calcestruzzo in cui possono essere utilizzati ancoranti particolari è indicato nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea e può essere più restrittivo di quanto sopra indicato.

1.6 Carico degli elementi di calcestruzzo

In generale, gli ancoranti sono pre-qualificati per applicazioni in elementi di calcestruzzo sotto carico statico. Se l'elemento di calcestruzzo è sottoposto a carico di fatica o sismico, è richiesta una pre-qualificazione dell'ancoraggio specifico per questo tipo di carico e una corrispondente Specifica tecnica di prodotto europea.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel testo si fa riferimento ai seguenti documenti in modo tale che il loro contenuto, in tutto o in parte, costituisca un requisito indispensabile per l'applicazione del presente documento. Per i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per i riferimenti non datati si applica l'ultima edizione del documento cui si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

EN 206	Concrete - Specification, performance, production and conformity
EN 1990:2002	Eurocode - Basis of structural design
EN 1991 (tutte le parti)	Eurocode 1: Actions on structures
EN 1992-1-1:2004	Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings
EN 1992-1-2	Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design
EN 1998 (tutte le parti)	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

3 TERMINI, DEFINIZIONI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI

3.1 Termini e definizioni

Ai fini del presente documento, si applicano i termini e le definizioni seguenti.

ISO e IEC hanno banche dati terminologiche per l'utilizzo nella normazione ai seguenti indirizzi:

- IEC Electropedia: disponibile all'indirizzo <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponibile all'indirizzo <http://www.iso.org/obp>

3.1.1 ancoraggio; ancorante: Elemento di acciaio o ghisa malleabile gettato in opera nel calcestruzzo o post-inserito in un elemento di calcestruzzo indurito e utilizzato per trasmettere i carichi applicati (vedere figure da 3.1 a 3.3).

Nota 1 Il termine ancoraggio è utilizzato nel contesto degli ancoraggi con bullone testa a martello.

3.1.2 profilo di ancoraggio: Profilo di acciaio con ancoraggi collegati rigidamente (vedere figura 3.2) installati prima del getto di calcestruzzo.

Nota 1 Nel caso di profili di ancoraggio, due o più ancoraggi di acciaio sono collegati rigidamente alla parte posteriore del profilo e inglobati nel calcestruzzo.

3.1.3 elemento collegato: Componente strutturale o non strutturale che è collegato al fissaggio.

3.1.4 collegamento; elemento di collegamento: Assieme che trasmette i carichi all'ancorante o al profilo di ancoraggio.

3.1.5 supporto: Elemento di calcestruzzo in cui è installato l'ancorante o il profilo di ancoraggio.

3.1.6 flessione: Azione flettente indotta da un carico di taglio applicato con un braccio di leva rispetto alla superficie dell'elemento di calcestruzzo.

3.1.7 ancorante chimico ad espansione: Ancorante chimico progettato in modo tale che l'elemento ancorante possa muoversi rispetto al composto adesivo indurito producendo una successiva espansione [vedere figura 3.3 h)].

3.1.8 ancorante chimico: Ancorante posto in un foro praticato nel calcestruzzo indurito, che trae resistenza da un composto adesivo posto tra la parete del foro nel calcestruzzo e la parte inserita dell'ancorante [vedere figura 3.3 g)].

3.1.9 ancorante gettato in opera: Barra munita di testa, perno a piolo, bussola filettata dotata di testa all'estremità inserita o profilo di ancoraggio installato prima del getto di calcestruzzo, vedere anche ancorante munito di testa.

3.1.10 bullone testa a martello: Vite o bullone che collega l'elemento da fissare al profilo di ancoraggio (vedere figura 3.2).

3.1.11 distanza dal bordo caratteristica: Distanza dal bordo richiesta per assicurare che il bordo non influenzi la resistenza caratteristica di un fissaggio.

3.1.12 resistenza caratteristica: Frattile della resistenza al 5 % (valore con il 95 % di probabilità di essere maggiorato in termini di resistenza, con un livello di confidenza del 90 %).

3.1.13 interasse caratteristico: Interasse necessario per garantire la resistenza caratteristica di un singolo ancorante.

3.1.14 rottura combinata per estrazione del calcestruzzo e sfilamento di ancoranti chimici: Modalità di rottura in cui la rottura si verifica all'interfaccia tra l'adesivo e il supporto o tra l'adesivo e l'elemento ancorante (rottura dell'incollaggio) e contiene un cono di calcestruzzo all'estremità superiore.

- 3.1.15** **carichi combinati di trazione e di taglio; carico obliquo:** Carico di trazione e di taglio applicati contemporaneamente.
- 3.1.16** **rottura per blow-out del calcestruzzo:** Distacco del calcestruzzo sulla faccia laterale dell'elemento di calcestruzzo a livello della testa affondata, senza rotture importanti sulla superficie superiore del calcestruzzo.
- Nota 1 Questa è generalmente associata ad ancoranti con piccolo copriferro laterale e inserimento profondo.
- 3.1.17** **rottura per estrazione del calcestruzzo:** Rottura che corrisponde a un cuneo o cono di calcestruzzo che circonda l'ancorante, il gruppo di ancoranti o il profilo di ancoraggio separandoli dal supporto.
- 3.1.18** **rottura per pry-out del calcestruzzo:** Rottura che corrisponde al distacco di calcestruzzo in verso opposto al taglio applicato.
- 3.1.19** **Modalità di rottura correlate al calcestruzzo**
- 3.1.19.1** modalità di rottura sotto carico di trazione: Rottura per sfilamento, rottura combinata per estrazione del calcestruzzo e sfilamento (ancoranti chimici), rottura di un cono di calcestruzzo, rottura per blow-out del calcestruzzo, rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo, rottura dell'armatura supplementare di ancoraggio.
- 3.1.19.2** modalità di rottura sotto carico di taglio: Rottura per pry-out del calcestruzzo, rottura del bordo del calcestruzzo.
- 3.1.20** **vite per calcestruzzo:** Ancoraggio filettato avvitato in un preforo in cui le filettature creano un ingranamento meccanico con il calcestruzzo [vedere figura 3.3 f)].
- 3.1.21** **rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo:** Modalità di rottura del calcestruzzo in cui il calcestruzzo si frattura lungo un piano che passa attraverso l'asse dell'ancorante o degli ancoranti di un profilo di ancoraggio.
- 3.1.22** **ancorante ad espansione "a controllo di spostamento":** Ancorante post-installato che trae la sua resistenza a trazione dall'espansione contro il lato della parete del foro attraverso il movimento di un tassello interno all'inserto [vedere figura 3.3 c)] o tramite il movimento dell'inserto su un elemento di espansione (tassello), e rispetto al quale, una volta fissato, non è soggetto a possibile espansione.
- 3.1.23** **spostamento:** Movimento dell'estremità caricata dell'ancorante rispetto all'elemento di calcestruzzo in cui è installato, nella direzione del carico applicato; oppure, nel caso di profili di ancoraggio, movimento di un profilo di ancoraggio (vedere figura 3.2) o del profilo di ancoraggio rispetto all'elemento di calcestruzzo.
- Nota 1 Nelle prove di trazione, lo spostamento è misurato parallelamente all'asse dell'ancorante; nelle prove di taglio, lo spostamento è misurato perpendicolarmente all'asse dell'ancorante.
- 3.1.24** **elemento di acciaio duttile:** Elemento con sufficiente duttilità.
- Nota 1 Le condizioni di duttilità sono indicate nei punti pertinenti.
- 3.1.25** **distanza dal bordo:** Distanza dal bordo dell'elemento di calcestruzzo al centro dell'ancorante o dell'ancoraggio di un profilo di ancoraggio.
- 3.1.26** **affondamento effettivo:** Profondità complessiva attraverso la quale l'ancorante o l'ancoraggio di un profilo di ancoraggio trasferisce la forza al calcestruzzo circostante; vedere figure da 3.1 a 3.3.
- 3.1.27** **Specifiche tecniche di prodotto europea:** Norma europea (EN), Valutazione tecnica europea (ETA) per ancorante o profilo di ancoraggio basata su un Documento di valutazione europea (EAD) o una valutazione trasparente e riproducibile che soddisfi tutti i requisiti dell'EAD pertinente.

3.1.28

fissaggio: Assieme dell'elemento di collegamento e degli ancoraggi o profilo di ancoraggio utilizzato per trasmettere carichi al calcestruzzo.

figura 3.1

Definizione dell'affondamento effettivo h_{ef} per ancoranti a piolo

Legenda

- a) Senza piastra di ancoraggio
- b) Con una grande piastra di ancoraggio almeno in una direzione, $b_1 > 0,5 h_{nom}$ oppure $t > 0,2 h_{nom}$
- c) Con una piccola piastra di ancoraggio in entrambe le direzioni, $b_1 \leq 0,5 h_{nom}$ e $t \leq 0,2 h_{nom}$

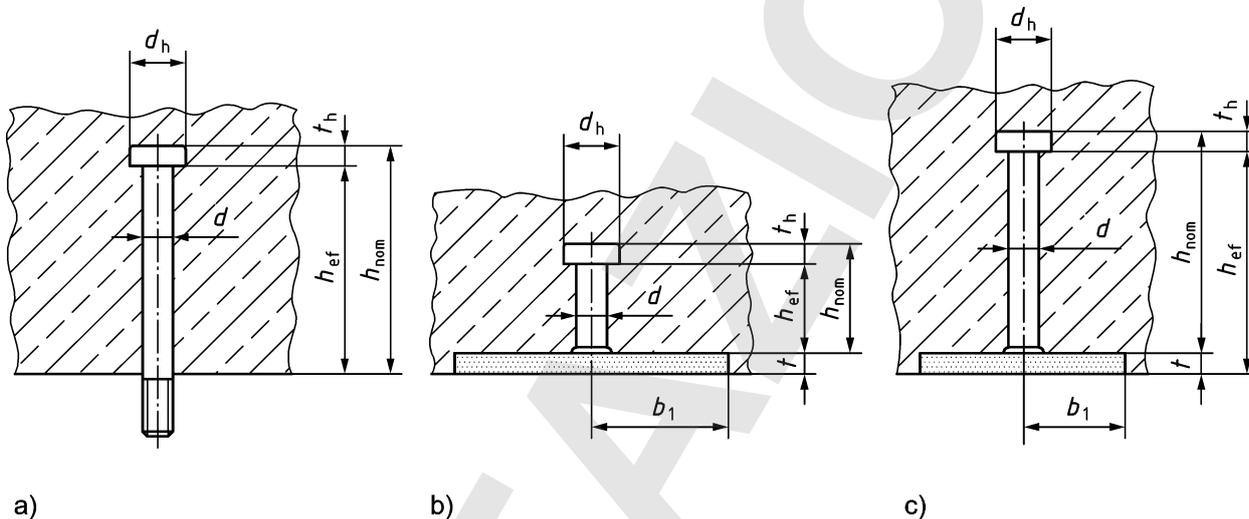


figura 3.2

Definizioni per profili di ancoraggio

Legenda

- 1 Ancoraggio
- 2 Connessione tra ancoraggio e profilo canale
- 3 Profilo canale
- 4 Bordo del profilo canale
- 5 Bullone testa a martello
- a) h_{ef} Per profili di ancoraggio (vedere punti 7.4.1.5 (1) e 7.4.1.5 (1) b))
- b) h_{ef}^* Per profili di ancoraggio (vedere punto 7.4.1.5 (1) a))

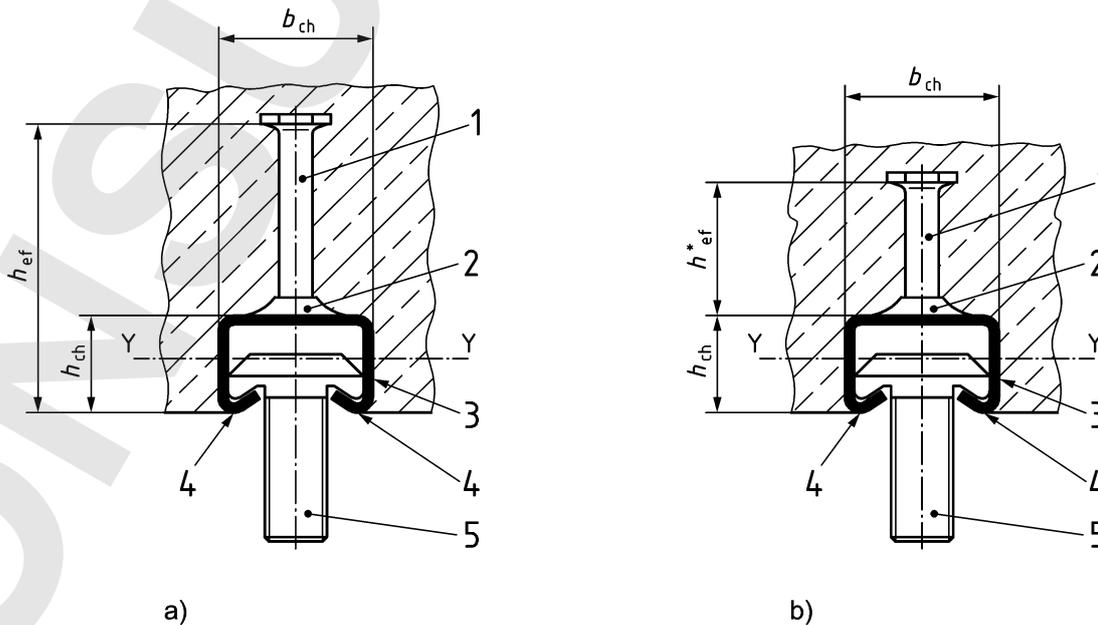
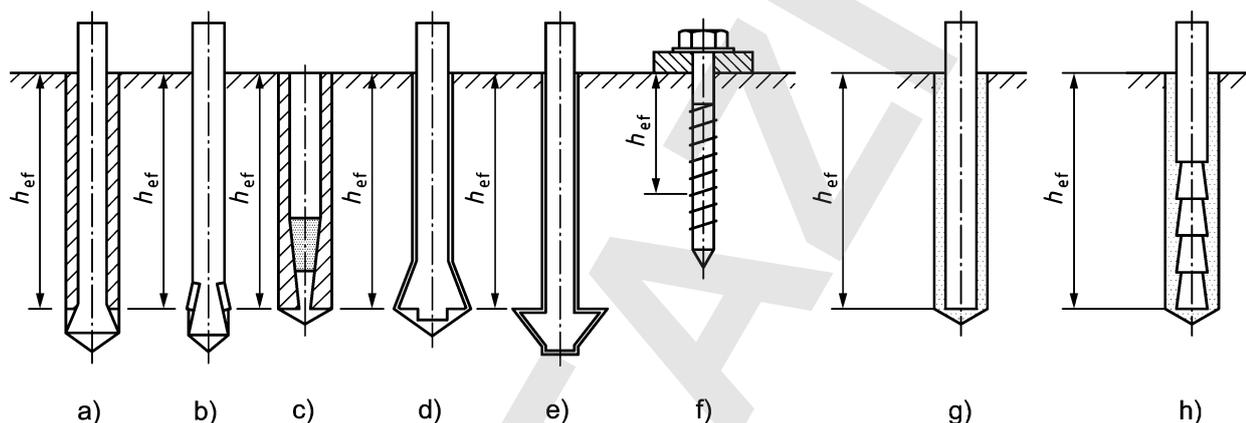


figura 3.3 Definizione dell'approfondimento effettivo h_{ef} per ancoranti post-inseriti - Esempi

Legenda

- a) Ancorante "a controllo di coppia", tipo a inserto
- b) Ancorante "a controllo di coppia", tipo a cuneo
- c) Ancorante "a controllo di spostamento"
- d) Ancorante sottosquadro, tipo 1
- e) Ancorante sottosquadro, tipo 2
- f) Vite per calcestruzzo
- g) Ancorante incollato
- h) Ancorante ad espansione incollato



- 3.1.29 flessione:** Azione flettente nel canale di un profilo di ancoraggio indotta da un carico di trazione.
- 3.1.30 gruppo di ancoranti:** Insieme di ancoranti con dimensioni e caratteristiche identiche agenti assieme per sostenere un fissaggio comune, in cui l'interasse degli ancoranti non eccede l'interasse caratteristico.
- 3.1.31 ancorante a piolo:** Ancorante di acciaio gettato in opera munito di testa nell'estremità affondata (vedere figura 3.1) che trae la sua resistenza a trazione dall'ingranamento meccanico in corrispondenza della testa dell'ancorante.
- 3.1.32 ingranamento meccanico:** Trasferimento del carico a un elemento di calcestruzzo tramite superfici d'ingranamento.
- 3.1.33 distanza minima dal bordo:** Distanza minima ammissibile per consentire un'adeguata posa e compattazione del calcestruzzo (ancoranti gettati in opera) e per evitare danni al calcestruzzo durante l'installazione (ancoraggi post-inseriti), indicata nella Specifica tecnica di prodotto europea.
- 3.1.34 spessore minimo dell'elemento:** Valore minimo per lo spessore dell'elemento, nel quale è consentito installare un ancorante o un profilo di ancoraggio, indicato nella Specifica tecnica di prodotto europea.
- 3.1.35 interasse minimo:** Valore minimo della distanza tra due ancoranti per consentire un'adeguata posa e compattazione del calcestruzzo (ancoranti gettati in opera) e per evitare danni al calcestruzzo durante l'installazione (ancoraggi post-inseriti) misurato da asse ad asse, indicato nella Specifica tecnica di prodotto europea.
- 3.1.36 ancorante post-inserito:** Ancorante installato nel calcestruzzo indurito (vedere figura 3.3)
- 3.1.37 rottura per sfilamento:** Sia rottura per sfilamento di ancoranti meccanici sia rottura combinata per estrazione del calcestruzzo e sfilamento di ancoranti incollati chimici.

- 3.1.38 rottura per sfilamento di ancoranti meccanici:** Modalità di rottura in cui l'ancorante si sfilava dal calcestruzzo senza sviluppare la piena resistenza del calcestruzzo o, nel caso di ancoranti meccanici post-inseriti, una modalità di rottura in cui il corpo dell'ancorante scivola all'interno dell'elemento di espansione senza sviluppo della piena resistenza del calcestruzzo.
- 3.1.39 carico di taglio:** Carico agente parallelamente alla superficie del calcestruzzo e trasversalmente rispetto all'asse longitudinale del canale; carico applicato perpendicolarmente all'asse longitudinale di un ancorante.
- 3.1.40 interasse:** Distanza tra gli assi di ancoranti; distanza tra gli assi dei bulloni testa a martello così come degli ancoraggi nei profili di ancoraggio.
- 3.1.41 rottura dell'acciaio dell'ancorante:** Modalità di rottura caratterizzata dal cedimento delle parti in acciaio dell'ancorante.
- 3.1.42 armatura supplementare; armatura di ancoraggio:** Armatura che lega un potenziale corpo di rottura di calcestruzzo all'elemento di calcestruzzo.
- 3.1.43 carico di trazione:** Carico applicato perpendicolarmente alla superficie del supporto (per profili di ancoraggio) e lungo l'asse di un ancorante.
- 3.1.44 ancorante ad espansione "a controllo di coppia":** Ancorante ad espansione post-inserito che trae la sua resistenza alla trazione dall'espansione di uno o più inserti o di altri componenti contro i lati del foro praticato attraverso l'applicazione di una coppia di serraggio, che mette in trazione il cono nell'inserto ad espansione durante l'installazione.
- Nota 1 Dopo la posa, l'applicazione di un carico di trazione maggiore della forza di precompressione esistente provoca un'espansione aggiuntiva (espansione successiva), vedere figure 3.3 a) e b).
- 3.1.45 ancorante sottosquadro:** Ancorante post-inserito che sviluppa la sua resistenza alla trazione grazie all'ingranamento meccanico fornito dal sottosquadro del calcestruzzo in corrispondenza dell'estremità inserita dell'ancorante.
- Nota 1 Il sottosquadro si ottiene con una foratura speciale prima dell'installazione dell'ancorante o, in alternativa tramite l'ancorante stesso durante l'installazione, vedere figure 3.3 d) ed e).

3.2 Simboli e abbreviazioni

3.2.1 Indici (pedici)

- a Accelerazione
- adm Ammissibile
- b Aderenza
- c Calcestruzzo
- ca Connessione
- cb Blow-out
- cbo Bullone testa a martello
- ch Canale
- cp Pry-out del calcestruzzo
- cr fessurato; caratteristico
- d valore di progetto
- E Effetti dell'azione
- Ed Azione di progetto
- el Elastico
- eq Sismico (terremoto)
- F Azione

fat	Fatica
fi	Incendio
fix	Dispositivo di fissaggio
flex	flessione
ind	Indiretta
k	Valore caratteristico
L	Carico
l	Locale
M	Materiale
max	Massimo
min	Minimo
N	Forza normale
nom	Nominale
p	Sfilamento
pl	Plastica
pr	Scalzamento
R	Resistenza, Vincolo
Rd	Resistenza di progetto
re	Armature
s	Acciaio
sp	Stacco
u	Ultimo
ucr	Non fessurato
v	Verticale
V	Forza di taglio
y	Snervamento

3.2.2

Apici

a	Ancoraggio
cb	Bullone testa a martello
ch	Canale
g	Carico su o resistenza di un gruppo di ancoranti
h	Ancorante maggiormente caricato (più sollecitato) in un gruppo
0	Valore base

3.2.3

Azioni e resistenza (elencate in ordine alfabetico)

Nota In generale, sono definiti solo i termini utilizzati in più di una sezione della presente EN. Se un termine è utilizzato in una sola sezione, può essere definito in quella sezione.

a_g	Accelerazione di progetto del suolo su suolo di tipo A
a_{vg}	Accelerazione di progetto verticale su suolo di tipo A
A_a	Fattore di amplificazione sismico (vedere formula (C.4) e prospetto C.2)
A_h	Area portante della testa di un ancorante a piolo
A'_i	Ordinata di un triangolo con l'altezza 1 nella posizione del carico N_{Ed} o V_{Ed} e la lunghezza della base $2 l_i$ nella posizione dell'ancoraggio i di un ancoraggio con bullone testa a martello
a	Rapporto tra l'accelerazione di progetto del suolo su un suolo di tipo A, a_g , e l'accelerazione di gravità g

a_{eq}	Fattore di riduzione per tener conto dell'influenza di fessure ampie e della dispersione del comportamento carico-spostamento sotto carico sismico
a_{gap}	Fattore di riduzione per tener conto degli effetti di inerzia dovuti a un gioco anulare tra ancorante e dispositivo di fissaggio in caso di carico di taglio sismico, indicato nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.
a_v	Rapporto tra l'accelerazione verticale di progetto del suolo su un suolo di tipo A, a_{vg} , e l'accelerazione di gravità g [vedere formula (C.6)]
α_v	Angolo compreso tra un carico di taglio di progetto V_{Ed} (singolo ancorante) o V_{Ed}^g (gruppo di ancoranti) e una retta perpendicolare al bordo verificata per la rottura del bordo del calcestruzzo, $0^\circ \leq \alpha_v \leq 90^\circ$, vedere figura 7.12 e formula (7.48)
a_1, a_2	Fattori d'influenza secondo il punto 8.4.4 della EN 1992-1-1:2004
C_d	Valore nominale, per esempio spostamento limite
C_{Ed}	Forza di compressione di progetto risultante al di sotto dell'elemento di collegamento (vedere figura 6.2) e compressione risultante dalla flessione (vedere figura 6.8)
C_{pr}	Forza di scalzamento
E	Effetto dell'azione
E_d	Valore di progetto dell'effetto di azioni
F	Forza in generale
F_{va}	Effetti verticali dell'azione sismica per elementi non-strutturali
g	Accelerazione di gravità
γ	Coefficiente parziale
γ_a	Fattore di importanza dell'elemento non-strutturale
γ_{inst}	Fattore che tiene conto della sensibilità all'installazione di ancoranti post-inseriti
γ_M	Coefficiente parziale per il materiale
γ_{Mc}	Coefficiente parziale per le modalità di rottura a cono di calcestruzzo, al bordo di calcestruzzo, per blow-out del calcestruzzo e pry-out del calcestruzzo
γ_{Ms}	Coefficiente parziale per la rottura lato acciaio
H	Altezza dell'edificio, misurata dalle fondazioni o dalla sommità di un basamento rigido
M	Momento
M_{Ed}^{ch}	valore di progetto del momento flettente agente sul profilo di ancoraggio dovuto a carichi di trazione N_{Ed}^{cb} [vedere punto 6.3.2 (4)]
$M_{Rd,s,flex}$	Resistenza di progetto in caso di rottura lato acciaio in termini di flessione del canale sotto carico di trazione
$M_{Rk,s,flex}$	Resistenza caratteristica in caso di rottura lato acciaio in termini di flessione del canale sotto carico di trazione
N	Forza assiale (positiva = forza di trazione, negativa = forza di compressione)
N_{Ed}	Forza di trazione di progetto risultante dell'ancorante sottoposto a trazione
N_{Ed}^a	Valore di progetto del carico di trazione agente su un ancoraggio di un profilo di ancoraggio
N_{Ed}^{cb}	Forza di trazione di progetto risultante agente su un bullone testa a martello
$N_{Ed}^h (V_{Ed}^h)$	Valore di progetto del carico di trazione (carico di taglio) agente sull'ancorante più sollecitato di un gruppo.
$N_{Ed}^g (V_{Ed}^g)$	Valore di progetto dei carichi di trazione (taglio) risultanti degli ancoranti in un gruppo efficace nell'assorbire i carichi di trazione (taglio)
$N_{Ed, re}$	Valore di progetto del carico di trazione agente sull'armatura supplementare
$N_{Ed, re}^a$	Valore di progetto del carico di trazione agente sull'armatura supplementare di un ancoraggio del profilo di ancoraggio

$N_{Rd,a}$	Resistenza di progetto dell'armatura supplementare associata alla rottura dell'ancoraggio
$N_{Rd,c}$	Resistenza di progetto in caso di rottura del cono di calcestruzzo sotto carico di trazione
$N_{Rd,cb}$	Resistenza di progetto in caso di rottura per blow-out del calcestruzzo sotto carico di trazione
$N_{Rd,p}$	Resistenza di progetto in caso di rottura per sfilamento sotto carico di trazione
$N_{Rd,re}$	Resistenza di progetto in caso di rottura dell'acciaio dell'armatura supplementare
$N_{Rd,s}$	Valore di progetto della resistenza dell'acciaio di un ancorante o di un profilo di ancoraggio sotto carico di trazione
$N_{Rd,s,a}$	Valore di progetto della resistenza dell'acciaio di un ancoraggio del profilo di ancoraggio sotto carico di trazione
$N_{Rd,s,c}$	Valore di progetto della resistenza lato acciaio della connessione compresa tra l'ancoraggio e il canale di un ancoraggio con bullone testa a martello sotto carico di trazione
$N_{Rd,s,l}$	Resistenza di progetto in caso di rottura lato acciaio in termini di flessione locale del bordo del bullone testa a martello sotto carico di trazione
$N_{Rd,sp}$	Resistenza di progetto in caso di rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo sotto carico di trazione
$N_{Rk,c}$	Resistenza caratteristica in caso di rottura del cono di calcestruzzo sotto carico di trazione
$N_{Rk,cb}$	Resistenza caratteristica in caso di rottura per blow-out del calcestruzzo sotto carico di trazione
$N_{Rk,p}$	Resistenza di progetto in caso di rottura per sfilamento sotto carico di trazione
$N_{Rk,p,fi}$	Resistenza di trazione caratteristica in caso di rottura per sfilamento in caso di esposizione al fuoco
$N_{Rk,re}$	Resistenza caratteristica in caso di rottura lato acciaio dell'armatura supplementare
$N_{Rk,s}$	Valore di progetto caratteristico della resistenza dell'acciaio di un ancorante o di un profilo di ancoraggio sotto carico di trazione
$N_{Rk,s,a}$	Valore caratteristico della resistenza dell'acciaio di un ancoraggio del profilo di ancoraggio sotto carico di trazione
$N_{Rk,s,c}$	Valore caratteristico della resistenza lato acciaio della connessione compresa tra l'ancoraggio e il canale di un ancoraggio con bullone testa a martello sotto carico di trazione
$N_{Rk,s,fi}$	Resistenza di trazione caratteristica in caso di rottura lato acciaio sotto esposizione al fuoco
$N_{Rk,s,l}$	Resistenza caratteristica di progetto in caso di rottura lato acciaio in termini di flessione locale del bordo della barra canale sotto carico di trazione
$N_{Rk,sp}$	Resistenza caratteristica in caso di rottura per splitting del calcestruzzo sotto carico di trazione
ϕ_m	Diametro del mandrino della barra di armatura
$\psi_{ch,c,N}$	Fattore che tiene conto dell'influenza della presenza di un angolo sulla resistenza del cono in calcestruzzo per un profilo di ancoraggio
$\psi_{ch,c,Nb}$	Fattore che tiene conto dell'influenza di un angolo sulla resistenza al blow-out del calcestruzzo per un profilo di ancoraggio
$\psi_{ch,c,V}$	Fattore che tiene conto dell'influenza di un angolo sulla resistenza del bordo di calcestruzzo per un profilo di ancoraggio
$\psi_{ch,e,N}$	Fattore che tiene conto dell'influenza di un bordo sulla resistenza del cono di calcestruzzo per un profilo di ancoraggio
$\psi_{ch,h,Nb}$	Fattore che tiene conto dell'effetto dello spessore dell'elemento di calcestruzzo sulla resistenza al blow-out del calcestruzzo per un profilo di ancoraggio

$\psi_{ch,h,V}$	Fattore che tiene conto dell'influenza dello spessore dell'elemento di calcestruzzo sulla resistenza del bordo del calcestruzzo per un profilo di ancoraggio
$\psi_{ch,s,N}$	Fattore che tiene conto dell'influenza di ancoraggi contigui sulla resistenza del cono di calcestruzzo per un profilo di ancoraggio
$\psi_{ch,s,Nb}$	Fattore che tiene conto dell'influenza di ancoraggi contigui sulla resistenza al blow-out del calcestruzzo per un profilo di ancoraggio
$\psi_{ch,s,V}$	Fattore che tiene conto dell'influenza di ancoraggi contigui sulla resistenza del bordo di calcestruzzo per un profilo di ancoraggio
$\psi_{ch,90^{\circ},V}$	Fattore che tiene conto dell'influenza dei carichi di taglio agenti parallelamente al bordo sulla resistenza del bordo di calcestruzzo per un profilo di ancoraggio
$\psi_{ec,N}$	Fattore che tiene conto dell'effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo in caso di rottura del cono di calcestruzzo
$\psi_{ec,Nb}$	Fattore che tiene conto dell'effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo in caso di rottura per blow-out del calcestruzzo
$\psi_{ec,Np}$	Fattore che tiene conto dell'effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo in caso di rottura combinata del calcestruzzo e sfilamento degli ancoranti chimici
$\psi_{ec,V}$	Fattore che tiene conto dell'effetto di gruppo quando diversi carichi di taglio agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo in caso di rottura del bordo del calcestruzzo
$\psi_{g,Nb}$	Fattore che tiene conto dell'effetto di gruppo di un certo numero di ancoranti in una fila parallela al bordo in caso di rottura per blow-out del calcestruzzo
$\psi_{g,Np}$	Fattore che tiene conto di un effetto di gruppo per ancoranti chimici a distanza ravvicinata
$\psi_{h,sp}$	Fattore che tiene conto dell'influenza dello spessore effettivo dell'elemento sulla resistenza allo splitting
$\psi_{h,V}$	Fattore che tiene conto del fatto che la resistenza dei bordi del calcestruzzo non aumenta proporzionalmente allo spessore dell'elemento
$\psi_{M,N}$	Fattore che tiene conto dell'effetto di una forza di compressione tra elemento di collegamento e calcestruzzo in caso di momenti flettenti in presenza o meno di una forza assiale
$\psi_{re,N}$	Fattore di spacco dell'involucro
$\psi_{re,V}$	Fattore che tiene conto dell'effetto dell'armatura di bordo in caso di rottura del bordo del calcestruzzo
$\psi_{s,N}$	Fattore che tiene conto del disturbo della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo dovuto alla vicinanza di un bordo nell'elemento di calcestruzzo in caso di rottura del cono di calcestruzzo.
$\psi_{s,Nb}$	Fattore che tiene conto del disturbo della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo dovuto alla vicinanza di un bordo nell'elemento di calcestruzzo in caso di rottura per blow-out del calcestruzzo.
$\psi_{s,Np}$	Fattore che tiene conto del disturbo della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo dovuto alla vicinanza di un bordo nell'elemento di calcestruzzo in caso di rottura combinata del calcestruzzo e sfilamento di ancoranti chimici.
$\psi_{s,V}$	Fattore che tiene conto del disturbo della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo dovuto alla vicinanza di ulteriori bordi nell'elemento di calcestruzzo in caso di rottura del bordo di calcestruzzo.
$\psi_{\alpha,V}$	Fattore che tiene conto dell'influenza di un carico di taglio formante un angolo rispetto al bordo in caso di rottura del bordo del calcestruzzo
q	Fattore di comportamento
q_a	Fattore di comportamento per elementi non strutturali
Q_{ind}	Azione variabile indiretta

R	Resistenza
R_d	Valore di progetto della resistenza
R_k	Valore caratteristico della resistenza
δ	Spostamento dell'ancorante
S	Coefficiente del suolo
S_a	Coefficiente sismico orizzontale applicabile ad elementi non strutturali
S_{va}	Coefficiente sismico verticale applicabile ad elementi non strutturali
$s_{i,N}$	Interasse caratteristico del bullone testa a martello per la rottura del bordo del canale sotto carico di trazione
$s_{i,V}$	Interasse caratteristico del bullone testa a martello per la rottura del bordo del canale sotto carico di taglio
$\sigma_{Rk,s,fi}$	Resistenza a trazione caratteristica di un ancorante in caso di rottura lato acciaio in caso di sotto esposizione al fuoco
T_a	Periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale
T_{Ed}	Valore di progetto del momento torcente applicato sull'elemento di collegamento (vedere figure 6.4 e 7.11)
T_1	Periodo fondamentale di vibrazione dell'edificio nella direzione pertinente considerata
τ_{Rk}	Resistenza di aderenza caratteristica di un ancorante chimico post-inserito, in funzione della classe di resistenza del calcestruzzo, nel calcestruzzo non fessurato ($\tau_{Rk,ucr}$) o fessurato ($\tau_{Rk,cr}$)
$\tau_{Rk,s,fi}$	Resistenza a taglio caratteristica di un ancorante in caso di rottura lato acciaio sotto esposizione al fuoco
V	Forza di taglio
V_a	Forza di taglio su un ancorante (vedere figura 6.4)
V_{Ed}	Forza di taglio di progetto
$V_{Rd,c}$	Resistenza di progetto in caso di rottura del bordo del calcestruzzo sotto carico di taglio
$V_{Rd,cp}$	Resistenza di progetto in caso di rottura per pry-out del calcestruzzo sotto carico di taglio
$V_{Rd,s}$	Valore di progetto della resistenza lato acciaio di un ancorante o di un ancoraggio con bullone testa a martello sotto carico di taglio
$V_{Rd,s,a}$	Valore di progetto della resistenza lato acciaio di un ancoraggio del profilo di ancoraggio sotto carico di taglio
$V_{Rd,s,c}$	Valore di progetto della resistenza lato acciaio della connessione compresa tra l'ancoraggio e il canale di un profilo di ancoraggio sotto carico di taglio
$V_{Rd,s,M}$	Resistenza di progetto in caso di rottura lato acciaio con braccio di leva sotto carico di taglio
$V_{Rd,s,l}$	Resistenza di progetto in caso di rottura lato acciaio in termini di flessione locale del bordo della barra canale sotto carico di taglio
$V_{Rk,c}$	Resistenza caratteristica in caso di rottura del bordo del calcestruzzo sotto carico di taglio
$V_{Rk,cp}$	Resistenza caratteristica in caso di rottura per pry-out del calcestruzzo sotto carico di taglio
$V_{Rk,cp,fi}$	Resistenza caratteristica in caso di rottura per pry-out del calcestruzzo sotto carico di taglio ed esposizione al fuoco
$V_{Rk,s}$	Valore caratteristico della resistenza lato acciaio di un ancorante o di un profilo di ancoraggio sotto carico di taglio
$V_{Rk,s,a}$	Valore caratteristico della resistenza lato acciaio di un ancoraggio del profilo di ancoraggio sotto carico di taglio

$V_{Rk,s,c}$	Valore caratteristico della resistenza lato acciaio della connessione compresa tra l'ancoraggio e il canale di un profilo di ancoraggio sotto carico di taglio
$V_{Rk,s,fi}$	Resistenza di taglio caratteristica in caso di rottura dell'acciaio sotto esposizione al fuoco
$V_{Rk,s,l}$	Resistenza caratteristica in caso di rottura lato acciaio in termini di flessione locale del bordo della barra canale sotto carico di taglio
$V_{Rk,s,M}$	Resistenza caratteristica in caso di rottura lato acciaio con braccio di leva sotto carico di taglio
W_a	Peso dell'elemento non-strutturale
z	Altezza dell'elemento non-strutturale al di sopra del livello di applicazione dell'azione sismica

3.2.4

Calcestruzzo e acciaio

A_s	Area della sezione trasversale effettiva di un ancorante
$A_{s,re}$	Area della sezione trasversale di una barra di armatura
ε	Deformazione
f_{bd}	Forza di aderenza di progetto dell'armatura supplementare
f_{ck}	Resistenza nominale caratteristica del cilindro di compressione (150 mm di diametro per 300 mm di altezza)
f_{uk}	Resistenza a trazione caratteristica ultima nominale dell'acciaio
f_{yk}	Resistenza allo snervamento caratteristica nominale dell'acciaio
$f_{yk,re}$	Resistenza allo snervamento caratteristica nominale dell'armatura
I_p	Momento di inerzia polare dell'attacco
I_y	Momento di inerzia del canale rispetto all'asse y del canale (vedere figura 3.2)
σ	Sollecitazione nel calcestruzzo (per determinare lo stato del calcestruzzo fessurato o non fessurato)
w_k	Ampiezza di fessura
W_{el}	Modulo di resistenza a flessione della sezione calcolato sulla sezione trasversale effettiva

3.2.5

Ancoranti e fissaggi, armatura

a	Interasse tra ancoranti esterni in fissaggi adiacenti
$a_1(a_2)$	Interasse tra ancoranti esterni in fissaggi adiacenti nella direzione 1 (direzione 2) (vedere figura 3.4)
a_3	Distanza tra la superficie di calcestruzzo e il punto assunto di vincolo di un ancorante caricato mediante una forza di taglio con braccio di leva (vedere figura 6.6)
α	Fattore che tiene conto del grado di vincolo del fissaggio
b_1	Larghezza della piastra di ancoraggio (vedere figura 3.1)
b_{ch}	Larghezza del canale (vedere figura 3.2)
b_{fix}	Larghezza dell'elemento di collegamento
c	Distanza del bordo dall'asse di un ancorante o dall'asse di un profilo di ancoraggio
c_1	Distanza dal bordo nella direzione 1 (vedere figura 3.4)
c_2	Distanza dal bordo nella direzione 2 (vedere figura 3.4), in cui la direzione 2 è perpendicolare alla direzione 1
c_{cr}	Distanza dal bordo caratteristica per assicurare la resistenza caratteristica di un singolo ancorante.
$c_{cr,N} (c_{cr,v})$	distanza dal bordo caratteristica per assicurare la trasmissione della resistenza caratteristica di un singolo ancorante o profilo di ancoraggio in caso di rottura del calcestruzzo sotto carico di trazione (rottura del bordo del calcestruzzo sotto carico di taglio)

$c_{cr,Np}$	Distanza dal bordo caratteristica per assicurare la trasmissione della resistenza caratteristica di un singolo ancorante chimico sotto carico di trazione in caso di rottura combinata del calcestruzzo e sfilamento.
c_{min}	Distanza dal bordo minima ammissibile
d	Diametro del bullone ancorante o diametro della filettatura, diametro del perno o dello stelo dei perni a piolo, profondità effettiva dell'armatura supplementare (vedere figura 6.8)
d_a	Diametro di un ancoraggio di un profilo di ancoraggio (ancoraggio circolare)
d_f	Diametro del foro nell'elemento di collegamento
d_h	Diametro di una testa di un ancorante a piolo (vedere figura 3.1)
d_{nom}	Diametro esterno di un ancorante
E	Modulo elastico
e_1	Distanza tra il carico di taglio e la superficie di calcestruzzo (vedere figura 6.6)
e_N	Eccentricità della forza di trazione risultante agente sugli ancoranti sottoposti a trazione rispetto al baricentro degli ancoranti sottoposti a trazione (vedere figura 6.3)
e_s	Distanza tra la retta di applicazione del carico di taglio e l'asse dell'armatura supplementare per il taglio (vedere figura 6.8)
e_v	Eccentricità della forza di taglio risultante di ancoranti soggetti a taglio rispetto al baricentro degli ancoranti sottoposti a taglio (vedere figura 7.15)
h	Spessore dell'elemento di calcestruzzo in cui è installato l'ancorante o profilo di ancoraggio (vedere figura 3.4)
h_{ch}	Altezza del canale (vedere figura 3.2)
h_{ef}	Affondamento effettivo (vedere figure da 3.1 a 3.3)
h_{min}	Spessore minimo consentito dell'elemento di calcestruzzo
h_{nom}	Lunghezza nominale dell'ancorante a piolo saldato alla piastra di ancoraggio
l_1	Lunghezza di ancoraggio della barra di armatura nel corpo di rottura assunto del calcestruzzo (vedere figure da 7.2 e 7.10)
l_a	Braccio di leva effettivo della forza di taglio agente su un ancorante o un profilo di ancoraggio (vedere figura 6.6) utilizzato nel calcolo
l_{bd}	Lunghezza di progetto dell'ancoraggio dell'armatura
l_i	Lunghezza di influenza di un carico esterno N_{Ed} o V_{Ed} lungo un profilo di ancoraggio (vedere figura 6.7 e formula (6.5))
n	Numero di ancoranti in un gruppo
n_{re}	Numero di bracci efficaci dell'armatura supplementare per un ancorante
ϕ	Diametro della barra di armatura
s	Interasse tra centro e centro degli ancoranti in un gruppo (vedere figura 3.4) o tra ancoranti di un profilo di ancoraggio (vedere figura 6.7) o interasse tra barre di armatura
s_1 (s_2)	Interasse tra ancoranti in un gruppo nella direzione 1 (direzione 2), (vedere figura 3.4)
s_{cbo}	Interasse tra bullone testa a martello di un profilo di ancoraggio
s_{cr}	Interasse caratteristico per assicurare la trasmissione della resistenza caratteristica di un singolo ancorante o ancoraggio di un profilo di ancoraggio
$s_{cr,N}$ ($s_{cr,V}$)	Interasse caratteristico tra ancoranti o tra ancoraggi di profili di ancoraggio per assicurare la resistenza caratteristica dei singoli ancoranti o ancoraggi di un profilo di ancoraggio in caso di rottura del cono in calcestruzzo sotto carico di trazione (rottura del bordo di calcestruzzo sotto carico di taglio)
s_{min}	Interasse minimo ammissibile
t	Spessore della piastra di ancoraggio (vedere figura 3.1)

- t_{fix} Spessore dell'elemento di collegamento
- t_{grout} Spessore dello strato di malta
- t_h Spessore della testa dell'ancorante a piolo
- z Braccio di leva interno di un fissaggio calcolato secondo la teoria dell'elasticità (vedere figura 6.2 e formula (7.7)); braccio di leva interno dell'elemento di calcestruzzo (vedere figura 6.8)

3.2.6

Unità di misura

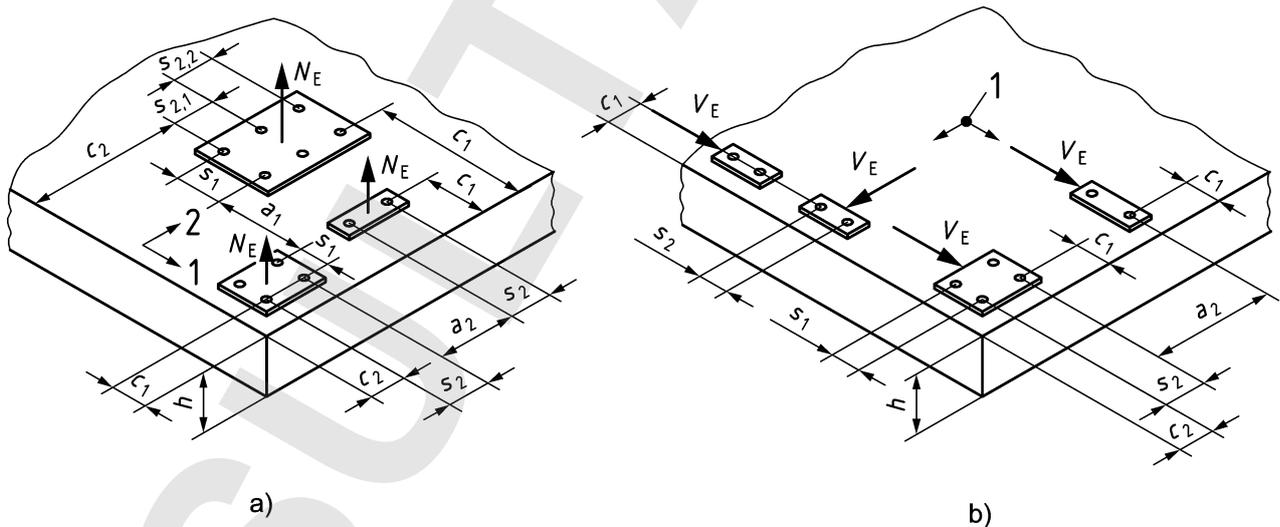
Nella presente EN sono utilizzate le unità di misura del SI. Salvo diversa indicazione nelle formule, si utilizzano le unità seguenti: dimensioni in mm, sezioni trasversali in mm², modulo di sezione in mm³, momento d'inerzia in mm⁴, forze e carichi in N e sollecitazioni, resistenze e moduli di elasticità in N/mm².

figura 3.4

Definizioni relative alle dimensioni dell'elemento di calcestruzzo, all'interasse degli ancoranti e alla distanza dal bordo

Legenda

- 1 Indici 1 e 2: Per fissaggi in prossimità di un bordo sotto carichi di trazione, indice 1: direzione perpendicolare al bordo, indice 2: direzione parallela al bordo. Per i carichi di taglio gli indici dipendono dal bordo per il quale si effettua la verifica della rottura del bordo del calcestruzzo (indice 1: direzione perpendicolare al bordo per il quale si effettua la verifica; indice 2: perpendicolare alla direzione 1)
- a) Fissaggi sottoposti a carico di trazione
- b) Fissaggi sottoposti a carico di taglio nel caso di fissaggi vicini al bordo



4

PRINCIPI DI PROGETTAZIONE

4.1

Generalità

- (1) Con gradi di affidabilità appropriati, gli ancoranti e i profili di ancoraggio devono sostenere tutte le azioni e condizionamenti che possono verificarsi durante l'esecuzione e l'utilizzo (stato limite ultimo). Essi non devono deformarsi in misura inammissibile (stato limite di esercizio) e rimanere idonei per l'utilizzo per il quale sono richiesti (durabilità). Essi non devono essere danneggiati da eventi accidentali in misura sproporzionata rispetto alla causa originaria.
- (2) L'attacco e il profilo di ancoraggio deve essere progettato secondo gli stessi principi e requisiti validi per le strutture indicate nella EN 1990 comprese le combinazioni di carico e nella EN 1992-1-1.

Nota Si ritiene che un progetto che utilizzi i coefficienti parziali indicati nella presente EN e i coefficienti parziali indicati nell'appendice della EN 1990 porti ad una struttura associata alla classe di affidabilità RC2, cioè ad un valore β di 3,8 per un periodo di riferimento di 50 anni. Per ulteriori informazioni, vedere la EN 1990.

- (3) La vita utile di progetto di ancoranti o profili di ancoraggio non deve essere minore di quella dell'attrezzatura. I coefficienti parziali di resistenza e durata nella presente EN si basano su una vita utile di progetto di 50 anni per l'ancorante o profilo di ancoraggio.
- (4) I valori delle azioni devono essere ricavati dalle parti pertinenti delle norme della serie EN 1991 e della serie EN 1998 in caso di azioni sismiche (vedere appendice C).
- (5) Se l'attacco è soggetto a fatica o ad azioni sismiche, devono essere utilizzati solo ancoranti idonei a tale applicazione (vedere la pertinente Specifica tecnica di prodotto europea).
- (6) La progettazione dell'elemento di calcestruzzo al quale l'elemento di collegamento trasferisce i carichi deve essere conforme alle norme della serie EN 1992-1 e ai requisiti dell'appendice A per la trasmissione sicura dei carichi agli appoggi dell'elemento.
- (7) Per la progettazione e l'esecuzione di fissaggi e profili di ancoraggio valgono gli stessi requisiti di qualità richiesti per la progettazione e l'esecuzione delle strutture e del fissaggio:
 - la progettazione dell'attacco e di un ancoraggio con bullone testa a martello deve essere effettuata da personale qualificato;
 - l'esecuzione deve essere conforme ai requisiti indicati nell'appendice F.

4.2

Verifiche richieste

- (1) Gli ancoranti devono essere verificati in conformità alle EN 1992-1-1 ed EN 1998-1 (se applicabile).
- (2) Nello stato limite ultimo, sono richieste verifiche per tutte le direzioni di carico appropriate e tutte le modalità di rottura pertinenti.
- (3) Nello stato limite di esercizio, deve essere dimostrato che gli spostamenti che si verificano nell'ambito delle azioni pertinenti non sono superiori allo spostamento ammissibile.
- (4) Il materiale dell'ancorante e la protezione contro la corrosione devono essere selezionati e dimostrati tenendo conto delle condizioni ambientali del luogo di installazione, nonché del fatto che gli ancoranti siano ispezionabili, sottoponibili a manutenzione e sostituibili. Per informazioni vedere l'appendice informativa B.
- (5) Ove applicabile, l'ancorante deve avere una adeguata resistenza al fuoco. Ai fini della presente EN si assume che la resistenza al fuoco dell'elemento di collegamento sia adeguata. L'appendice D descrive i principi, i requisiti e le regole per la progettazione di fissaggi esposti al fuoco.

4.3

Formato di progetto

- (1) Allo stato limite di utilizzazione si deve dimostrare che:

$$E_d \leq R_d \quad (4.1)$$

e allo stato limite di esercizio si deve dimostrare che

$$E_d \leq C_d \quad (4.2)$$

- (2) Le forze negli ancoranti devono derivare dall'utilizzo di combinazioni di azioni appropriate sull'elemento di collegamento in conformità alla EN 1990. Nella progettazione degli ancoranti si deve tenere conto delle forze Q_{ind} derivanti dal vincolo alla deformazione, intrinseca (per esempio restringimento) o estrinseca (per esempio variazioni di temperatura) dell'elemento fissato. L'azione di progetto deve essere presa come $\gamma_{ind} \times Q_{ind}$.

(3) In generale le azioni sull'elemento di collegamento possono essere calcolate ignorando lo spostamento degli ancoranti o dei profili di ancoraggio. Tuttavia si dovrebbe tenere conto dell'effetto dello spostamento degli ancoranti o dei profili di ancoraggio quando si fissa un elemento rigido staticamente indeterminato.

(4) Nello stato limite ultimo il valore della resistenza di progetto si ottiene dalla resistenza caratteristica dell'ancorante, del gruppo di ancoranti o dei profili di ancoraggio come segue:

$$R_d = R_k / \gamma_M \quad (4.3)$$

(5) Nello stato limite di esercizio, il valore E_d , che è il valore di progetto dello spostamento dell'ancorante o ancoraggio con bullone testa a martello, deve essere valutato sulla base delle informazioni fornite nelle pertinenti Specifiche tecniche europee di prodotto. Inoltre, si deve considerare la fessurazione del calcestruzzo per gli attacchi con armatura supplementare e per le piastre base inserite in prossimità di un bordo caricato a taglio. Per C_d , vedere punto 11.

4.4 Verifica mediante il metodo del coefficiente parziale

4.4.1 Coefficienti parziali per le azioni

(1) I coefficienti parziali devono essere in conformità alla EN 1990.

(2) Per la verifica delle azioni indirette e di fatica si devono utilizzare i valori dei coefficienti parziali γ_{ind} e $\gamma_{f, fat}$.

Nota I valori di γ_{ind} e $\gamma_{f, fat}$ per l'utilizzo in un determinato paese sono riportati nella rispettiva Appendice nazionale. I valori raccomandati per lo stato limite ultimo sono $\gamma_{ind} = 1,2$ per la rottura del calcestruzzo e $\gamma_{ind} = 1,0$ per altre modalità di rottura, e in caso di applicazione di carico a fatica $\gamma_{f, fat} = 1,0$.

4.4.2 Coefficienti parziali per la resistenza

4.4.2.1 Generalità

Il coefficiente che tiene conto della sensibilità all'installazione degli ancoranti post-inseriti, γ_{inst} , è stato incluso come parte di γ_{Mc} (vedere prospetto 4.1). Esso trae origine dalla prequalificazione del prodotto. Il coefficiente γ_{inst} è dipendente dal prodotto ed è specificato nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. Pertanto γ_{inst} non deve essere modificato.

Modalità di rottura		Coefficiente parziale	
Situazioni di progetto permanenti e transitorie		Situazione di progetto accidentale	
Rottura dell'acciaio - ancoranti			
Trazione		$= 1,05 \times f_{tk} / f_{yk} \geq 1,25$	
Taglio con e senza braccio di leva		$= 1,0 \times f_{tk} / f_{yk} \geq 1,25$ quando $f_{tk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ e $f_{yk} / f_{tk} \leq 0,8$	$= 1,05 \times f_{tk} / f_{yk} \geq 1,25$
		$= 1,5$ quando $f_{tk} > 800 \text{ N/mm}^2$ oppure $f_{yk} / f_{tk} > 0,8$	$= 1,0 \times f_{tk} / f_{yk} \geq 1,25$ quando $f_{tk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ e $f_{yk} / f_{tk} \leq 0,8$
			$= 1,3$ quando $f_{tk} > 800 \text{ N/mm}^2$ oppure $f_{yk} / f_{tk} > 0,8$
Rottura dell'acciaio - profili di ancoraggio			
Trazione negli ancoraggi e nei bulloni testa a martello		$= 1,2 \times f_{tk} / f_{yk} \geq 1,4$	$= 1,05 \times f_{tk} / f_{yk} \geq 1,25$
Taglio con e senza braccio di leva nei profili di ancoraggio		$= 1,0 \times f_{tk} / f_{yk} \geq 1,25$ quando $f_{tk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ e $f_{yk} / f_{tk} \leq 0,8$	$= 1,0 \times f_{tk} / f_{yk} \geq 1,25$ quando $f_{tk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ e $f_{yk} / f_{tk} \leq 0,8$
		$= 1,5$ quando $f_{tk} > 800 \text{ N/mm}^2$ oppure $f_{yk} / f_{tk} > 0,8$	$= 1,3$ quando $f_{tk} > 800 \text{ N/mm}^2$ oppure $f_{yk} / f_{tk} > 0,8$
Connessione tra ancoraggio e canale in trazione e taglio		$= 1,8$	$= 1,6$
Rottura locale dell'ancoraggio con bullone testa a martello mediante piegatura dell'orlo in trazione e taglio		$= 1,8$	$= 1,6$
Piegatura del canale		$= 1,15$	$= 1,0$
Rottura dell'acciaio - armatura supplementare			
Trazione		$= 1,15^a)$	$= 1,0$
Rotture correlate al calcestruzzo			
Rottura del cono di calcestruzzo		$= \gamma_c \times \gamma_{inst}$	$= \gamma_c \times \gamma_{inst}$
Rottura del bordo di calcestruzzo		$= 1,5^b)$	$= 1,2^a)$
Rottura per blow-out, rottura per pry-out del calcestruzzo		per la riparazione sismica e il rafforzamento delle strutture esistenti vedere le norme della serie EN 1998	per la riparazione sismica e il rafforzamento delle strutture esistenti vedere le norme della serie EN 1998
		$= 1,0$ per ancoranti a piolo e profili di ancoraggio che soddisfano i requisiti del punto 4.6 (in trazione e taglio)	
		$\geq 1,0$ per ancoranti post-inseriti in trazione, vedere la pertinente Specifica tecnica di prodotto europea	
		$= 1,0$ per ancoranti post-inseriti in taglio	
Rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo:		$= \gamma_{Mc}$	
Rottura per sfilamento e combinata per sfilamento e rottura del calcestruzzo		$= \gamma_M$	
a) I valori sono in conformità alla EN 1992-1-1.			

- 4.4.2.2 Stato limite ultimo (carico statico, quasi statico e sismico)
- (1) I coefficienti parziali per fissaggi sotto carico statico, quasi statico e sismico devono essere applicati alle resistenze caratteristiche.
 - (2) I valori raccomandati per i coefficienti parziali per fissaggi sotto carico sismico sono identici ai corrispondenti valori per il carico quasi statico. Per carichi accidentali si raccomandano i coefficienti parziali secondo il prospetto 4.1.

Nota Il valore di un coefficiente parziale da utilizzare in un determinato paese sotto carico statico, quasi statico, sismico e accidentale è riportato nella rispettiva Appendice nazionale, quando tale coefficiente parziale non è dipendente dal prodotto. I valori raccomandati sono indicati nel prospetto 4.1. Essi tengono conto del fatto che la resistenza caratteristica per la rottura dell'acciaio è basata su f_{uk} , fatto salvo che si dovrebbe utilizzare f_{yk} per la flessione del canale dei profili di ancoraggio e la rottura dell'acciaio dell'armatura supplementare.

- 4.4.2.3 Stato limite ultimo (carico a fatica)
- I coefficienti parziali per fissaggi sotto carico di fatica $\gamma_{Ms,fat}$, $\gamma_{Mc,fat}$, $\gamma_{Msp,fat}$ e $\gamma_{Mp,fat}$ devono essere applicati alle resistenze caratteristiche.

Nota I valori dei coefficienti parziali per fissaggi sotto carico di fatica da utilizzare in un determinato paese sono riportati nella rispettiva Appendice nazionale. Per il coefficiente parziale per il materiale, si raccomandano i valori seguenti: $\gamma_{Ms,fat} = 1,35$ (rottura dell'acciaio) e $\gamma_{Mc,fat} = \gamma_{Msp,fat} = \gamma_{Mp,fat} = 1,5 \times \gamma_{inst}$ (modalità di rottura correlate al calcestruzzo).

- 4.4.2.4 Stato limite di esercizio
- Il coefficiente parziale per la resistenza è γ_M e deve essere applicato alle resistenze caratteristiche.

Nota Il valore del coefficiente parziale per lo stato limite di esercizio da utilizzare in un determinato paese è riportato nella rispettiva Appendice nazionale. Per il coefficiente parziale γ_M è raccomandato il valore $\gamma_M = 1,0$.

4.5 Specifica di progetto

- (1) La specifica di progetto deve generalmente includere quanto segue.
 - a) Classe di resistenza del calcestruzzo utilizzato nella progettazione e indicazione se il calcestruzzo è assunto come fessurato o non fessurato. Se il calcestruzzo è assunto come non fessurato, è richiesta la verifica (vedere punto 4.7).
 - b) Esposizione ambientale assunta nel progetto (vedere EN 206).
 - c) Una nota indicante che il numero, il fabbricante, il tipo e la geometria degli ancoranti o il fabbricante, il tipo e la geometria dei profili di ancoraggio o i bulloni testa a martello non devono essere modificati, a meno che non siano stati verificati e approvati dal progettista responsabile.
 - d) I disegni di costruzione o i documenti di progettazione supplementare dovrebbero includere:
 - 1) posizione degli ancoranti o dei profili di ancoraggio nella struttura, comprese le tolleranze;
 - 2) numero e tipo di ancoranti (compreso l'approfondimento effettivo) o tipo di profili di ancoraggio e bulloni testa a martello;
 - 3) interasse e distanza dal bordo dei fissaggi o profili di ancoraggio comprese le tolleranze (generalmente queste devono essere specificate solo con tolleranze positive);
 - 4) spessore dell'elemento di collegamento e diametro dei fori d'interasse (se applicabile);
 - 5) posizione del fissaggio sull'elemento di collegamento comprese le tolleranze;
 - 6) spessore massimo di un possibile strato intermedio, per esempio malta o isolamento tra elemento di collegamento e superficie del calcestruzzo;
 - 7) istruzioni (speciali) di installazione (se necessario). Queste non devono essere in contraddizione con le istruzioni di installazione del fabbricante.

- e) Riferimento alle istruzioni di installazione del fabbricante.
 - f) Si noti che gli ancoranti devono essere installati in modo da garantire l'approfondimento effettivo specificato.
- (2) Per un'ulteriore assicurazione di qualità della specifica del progetto d'installazione può essere richiesta l'applicazione del carico di prova dell'installazione in sito.

4.6 Installazione degli ancoranti

La resistenza e l'affidabilità dei fissaggi sono significativamente influenzate dal modo in cui sono installati gli ancoranti. I coefficienti parziali indicati nel punto 4.4 sono validi solo qualora siano rispettate le condizioni e le assunzioni indicate nell'appendice F.

4.7 Determinazione delle condizioni del calcestruzzo

- (1) Nella regione dell'attacco il calcestruzzo può essere fessurato o non fessurato. La condizione del calcestruzzo per la vita utile di servizio dell'attacco deve essere determinata dal progettista.

Nota In generale, è prudente assumere che il calcestruzzo sia fessurato per tutta la sua vita utile di servizio.

- (2) Si può assumere che il calcestruzzo non sia fessurato qualora sia dimostrato che, nella combinazione di carico caratteristica allo stato limite di esercizio, l'ancorante per tutto l'approfondimento effettivo si trova in calcestruzzo non fessurato. Ciò è soddisfatto se si osserva la formula (4.4) (tensioni compressive sono negative):

$$\sigma_L + \sigma_R \leq \sigma_{adm} \quad (4.4)$$

dove:

σ_L è lo sforzo nel calcestruzzo indotto da carichi esterni, compresi i carichi degli ancoranti.

σ_R è lo sforzo nel calcestruzzo dovuto al vincolo di deformazioni intrinseche imposte (per esempio ritiro del calcestruzzo) o deformazioni estrinseche imposte (per esempio a causa dello spostamento dell'appoggio o variazioni di temperatura). Se non si effettua alcuna analisi dettagliata, si dovrebbe assumere che $\sigma_R = 3 \text{ N/mm}^2$;

σ_{adm} è lo sforzo di trazione ammissibile per la definizione di calcestruzzo non fessurato.

Le sollecitazioni σ_L e σ_R dovrebbero essere calcolate assumendo che il calcestruzzo non sia fessurato. Per elementi di calcestruzzo che trasmettono carichi in due direzioni (per esempio solette, pareti e rivestimenti) la formula (4.4) dovrebbe essere soddisfatta in entrambe le direzioni.

Nota Il valore di σ_{adm} si può trovare nell'Appendice nazionale del paese. Il valore raccomandato è $\sigma_{adm} = 0$ ed è basato sulla combinazione caratteristica di carico allo stato limite di esercizio.

5 DURABILITÀ

Gli ancoranti e gli elementi di collegamento devono essere scelti in modo da avere una durata adeguata, tenendo conto delle condizioni ambientali della struttura (come per esempio le classi di esposizione) come indicato nella EN 1992-1-1.

Nota 1 Le informazioni specifiche del prodotto possono essere riportate nella pertinente Specifica tecnica europea del prodotto.

Nota 2 Per ulteriori informazioni, vedere l'appendice informativa B.

Generalità

- (1) Il punto 6 si applica al carico statico e quasi statico. I requisiti per la fatica e il carico sismico sono indicati rispettivamente nei punti 8 e 9.
- (2) Le azioni agenti su un elemento di collegamento devono essere trasferite agli ancoranti sotto forma di forze di trazione e di taglio.
- (3) Quando un momento flettente e/o una forza di compressione agiscono su un elemento di collegamento che è a contatto con il calcestruzzo o la malta, si sviluppa una forza di attrito. Se una forza di taglio agisce anche su un elemento di collegamento, questo attrito riduce la forza di taglio sull'ancorante. Tuttavia, nella presente EN le forze di attrito sono trascurate nella progettazione dei fissaggi.
- (4) Le eccentricità e gli effetti di prying devono essere esplicitamente considerati nella progettazione dell'attacco (vedere figura 6.1). Le forze di prying C_{pr} si verificano con la deformazione dell'elemento di collegamento e lo spostamento degli ancoranti.
- (5) In generale, l'analisi elastica può essere utilizzata per stabilire i carichi sui singoli ancoranti sia allo stato ultimo sia allo stato limite di esercizio.

Per gli stati limite ultimi si possono utilizzare analisi plastiche per ancoranti muniti di testa e post-inseriti, qualora si osservino le condizioni di cui al CEN/TR 17081, *Design of fastenings for use in concrete - Plastic design of fastenings with headed and post-installed fasteners*.

figura 6.1

Eccentricità e azione di prying - Esempi di amplificazione delle forze di trazione agenti sull'ancorante a) a causa dell'eccentricità e b) a causa dell'azione di prying

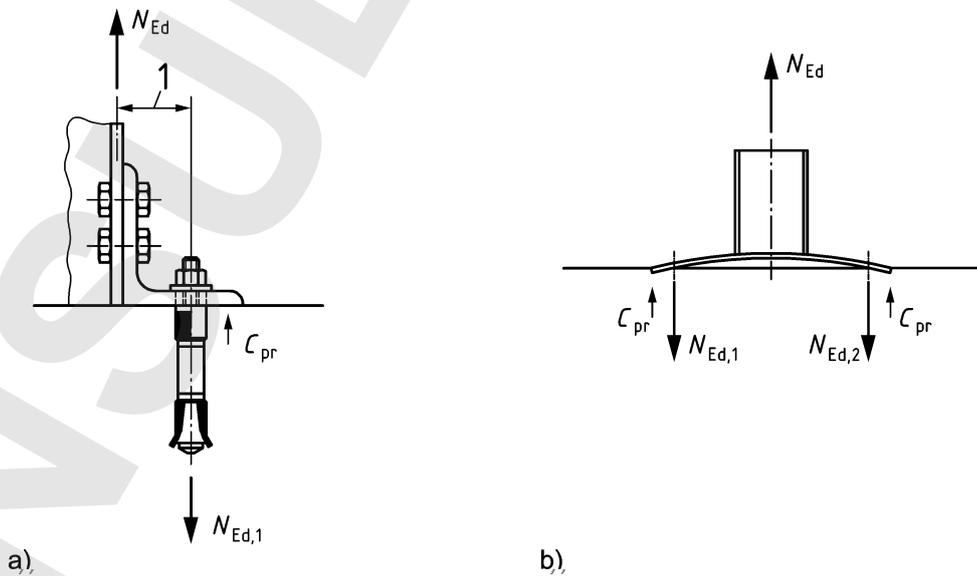
Legenda

1 Eccentricità

C_{pr} Forza di prying

a) $N_{Ed,1} = N_{Ed} + C_{pr}$

b) $N_{Ed,1} = N_{Ed,2} = 0,5 N_{Ed} + C_{pr}$



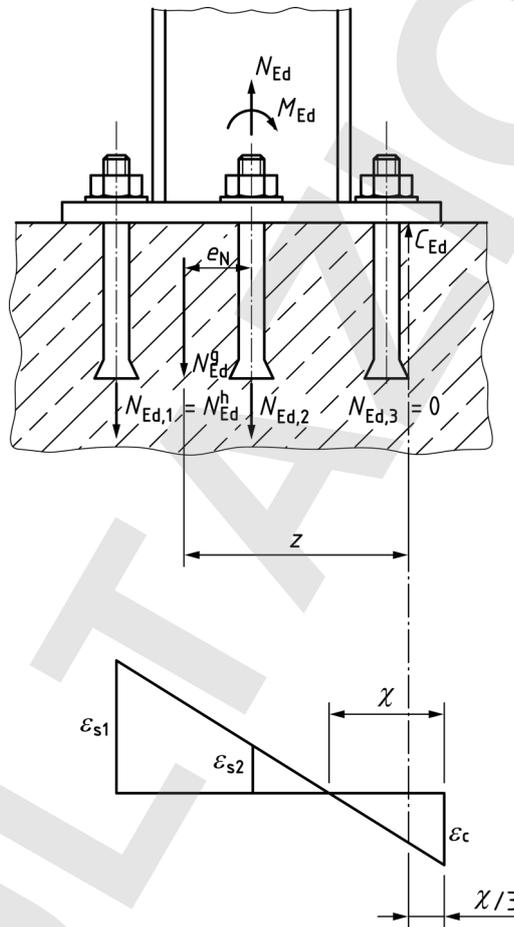
- (1) Il valore di progetto dei carichi di trazione agenti su ciascun ancorante a causa dei valori di progetto delle forze normali e dei momenti flettenti agenti su un elemento di collegamento rigido può essere calcolato assumendo una distribuzione lineare delle deformazioni come illustrato nella figura 6.2 e una relazione lineare tra deformazioni e sforzi. Se l'elemento di collegamento grava sul calcestruzzo con o senza strato di malta, le forze di compressione sono trasmesse al calcestruzzo mediante l'elemento di collegamento. La distribuzione del carico sugli ancoranti può essere calcolata in modo analogo all'analisi elastica del cemento armato utilizzando le assunzioni seguenti (vedere figura 6.2).
- L'elemento di collegamento è sufficientemente rigido in modo tale che sia valida la distribuzione lineare della deformazione (analoga all'ipotesi di Bernoulli).
 - La rigidità assiale di tutti gli ancoranti è uguale. La rigidità dovrebbe essere determinata in base alle deformazioni elastiche dell'acciaio nell'ancorante.
 - Il modulo di elasticità del calcestruzzo è preso dalla EN 1992-1-1. A titolo semplificativo, il modulo di elasticità del calcestruzzo può essere assunto come $E_c = 30\,000\text{ N/mm}^2$. Se non sono disponibili informazioni specifiche nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea, il modulo di elasticità dell'acciaio dell'ancorante può, a titolo semplificativo, essere assunto come $E_s = 210\,000\text{ N/mm}^2$.
 - Nella zona di compressione sotto l'elemento di collegamento gli ancoranti non assorbono forze normali.
 - L'assunzione di cui al punto 6.2.1 (1) a) può essere considerata soddisfatta se la piastra base rimane elastica sotto le azioni di progetto ($\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd}$) e la sua deformazione rimane trascurabile rispetto allo spostamento assiale degli ancoranti. Se questo requisito di deformazione non è soddisfatto, si deve tenere adeguatamente conto del comportamento di deformazione elastica dell'elemento di collegamento per determinare il valore di progetto dei carichi di trazione agenti su ciascun ancorante.
 - Per gruppi di ancoranti con diversi livelli di forze di trazione $N_{Ed,i}$ agenti sui singoli ancoranti di un gruppo, l'eccentricità e_N della forza di trazione N_{Ed}^g del gruppo rispetto al baricentro degli ancoranti sottoposti a trazione influenza le resistenze del gruppo correlate al calcestruzzo (per esempio resistenze in caso di rottura del cono di calcestruzzo, rottura combinata del calcestruzzo e sfilamento di ancoranti chimici, rottura per splitting del calcestruzzo e rottura per blow-out del calcestruzzo). Pertanto, questa eccentricità deve essere calcolata (vedere figure 6.2 e 6.3). Se gli ancoranti sottoposti a trazione non formano un profilo rettangolare (vedere figura 6.3 c)), per motivi di semplicità il gruppo di ancoranti sottoposti a trazione può essere trasformato in un gruppo rettangolare per calcolare il baricentro. Esso può essere assunto come punto '5' nella figura 6.3 c). Questa semplificazione porta ad una maggiore eccentricità e ad una ridotta resistenza del calcestruzzo.

Attacco con un elemento di collegamento gravante sul calcestruzzo caricato mediante un momento flettente e una forza normale - Esempio

Legenda

$$N_{Ed,i} = \varepsilon_{s,i} \times E_s \times A_s$$

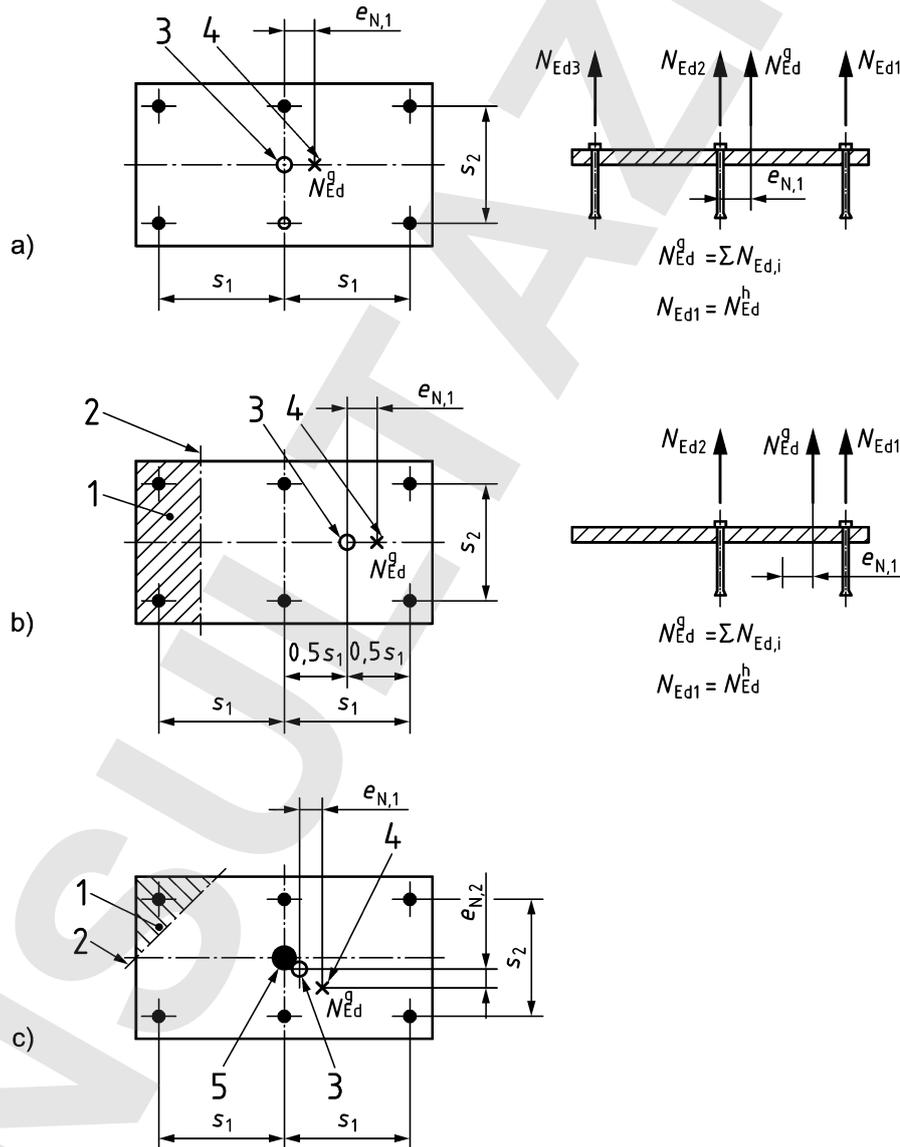
$$C_{Ed} = 0,5 \times b_{fix} \times x \times \varepsilon_c \times E_c$$



Fissaggi sottoposti a una forza di trazione eccentrica N_{Ed} - Esempi

Legenda

- 1 Area compressa
- 2 Asse neutro
- 3 Baricentro geometrico degli ancoranti sottoposti a trazione
- 4 Punto della risultante forza di trazione degli ancoranti sottoposti a trazione
- 5 Centro di gravità in approccio semplificato
- a) Eccentricità in una direzione, tutti gli ancoranti sono caricati mediante una forza di trazione
- b) Eccentricità in una direzione, solo una parte degli ancoranti del gruppo è caricata mediante una forza di trazione
- c) Eccentricità in due direzioni, solo una parte degli ancoranti del gruppo è caricata mediante una forza di trazione



6.2.2

Carichi di taglio

6.2.2.1

Generalità

Sono trattati dalla presente EN solo i fissaggi senza interassi dei fori o interassi in direzione del carico di taglio in conformità al prospetto 6.1.

- (1) La distribuzione del carico dipende dall'efficacia degli ancoranti per resistere ai carichi di taglio, che è influenzata, per esempio dall'interasse dei fori e dalla distanza dal bordo. Si distinguono i casi seguenti.
- Tutti gli ancoranti sono considerati efficaci per ciascuno dei casi seguenti:
 - se l'ancorante si trova lontano da un bordo ($c_1 \geq \max \{10h_{ef}; 60d_{nom}\}$);
 - per la verifica della rottura dell'acciaio e della rottura per pry-out;
 - se l'ancorante è caricato mediante un momento torcente (vedere figura 6.4), o mediante un carico di taglio parallelo al bordo (vedere figura 6.5 a)).
 - Solo gli ancoranti più vicini al bordo caricato a taglio sono assunti come efficaci per la verifica della rottura del bordo di calcestruzzo se l'attacco è situato vicino al bordo ($c < \max \{10h_{ef}; 60d_{nom}\}$) e caricato perpendicolarmente al bordo (vedere figura 6.5 b)).
- (2) Un ancorante non è considerato resistente ai carichi di taglio se il foro è effettuato in direzione della forza di taglio.

prospetto 6.1

Interasse dei fori

Dimensioni in millimetri

1	Diametro esterno dell'ancorante $d^{a)}$ oppure $d_{nom}^{b)}$	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	> 30
2	Diametro d_f dell'interasse dei fori nell'elemento di collegamento	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	30	33	$d + 3$ oppure $d_{nom} + 3$
a)	Se i bulloni poggiano contro l'elemento di collegamento.													
b)	Se gli inserti poggiano contro l'elemento di collegamento.													

Nota 1 Le applicazioni in cui i bulloni sono saldati all'elemento di collegamento o avvitati nell'elemento di collegamento, o nei casi in cui qualsiasi distanza tra l'ancorante e l'elemento di collegamento sia riempita con malta di sufficiente resistenza a compressione ($\geq 40\text{N/mm}^2$) o eliminata con altri mezzi idonei, possono essere considerate prive di interasse dei fori.

figura 6.4

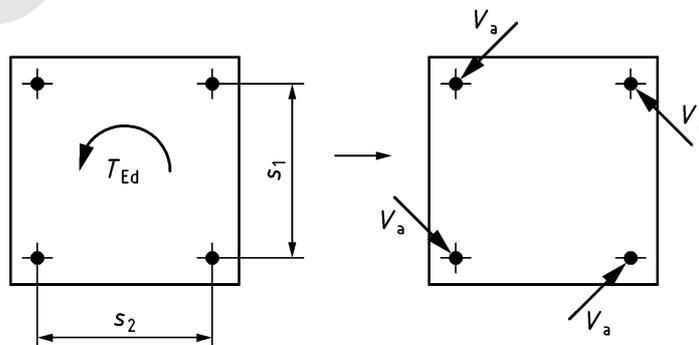
Determinazione dei carichi di taglio quando tutti gli ancoranti sono efficaci nella verifica - Esempio di momento torcente agenti su un attacco quadruplo

Legenda

$$V_a = \frac{T_{Ed}}{I_p} \left[\left(\frac{s_1}{2} \right)^2 + \left(\frac{s_2}{2} \right)^2 \right]^{0,5}$$

dove

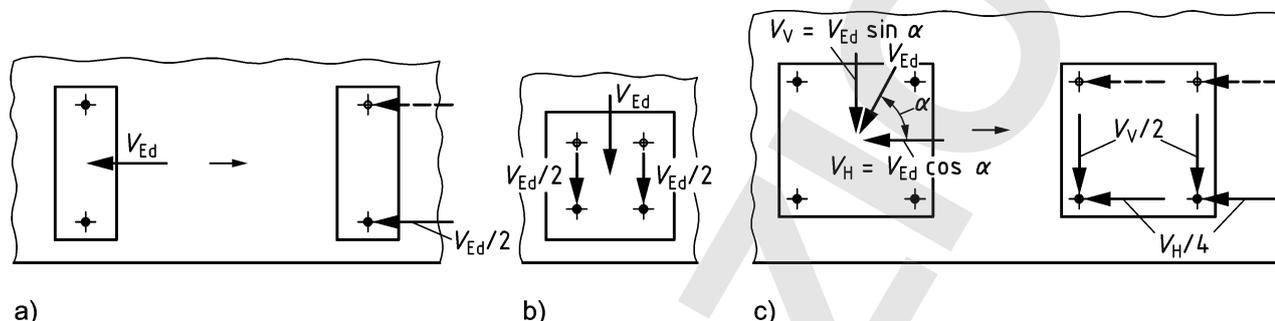
$$I_p = s_1^2 + s_2^2$$



Determinazione delle forze di taglio per la verifica della rottura del bordo del calcestruzzo; solo le forze negli ancoranti più vicini al bordo (linee continue) sono considerate nella verifica - Esempi

Legenda

- a) Gruppo con due ancoranti vicino a un bordo caricato parallelamente al bordo
- b) Gruppo con quattro ancoranti vicino a un bordo caricato perpendicolarmente al bordo
- c) Attacco quadruplo vicino a un bordo caricato mediante un carico di taglio inclinato



Nota 2 Nel caso di gruppi di ancoranti in cui sono efficaci solo gli ancoranti più vicini al bordo, il componente del carico agente perpendicolarmente al bordo è assorbito dagli ancoranti più vicini al bordo, mentre i componenti del carico agente parallelamente al bordo - per motivi di equilibrio - sono equamente distribuiti a tutti gli ancoranti del gruppo (vedere figura 6.5 c)).

I carichi di taglio agenti lontano dal bordo non influenzano in modo significativo la resistenza del bordo del calcestruzzo. Pertanto, il componente di un carico di taglio agente lontano dal bordo di calcestruzzo verificato può essere trascurato nel calcolo delle forze di taglio sugli ancoranti vicino al bordo verificato.

6.2.2.3

Carichi di taglio con e senza braccio di leva

(1) I carichi di taglio agenti su fissaggi possono essere assunti come agenti senza braccio di leva se sono soddisfatte tutte le condizioni seguenti.

- a) L'elemento di collegamento è realizzato in acciaio ed è a contatto con l'ancorante per una lunghezza di almeno $0,5 \times t_{fix}$.
- b) L'elemento di collegamento è fissato:
 - 1) direttamente al calcestruzzo senza strato intermedio; oppure
 - 2) utilizzando come strato intermedio una malta livellante con uno spessore $t_{grout} \leq 0,5d$ inferiore almeno all'intera dimensione dell'elemento di collegamento su una superficie di calcestruzzo grezzo (vedere punto 6.2.5 della EN 1992-1-1:2004); la resistenza della malta deve essere almeno pari a quella del calcestruzzo di base, ma non minore di 30 N/mm^2 .

Qualora le condizioni di cui sopra non siano soddisfatte, si dovrebbe assumere una forza di taglio agente con braccio di leva sui fissaggi.

(2) Se nel punto 6.2.2.3 (1) solo la condizione b) non è soddisfatta, nel calcestruzzo non fessurato si può utilizzare una ridotta capacità di taglio dell'acciaio per gli ancoranti in conformità al punto 7.2.2.3.1 (3) invece di una progettazione con braccio di leva, purché siano soddisfatte tutte le condizioni seguenti:

- ci sono almeno due ancoranti nella direzione della forza di taglio;
- nessun momento flettente o forza di trazione agisce sulla piastra base;
- l'interasse tra gli ancoranti nella direzione della forza di taglio è maggiore di $10d$ (se agiscono forze di taglio inclinate, questa condizione deve essere soddisfatta per entrambe le direzioni);
- lo spessore del letto di malta t_{grout} è minore o uguale a 40 mm e $\leq 5d$ (ancoranti senza inserto) o $\leq 5d_{nom}$ (ancoranti con inserto);
- un letto di malta è applicato almeno all'intera dimensione dell'elemento di collegamento su una superficie di calcestruzzo grezzo (vedere punto 6.2.5 della EN 1992-1-1:2004);

- la resistenza del letto di malta è almeno pari a quella del calcestruzzo di base ma non minore di 30 N/mm^2 .
- (3) Se il carico di taglio agisce con un braccio di leva, si deve tener conto di un momento flettente agente sull'ancorante. Il momento flettente di progetto agente sull'ancorante è calcolato secondo la formula (6.1):

$$M_{Ed} = V_{Ed} \times \frac{l_a}{\alpha_M} \quad (6.1)$$

dove:

$$l_a = a_3 + e_1 \quad (6.2)$$

V_{Ed} È il carico di taglio agente sull'ancorante considerato (vedere figura 6.6)

dove:

e_1 è la distanza fra carico di taglio e superficie del calcestruzzo trascurando lo spessore della malta di livellamento (vedere figura 6.6)

$$a_3 = 0,5 d_{nom}$$

= 0 se una rondella e un dado sono fissati direttamente alla superficie di calcestruzzo o alla superficie di un ancoraggio con bullone testa a martello o se è presente uno strato di malta di livellamento con una resistenza a compressione $\geq 30 \text{ N/mm}^2$ e uno spessore $t_{grout} \leq d/2$.

α_M È il coefficiente che tiene conto del grado di vincolo dell'ancorante a lato dell'elemento di collegamento dell'applicazione in questione. Dovrebbe essere determinato secondo la buona pratica ingegneristica.

Nessun vincolo ($\alpha_M = 1,0$) deve essere assunto se l'elemento di collegamento può ruotare liberamente.

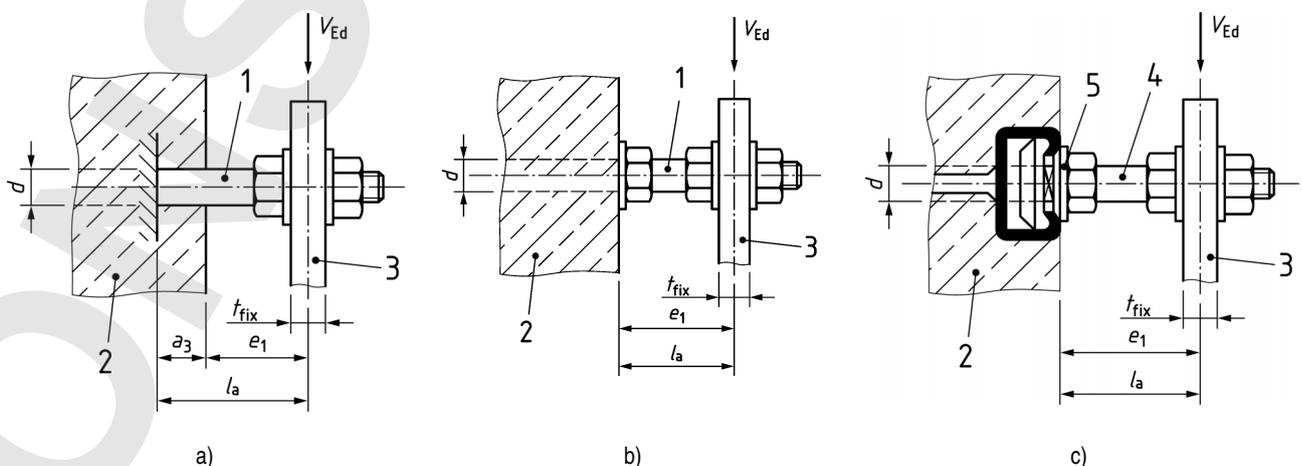
Un vincolo completo ($\alpha_M = 2,0$) si può assumere solo se l'elemento di collegamento non può ruotare.

figura 6.6

Definizione del braccio di leva

Legenda

- 1 Ancorante
 - 2 Elemento di calcestruzzo
 - 3 Fissaggio
 - 4 Bullone testa a martello
 - 5 Rondella speciale
- a) Installazione portante
 - b) Installazione portante con dado e rondella per evitare lo spalling locale del calcestruzzo
 - c) Installazione portante con profili di ancoraggio



6.3 Profili di ancoraggio

6.3.1 Generalità

- (1) La distribuzione dei carichi di trazione agenti sul canale agli ancoraggi dell'ancoraggio con bullone testa a martello può essere calcolata trattando il canale come una trave su supporto elastico (ancoraggi) con un vincolo parziale delle estremità del canale come sistema statico. Le forze di ancoraggio risultanti dipendono significativamente dalla rigidità dell'ancoraggio e dal grado di vincolo assunti. Per carichi di taglio la distribuzione del carico è inoltre influenzata dalla distribuzione della pressione nella zona di contatto tra il canale e il calcestruzzo.
- (2) Come semplificazione per profili di ancoraggio dotati di due ancoraggi i carichi sugli ancoraggi possono essere calcolati assumendo una trave semplicemente appoggiata con una lunghezza di campata uguale alla distanza tra gli ancoraggi.
- (3) Per profili di ancoraggio dotati di due o più ancoraggi in alternativa si può utilizzare il metodo di distribuzione triangolare del carico per calcolare la distribuzione dei carichi di trazione e di taglio agli ancoraggi (vedere punti 6.3.2 e 6.3.3).
- (4) Nel caso di carichi di taglio, la presente EN tratta solo i carichi di taglio agenti sul canale perpendicolarmente al suo asse longitudinale.

Nota I carichi di taglio agenti in direzione dell'asse longitudinale del profilo di ancoraggio sono trattati nel CEN/TR 17080, *Design of fastenings for use in concrete - Anchor channels - Supplementary rules*

6.3.2 Carichi di trazione

- (1) La trazione in ciascun ancoraggio causata da un carico di tensione agente sul canale è calcolata secondo la formula (6.3), che assume una distribuzione lineare del carico sulla lunghezza d'influenza l_i e tiene conto dello stato di equilibrio. La lunghezza d'influenza l_i deve essere calcolata secondo la formula (6.5). Un esempio per il carico delle forze agenti sugli ancoraggi è indicato nella figura 6.7.

$$N_{Ed,i}^a = k \times A'_i \times N_{Ed}^{cb} \quad (6.3)$$

dove:

A'_i è l'ordinata nella posizione dell'ancoraggio i di un triangolo con l'altezza unitaria nella posizione di carico N_{Ed}^{cb} e la lunghezza della base $2l_i$

$$k = \frac{1}{\sum_1 A'_i} \quad (6.4)$$

$$l_i = 13 \times I_y^{0,05} \times s^{0,5} \geq s \quad (6.5)$$

n è il numero di ancoraggi sul canale entro la lunghezza d'influenza l_i da entrambi i lati del carico applicato N_{Ed} (figura 6.7)

- (2) Se sul canale agiscono diversi carichi di trazione, si deve assumere una sovrapposizione lineare delle forze di ancoraggio per tutti i carichi.
- (3) Se non si conosce la posizione esatta del carico sul canale, si deve assumere la posizione di carico più sfavorevole per ciascuna modalità di rottura (per esempio, carico agente su un ancoraggio nel caso della rottura di un ancoraggio mediante rottura dell'acciaio o sfilamento e carico agente tra gli ancoraggi nel caso della rottura per flessione del canale).
- (4) Il momento flettente di progetto M_{Ed}^{ch} nel canale dovuto a carichi di trazione N_{Ed}^{cb} agenti sui bulloni testa a martello e può essere calcolato assumendo una trave a campata singola semplicemente appoggiata con una lunghezza di campata pari all'interasse tra gli ancoraggi.

L'assunzione di una trave semplicemente appoggiata per calcolare i momenti è una semplificazione che trascura l'influenza dei vincoli di estremità parziali, l'azione continua della trave per canali con più di due ancoraggi e l'azione di catenaria dopo snervamento del canale. I valori caratteristici dei momenti della resistenza indicati nella Specifica tecnica di prodotto europea tengono conto di questi effetti. Essi possono essere maggiori del momento plastico, calcolato con le dimensioni del canale e la resistenza allo snervamento nominale dell'acciaio.

figura 6.7

Calcolo delle forze di ancoraggio secondo il metodo di distribuzione triangolare del carico per un ancoraggio con bullone testa a martello a cinque ancoraggi - Esempio

Legenda

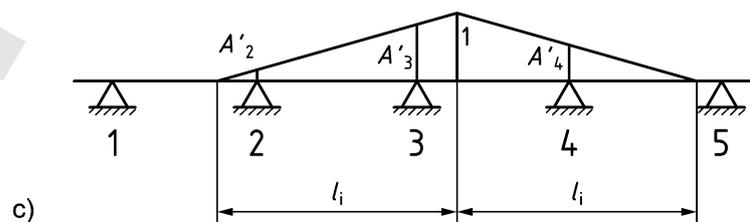
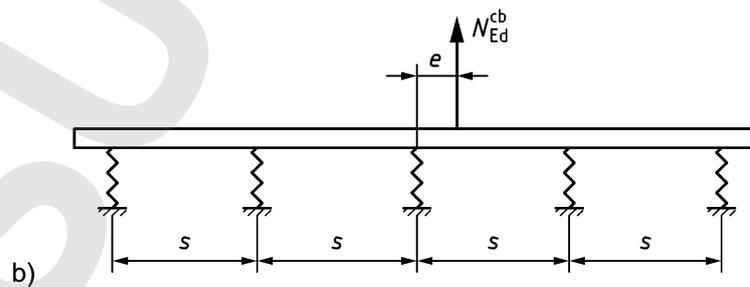
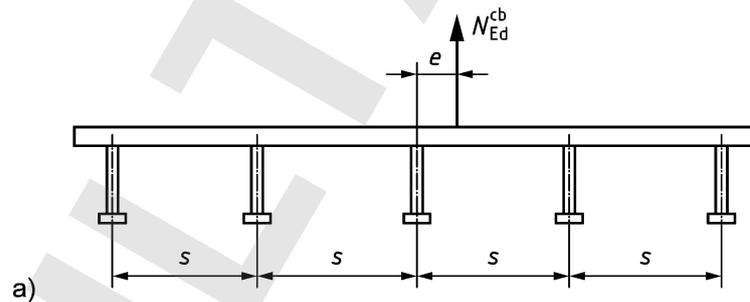
- a) Ancoraggio con bulloni testa a martello a 5 ancoraggi
- b) Su appoggio elastico
- c) Metodo di distribuzione triangolare del carico

$$A'_2 = \frac{l_i - e - s}{l_i}; \quad N_{Ed,2}^a = A'_2 \times k \times N_{Ed}^{cb}$$

$$A'_3 = \frac{l_i - e}{l_i}; \quad N_{Ed,3}^a = A'_3 \times k \times N_{Ed}^{cb}$$

$$A'_4 = \frac{l_i - s + e}{l_i}; \quad N_{Ed,4}^a = A'_4 \times k \times N_{Ed}^{cb}$$

$$N_{Ed,1}^a = N_{Ed,5}^a = 0$$



6.3.3

Carichi di taglio

- (1) Le disposizioni indicate nel punto 6.2.2.3 devono essere utilizzate per determinare se un carico di taglio agisce con o senza braccio di leva sul bullone testa a martello.
- (2) Le forze di taglio di ciascun ancoraggio dovute a un carico di taglio agente sul canale perpendicolare al suo asse longitudinale possono essere calcolate nello stesso modo descritto nel punto 6.3.2.

Nota I carichi di taglio applicati perpendicolarmente ai profili di ancoraggio sono trasferiti come compressione all'interfaccia tra canale e calcestruzzo e mediante gli ancoraggi. Inoltre, per motivi di equilibrio, gli ancoraggi sono sollecitati da forze di trazione. Generalmente, la percentuale del carico di taglio assorbita dal canale e dagli ancoraggi può variare in base alla geometria dell'ancoraggio con bulloni testa a martello. Nell'approccio presentato sopra si assume che le forze di taglio siano trasferite mediante la flessione del canale agli ancoraggi e mediante gli ancoraggi nel calcestruzzo. Questo approccio semplificato è stato scelto per consentire una semplice interazione tra le forze di trazione e di taglio agenti sul canale.

- (3) Per la verifica della rottura del bordo del calcestruzzo, i componenti dei carichi di taglio agenti lontano dal bordo possono essere trascurati nel calcolo delle forze di ancoraggio.

6.4

Forze attribuite all'armatura supplementare

6.4.1

Generalità

Le forze di trazione di progetto agenti nell'armatura supplementare devono essere stabilite utilizzando un modello appropriato di puntone e tirante. Vedere esempi nella figura 7.2 (carico di trazione) e figura 7.10 (carico di taglio).

6.4.2

Carichi di trazione

- (1) L'armatura supplementare deve essere progettata per N_{Ed} (singolo ancorante) o N_{Ed}^h (gruppo di ancoranti). Tale armatura è quindi applicata a tutti gli ancoranti.
- (2) Per profili di ancoraggio l'armatura supplementare di tutti gli ancoraggi deve essere progettata per la forza N_{Ed}^a dell'ancoraggio maggiormente caricato.

6.4.3

Carichi di taglio

- (1) Quando l'armatura supplementare è posizionata nella direzione della forza di taglio di progetto, la forza di trazione di progetto $N_{Ed, re}$ nell'armatura supplementare causata dalla forza di taglio di progetto V_{Ed} agente su un elemento di collegamento perpendicolarmente o verso il bordo deve essere calcolata secondo la formula (6.6):

$$N_{Ed, re} = \left(\frac{e_s}{z} + 1 \right) \times V_{Ed} \quad (6.6)$$

dove (vedere figura 6.8):

e_s è la distanza tra l'asse dell'armatura e la linea della forza di taglio agente sull'elemento di collegamento;

$z \approx 0,85 \times d$ con d non maggiore di $\min\{2 h_{ef}; 2 c_1\}$

Nota In caso di sezioni profonde il braccio di leva interno è molto più piccolo della sezione. Pertanto, la profondità effettiva è limitata a $\min\{2 h_{ef}; 2 c_1\}$.

Quando la forza di taglio di progetto è inclinata e verso il bordo, l'armatura supplementare può essere progettata assumendo che la forza di taglio totale di progetto agisca perpendicolarmente e verso il bordo. Quando la forza di taglio di progetto è parallela al bordo o inclinata e lontana dal bordo, l'armatura supplementare può essere progettata in modo conservativo semplicemente assumendo che la componente della forza di taglio di progetto parallela al bordo agisca perpendicolarmente e verso il bordo.

- (2) In caso di forze di taglio diverse sugli ancoranti di un elemento di collegamento, si deve risolvere la formula (6.6) per il carico di taglio V_{Ed}^h dell'ancorante maggiormente caricato risultante in $N_{Ed, re}^h$. Tale forza è quindi applicata alla progettazione dell'armatura supplementare di tutti gli ancoranti.

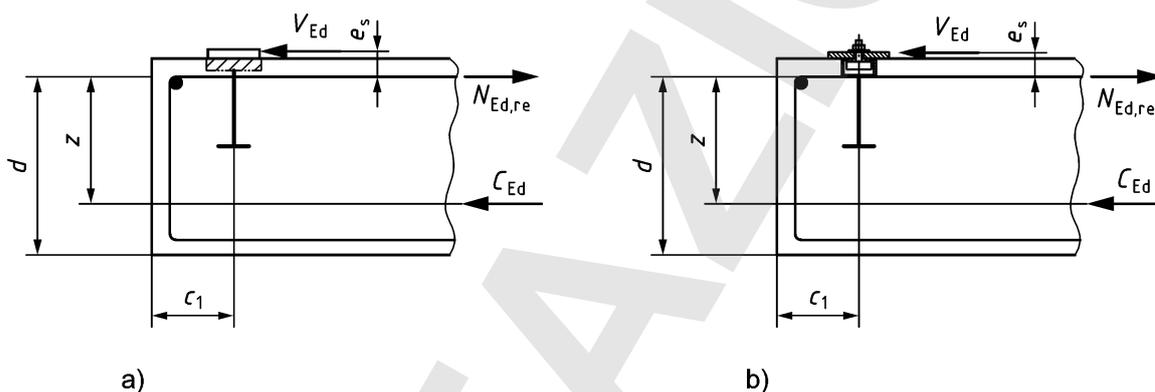
- (3) Se l'armatura supplementare non è disposta nella direzione della forza di taglio, se ne deve tenere conto nel calcolo della forza di trazione di progetto dell'armatura per mantenere l'equilibrio nel modello di puntone e tirante.
- (4) Per profili di ancoraggio, l'armatura supplementare di tutti gli ancoraggi deve essere progettata per una forza V_{Ed} che sia la maggiore sulla forza di taglio sull'ancoraggio più caricato e sul profilo di ancoraggio più caricato.

figura 6.8

Armatura superficiale per assorbire le forze di taglio - Forze nell'armatura

Legenda

- a) Piastra base con ancorante munito di testa
- b) Ancoraggio con bullone testa a martello



7

VERIFICA DELLO STATO LIMITE ULTIMO

7.1

Generalità

- (1) Il punto 7 si applica al carico statico. I requisiti per la fatica e il carico sismico sono indicati rispettivamente nei punti 8 e 9.
- (2) Nella progettazione dei fissaggi i valori di f_{ck} utilizzati per il calcolo non devono essere maggiori di 60 N/mm^2 anche se la struttura utilizza una classe di resistenza superiore.
- (3) Deve essere dimostrato che la formula (4.1) è soddisfatta per tutte le direzioni di carico (trazione, taglio, trazione e taglio combinati) nonché per tutte le modalità di rottura di ciascuna combinazione di carico.
- (4) La verifica deve essere effettuata per l'ancorante o il gruppo di ancoranti considerato efficace per la modalità di rottura specifica per i carichi risultanti dalle azioni applicate sull'elemento di collegamento.
- (5) Questa sezione si applica quando le forze sugli ancoranti sono state calcolate utilizzando un'analisi elastica.
- (6) Sia la distanza dal bordo sia l'interasse devono essere specificate solo con tolleranze positive.
- (7) Le formule per il calcolo delle resistenze caratteristiche per le modalità di rottura del calcestruzzo sotto carichi di trazione e carichi di taglio in caso di rottura per pry-out sono valide per una distanza tra ancoranti esterni di gruppi adiacenti o una distanza tra singoli ancoranti o singoli ancoranti e ancoranti esterni di gruppi adiacenti di $a \geq s_{cr,N}$. Per carichi di taglio in caso di rottura del bordo del calcestruzzo vale $a \geq 3c_1$.
- (8) Fori interrotti riempiti con malta antiritiro con una resistenza almeno pari a quella del supporto e $\geq 40 \text{ N/mm}^2$ possono essere ignorati nella progettazione.
- (9) Le verifiche indicate nel punto 7.2 tengono conto di tutte le direzioni di carico e di tutte le modalità di rottura. In alternativa, nell'appendice G sono riportati metodi di progettazione semplificati.

- (10) Nel calcolo dell'area della sezione trasversale dell'armatura supplementare, può essere inclusa l'area della sezione trasversale di qualsiasi armatura sottoutilizzata prevista nell'elemento per altri scopi, a condizione che tale armatura soddisfi i requisiti dei dettagli costruttivi illustrati nel presente documento.

7.2 Ancoranti muniti di testa e post-inseriti

7.2.1 Carico di trazione

7.2.1.1 Verifiche richieste

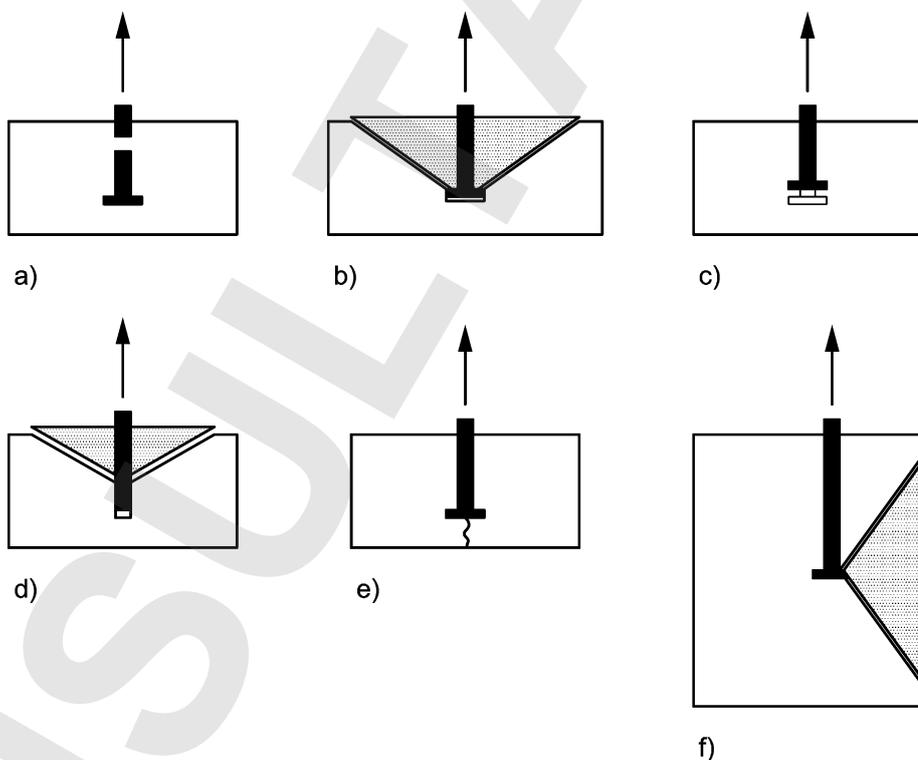
Si applicano le verifiche del prospetto 7.1. Le modalità di rottura trattate sono indicate nella figura 7.1.

figura 7.1

Modalità di rottura degli ancoranti muniti di testa o post-inseriti sotto carico di trazione

Legenda

- a) Rottura dell'acciaio
- b) Rottura del cono di calcestruzzo
- c) Rottura per sfilamento
- d) Rottura combinata del calcestruzzo e sfilamento di ancoranti chimici
- e) Rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo
- f) Rottura per blow-out del calcestruzzo



7.2.1.2 Dettagli costruttivi dell'armatura supplementare

- (1) Quando la progettazione si basa su armature supplementari, non è necessario verificare la rottura del cono di calcestruzzo secondo il prospetto 7.1 e il punto 7.2.1.4 ma le armature supplementari devono essere progettate secondo il punto 7.2.1.9 per resistere al carico totale.
- (2) L'armatura supplementare per assorbire i carichi di trazione deve essere conforme ai requisiti seguenti (vedere anche figura 7.2).
 - a) L'armatura deve consistere in barre d'armatura nervate ($f_{yk, re} \leq 600 \text{ N/mm}^2$) con un diametro ϕ non maggiore di 16 mm e deve essere dotata di staffe o asole con un diametro del mandrino ϕ_m secondo la EN 1992-1-1.

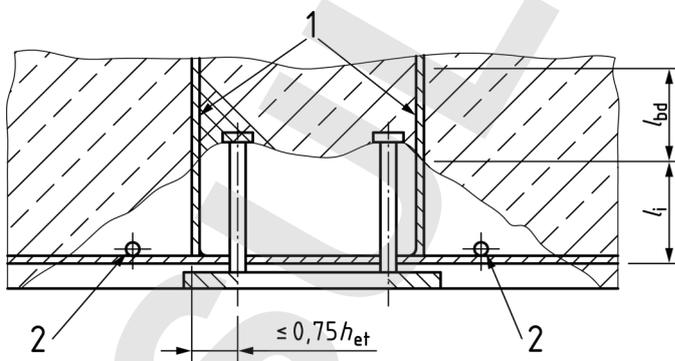
- b) Se l'armatura supplementare è stata dimensionata per l'ancorante più caricato, la stessa armatura deve essere prevista attorno a tutti gli ancoranti.
- c) L'armatura supplementare dovrebbe essere posizionata simmetricamente il più vicino possibile agli ancoranti per ridurre al minimo l'effetto di eccentricità associata all'angolo del cono di rottura. Preferibilmente, l'armatura supplementare dovrebbe includere l'armatura superficiale. Solo barre di armatura con una distanza $\leq 0,75 h_{ef}$ dall'ancorante devono essere assunte come efficaci.
- d) Solo armature supplementari con una lunghezza di ancoraggio nel cono di rottura del calcestruzzo $l_1 \geq 4\phi$ (ancoraggio con curve, ganci o asole) o $l_1 \geq 10\phi$ (ancoraggio con barre diritte con o senza barre trasversali saldate) devono essere assunte come efficaci.
- e) L'armatura supplementare deve essere ancorata all'esterno del cono di rottura assunto con una lunghezza di ancoraggio l_{bd} secondo la EN 1992-1-1 (vedere figura 7.2 a)). La rottura del cono di calcestruzzo deve essere verificata assumendo una lunghezza d'inserimento corrispondente all'estremità dell'armatura supplementare utilizzando la formula (7.1) per $N_{Rk,c}$. Tale verifica può essere omessa se negli elementi strutturali armati la trazione nella barra d'armatura ancorata è trasferita all'armatura nell'elemento strutturale mediante un'adeguata giunzione a sovrapposizione.
- f) L'armatura superficiale dovrebbe essere prevista come da figura 7.2 progettata per resistere alle forze derivanti dal modello di puntone e tirante e dalle forze di splitting assunte secondo il punto 7.2.1.7 (2)b).

figura 7.2

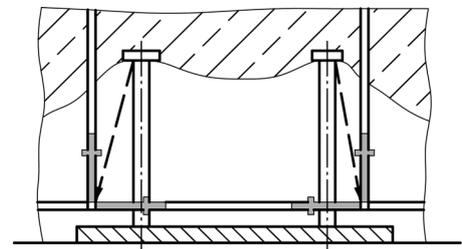
a) Attacco con armatura supplementare per assorbire i carichi di trazione; b) Modello tirante-puntone corrispondente - Esempio

Legenda

- 1 Armatura supplementare
- 2 Armatura superficiale



a)



b)

	Modalità di rottura	Singolo ancorante	Gruppo di ancoranti	
			Ancorante più caricato	Gruppo
1	Rottura dell'acciaio dell'ancorante	$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	$N_{Ed}^h \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	
2	Rottura del cono di calcestruzzo	$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		$N_{Ed}^g \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$
3	Rottura per sfilamento dell'ancorante ^{a)}	$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	$N_{Ed}^h < N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	
4	Rottura combinata per sfilamento e rottura del calcestruzzo ^{b)}	$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$		$N_{Ed}^g \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$
5	rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo	$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$		$N_{Ed}^g \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$
6	Rottura per blow-out del calcestruzzo ^{c)}	$N_{Ed} \leq N_{Rd,cb} = \frac{N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc}}$		$N_{Ed}^g \leq N_{Rd,cb} = \frac{N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc}}$
7	Rottura dell'acciaio dell'armatura	$N_{Ed,re} \leq N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$	$N_{Ed,re}^h \leq N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$	
8	Rottura dell'ancoraggio dell'armatura	$N_{Ed,re} \leq N_{Rd,a}$	$N_{Ed,re}^h \leq N_{Rd,a}$	

a) Non richiesto per ancoranti chimici post-inseriti.
b) Non richiesto per ancoranti meccanici muniti di testa e post-inseriti.
c) Per casi che richiedono la verifica vedere punto 7.2.1.8 (1).

7.2.1.3 Rottura dell'acciaio dell'ancorante

La resistenza caratteristica di un ancorante in caso di rottura dell'acciaio $N_{Rk,s}$ è indicata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. La resistenza caratteristica è basata su f_{uk} .

7.2.1.4 Rottura del cono di calcestruzzo

(1) La resistenza caratteristica di un ancorante, di un gruppo di ancoranti e degli ancoranti sottoposti a trazione di un gruppo di ancoranti in caso di rottura di un cono di calcestruzzo deve essere ottenuta come indicato nella formula (7.1):

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \times \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \times \psi_{s,N} \times \psi_{re,N} \times \psi_{ec,N} \times \psi_{M,N} \quad (7.1)$$

I diversi fattori della formula (7.1) sono indicati di seguito.

(2) La resistenza caratteristica di un singolo ancorante posato nel calcestruzzo e non influenzato da ancoranti adiacenti o dai bordi dell'elemento di calcestruzzo si ottiene come segue:

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \times \sqrt{f_{ck}} \times h_{ef}^{1,5} \quad (7.2)$$

con

$$k_1 = k_{cr,N} \text{ per calcestruzzo fessurato} \\ = k_{ucr,N} \text{ per calcestruzzo non fessurato}$$

$k_{cr,N}$ e $k_{ucr,N}$ sono indicati nella corrispondente Specifica tecnica di prodotto europea.

Nota Valori indicativi per $k_{cr,N}$ e $k_{ucr,N}$ sono $k_{cr,N} = 7,7$ e $k_{ucr,N} = 11,0$ per ancoranti post-inseriti e $k_{cr,N} = 8,9$ e $k_{ucr,N} = 12,7$ per ancoranti a piolo gettati in opera.

- (3) L'effetto geometrico dell'interasse assiale e della distanza dal bordo sulla resistenza caratteristica è preso in considerazione dal valore $A_{c,N}/A_{c,N}^0$
dove:

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \times s_{cr,N} \quad (7.3)$$

è l'area di proiezione di riferimento, vedere figura 7.3.

$A_{c,N}$ è l'area di proiezione effettiva, limitata dalla sovrapposizione dei coni di calcestruzzo degli ancoranti adiacenti ($s \leq s_{cr,N}$) e dai bordi dell'elemento di calcestruzzo ($c \leq c_{cr,N}$). Un esempio per il calcolo di $A_{c,N}$ è indicato nella figura 7.4.

$c_{cr,N}$ è indicato nella corrispondente Specifica tecnica di prodotto europea e $s_{cr,N} = 2 c_{cr,N}$.

Nota Per ancoranti muniti di testa e post-inseriti secondo l'esperienza corrente $s_{cr,N} = 2 c_{cr,N} = 3 h_{ef}$.

figura 7.3 **Cono in calcestruzzo idealizzato e area $A_{c,N}^0$ del cono di calcestruzzo di un singolo ancorante**

Legenda

1 Cono di calcestruzzo

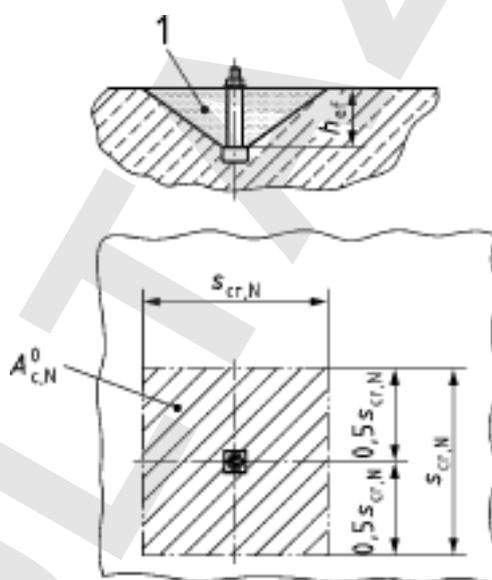


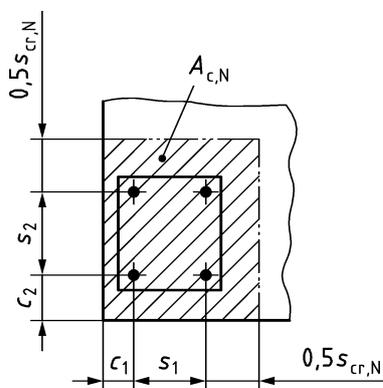
figura 7.4 **Area effettiva $A_{c,N}$ del cono di calcestruzzo idealizzato per un gruppo di quattro ancoranti - Esempio**

Legenda

$$A_{c,N} = (c_1 + s_1 + 0,5s_{cr,N}) \times (c_2 + s_2 + 0,5s_{cr,N})$$

se c_1 e $c_2 \leq c_{cr,N}$

s_1 e $s_2 \leq s_{cr,N}$



Quando l'attacco è vicino a un solo bordo, il valore di c_1 (o di c_2) parallelo al bordo dovrebbe essere sostituito da $0,5 s_{cr,N}$ e l'espressione per $A_{c,N}$ dovrebbe essere modificata di conseguenza.

- (4) Il fattore $\psi_{s,N}$ tiene conto della distorsione della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo a causa della vicinanza di un bordo dell'elemento in calcestruzzo. Per fissaggi con varie distanze dal bordo (per esempio attacco in un angolo dell'elemento di calcestruzzo o in un elemento stretto), si deve inserire la distanza minima dal bordo c nella formula (7.4).

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \times \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1 \quad (7.4)$$

- (5) Il fattore di spalling della parete esterna $\psi_{re,N}$ si applica quando $h_{ef} < 100$ mm e spiega l'effetto dell'armatura densa tra cui è installato l'ancorante:

$$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1 \quad (7.5)$$

Il fattore $\psi_{re,N}$ può essere preso come 1,0 nei casi seguenti:

- presenza di armatura (di qualsiasi diametro) a un interasse ≥ 150 mm, oppure
- presenza di armatura con diametro minore o uguale a 10 mm a un interasse ≥ 100 mm.

Le condizioni a) o b) devono essere soddisfatte per entrambe le direzioni in caso di armatura in due direzioni.

- (6) Il fattore $\psi_{ec,N}$ tiene conto di un effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo.

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2 \times (e_N / s_{cr,N})} \leq 1 \quad (7.6)$$

In caso di eccentricità in due direzioni, $\psi_{ec,N}$ deve essere determinata separatamente per ciascuna direzione e il prodotto di entrambi i fattori deve essere inserito nella formula (7.1).

- (7) Il fattore $\psi_{M,N}$ tiene conto dell'effetto di una forza di compressione tra l'elemento di collegamento e calcestruzzo nei casi di momenti flettenti con o senza forza assiale.

$\psi_{M,N} = 1$ per i casi seguenti:

- Fissaggi con una distanza dal bordo $c < 1,5 h_{ef}$;
- Fissaggi con $c \geq 1,5 h_{ef}$ caricato mediante un momento flettente e una forza di trazione con $C_{Ed} / N_{Ed} < 0,8$, dove C_{Ed} è la forza di compressione risultante tra elemento di collegamento e calcestruzzo (presa come valore assoluto) e N_{Ed} è la forza di trazione risultante degli ancoranti sottoposti a trazione; oppure
- Fissaggi con $z / h_{ef} \geq 1,5$

$$= 2 - \frac{z}{1,5 h_{ef}} \geq 1 \text{ per tutti gli altri casi} \quad (7.7)$$

In caso di flessione in due direzioni, si deve determinare z per l'azione combinata dei momenti in due direzioni e della forza assiale.

- (8) Nel caso di ancoranti di un'applicazione con tre o più distanze dei bordi minori di $c_{cr,N}$ dagli ancoranti (vedere figura 7.5) il calcolo secondo la formula (7.1) porta a risultati conservativi. Risultati più precisi si ottengono se, nel caso di singoli ancoranti, il valore h_{ef} è sostituito da

$$h'_{ef} = \frac{c_{max}}{c_{cr,N}} \times h_{ef} \quad (7.8)$$

Oppure nel caso di gruppi h_{ef} è sostituito da

$$h'_{ef} = \max \left\{ \frac{c_{max}}{c_{cr,N}} \times h_{ef}; \frac{s_{max}}{s_{cr,N}} \times h_{ef} \right\} \quad (7.9)$$

dove:

c_{\max} è la distanza massima tra il centro di un ancorante e il bordo dell'elemento di calcestruzzo $\leq c_{cr,N}$.

$s_{\max} = s_2 (\leq s_{cr,N})$ Per applicazioni con tre bordi (vedere figura 7.5 a);
 $= \max(s_1; s_2) \leq s_{cr,N}$ (vedere figura 7.5 b)).

Per fissaggi senza interasse dei fori in cui sono consentiti tre ancoranti in fila vicino a un bordo, s_{\max} è la distanza massima da centro a centro degli ancoranti esterni $\leq 2s_{cr,N}$.

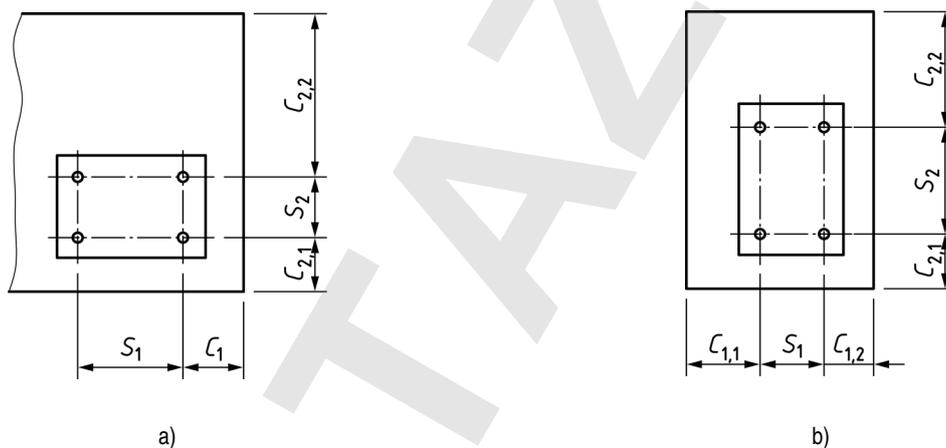
figura 7.5

Fissaggi negli elementi di calcestruzzo in cui si possono utilizzare h'_{ef} , $s'_{cr,N}$ e $c'_{cr,N}$ - Esempi

Legenda

a) $(c_1; c_{2,1}; c_{2,2}) \leq c_{cr,N}$

b) $(c_{1,1}; c_{1,2}; c_{2,1}; c_{2,2}) \leq c_{cr,N}$



Il valore h'_{ef} è inserito nella formula (7.2). Nelle formule (7.3), (7.4) e (7.6) e per la determinazione di $A_{c,N}$ secondo la figura 7.4 i valori $s'_{cr,N}$ e $c'_{cr,N}$ definiti come:

$$s'_{cr,N} = 2c'_{cr,N} = s_{cr,N} \frac{h'_{ef}}{h_{ef}} \quad (7.10)$$

sono inseriti rispettivamente per $s_{cr,N}$ e $c_{cr,N}$.

Nota Per un esempio di calcolo di h'_{ef} vedere la figura 7.6.

figura 7.6 **Illustrazione del calcolo di h'_{ef} per un attacco doppio influenzato da 4 bordi**

Legenda

$c_1 = 110$ mm

$c_2 = 100$ mm

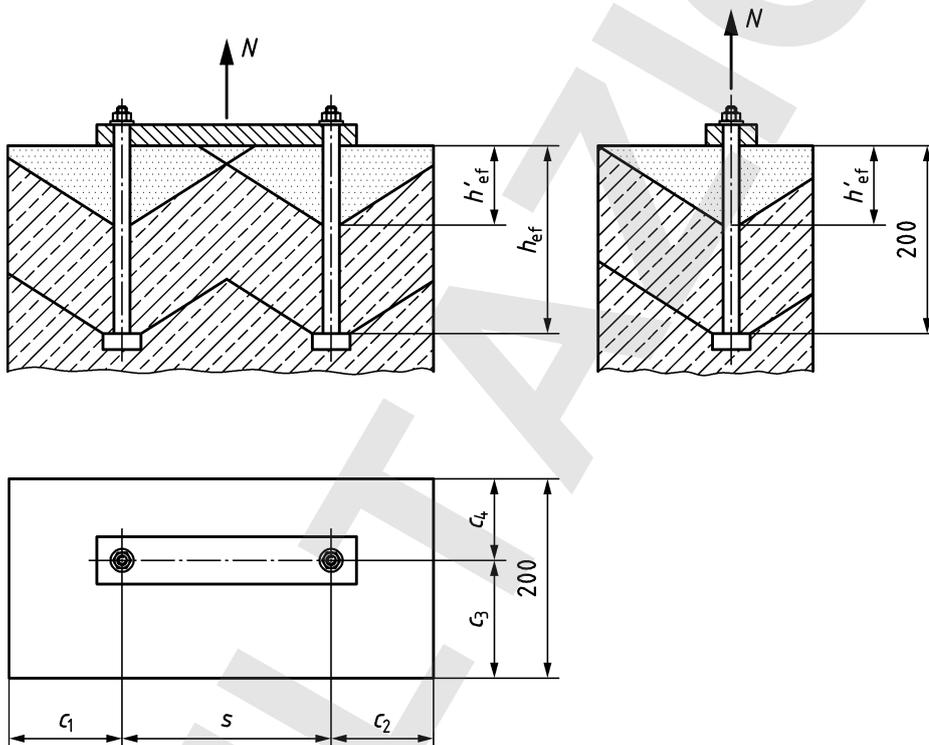
$c_3 = 120$ mm = c_{max}

$c_4 = 80$ mm

$s = 210$ mm

$h_{ef} = 200$ mm

$h'_{ef} = \max \{ 120/1,5; 210/3 \} = 80$ mm.



7.2.1.5

Rottura per sfilamento dell'ancorante

La resistenza caratteristica in caso di rottura per sfilamento $N_{Rk,p}$ di ancoranti meccanici e muniti di testa post-inseriti è indicata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

Per ancoranti a piolo la resistenza caratteristica $N_{Rk,p}$ è limitata dalla pressione del calcestruzzo sotto la testa dell'ancorante secondo la formula (7.11):

$$N_{Rk,p} = k_2 \times A_h \times f_{ck} \quad (7.11)$$

dove:

A_h è l'area portante della testa dell'ancorante

$$= \frac{\pi}{4} (d_h^2 - d_a^2) \text{ per teste a forma circolare} \quad (7.12)$$

$k_2 = 7,5$ per ancoranti nel calcestruzzo fessurato

$= 10,5$ per ancoranti nel calcestruzzo non fessurato

Nella formula (7.12) d_h non dovrebbe essere preso maggiore di $6 t_h + d$.

- (1) La resistenza caratteristica di un ancorante, di un gruppo di ancoranti e degli ancoranti sottoposti a trazione di un gruppo di ancoranti in caso di rottura di un cono di calcestruzzo deve essere ottenuta come indicato nella formula (7.13):

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \times \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \times \psi_{g,Np} \times \psi_{s,Np} \times \psi_{re,N} \times \psi_{ec,Np} \quad (7.13)$$

I diversi fattori della formula (7.13) sono indicati di seguito.

- (2) La resistenza caratteristica di un singolo ancorante chimico $N_{Rk,p}^0$ non influenzato da ancoranti chimici adiacenti o dai bordi dell'elemento di calcestruzzo è calcolata come segue:

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \times \tau_{Rk} \times \pi \times d \times h_{ef} \quad (7.14)$$

dove:

$$\psi_{sus} = 1 \text{ per } \alpha_{sus} \leq \psi_{sus}^0 \quad (7.14a)$$

$$\psi_{sus} = \psi_{sus}^0 + 1 - \alpha_{sus} \text{ per } \alpha_{sus} > \psi_{sus}^0 \quad (7.14b)$$

ψ_{sus}^0 è il fattore dipendente dal prodotto che tiene conto dell'influenza del carico sostenuto sulla forza di aderenza da prendere dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea;

α_{sus} è il rapporto tra il valore delle azioni sostenute (che comprende le azioni permanenti e la componente permanente delle azioni variabili) e il valore delle azioni totali considerate all'ULS;

$\tau_{Rk} = \tau_{Rk,cr}$ per calcestruzzo fessurato;
 $= \tau_{Rk,ucr}$ per calcestruzzo non fessurato;

$\tau_{Rk,cr}$ e $\tau_{Rk,ucr}$ sono indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

Nota I valori $\tau_{Rk,cr}$ e $\tau_{Rk,ucr}$ possono dipendere dalla classe di resistenza del calcestruzzo.

Se nella Specifica tecnica di prodotto europea non è indicato alcun valore per il prodotto si dovrebbe utilizzare un valore $\psi_{sus}^0 = 0,6$. Il valore $\psi_{sus}^0 = 0,6$ si riferisce a un carico di trazione sostenuta presente durante una vita di progetto di 50 anni e un minimo di 10 anni ad una temperatura del calcestruzzo di 43 °C nella regione degli ancoranti. Per fissaggi con una temperatura a lungo termine diversa da 43 °C si applicano valori diversi che dovrebbero essere ottenuti mediante prove e valutazioni appropriate. In generale, per una temperatura del calcestruzzo minore di 43 °C il fattore ψ_{sus}^0 è maggiore di 0,6.

Il rapporto α_{sus} dovrebbe essere determinato dal progettista per il tipo di attacco da progettare. Nei documenti nazionali possono essere riportate delle linee guida.

- (3) L'effetto geometrico dell'interasse assiale e della distanza dal bordo sulla resistenza caratteristica è preso in considerazione dal valore $A_{p,N}/A_{p,N}^0$, dove:

$A_{p,N}^0 = s_{cr,Np} \times s_{cr,Np}$ area di influenza dell'incollaggio di riferimento di un singolo ancorante

$A_{p,N}$ è l'area d'influenza effettiva, limitata dalla sovrapposizione delle aree degli ancoranti adiacenti ($s \leq s_{cr,Np}$) e dai bordi dell'elemento di calcestruzzo ($c \leq c_{cr,Np}$).

$$s_{cr,Np} = 7,3d (\psi_{sus} \tau_{Rk})^{0,5} \leq 3h_{ef} \quad (7.15)$$

τ_{Rk} è il valore $\tau_{Rk,ucr}$ per calcestruzzo non fessurato C20/25

$$c_{cr,Np} = s_{cr,Np} / 2 \quad (7.16)$$

Nota $A_{p,N}^0$ e $A_{p,N}$ sono calcolati in modo simile all'area di riferimento proiettata $A_{c,N}^0$ e all'area effettivamente proiettata $A_{c,N}$ nel caso di rottura del cono di calcestruzzo (figure 7.3 e 7.4). Tuttavia, i valori $s_{cr,N}$ e $c_{cr,N}$ sono sostituiti rispettivamente dai valori $s_{cr,Np}$ e $c_{cr,Np}$. Il valore $s_{cr,Np}$ calcolato secondo la formula (7.15) è valido per calcestruzzo fessurato e non fessurato.

- (4) Il fattore $\psi_{g,Np}$ tiene conto di un effetto di gruppo per ancoranti chimici a distanza ravvicinata.

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \times (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1 \quad (7.17)$$

dove:

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \times \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \geq 1 \quad (7.18)$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \times d} \sqrt{h_{ef} \times f_{ck}} \quad (7.19)$$

$k_3 = 7,7$ per calcestruzzo fessurato
 $= 11,0$ per calcestruzzo non fessurato

Nel caso di interasse disuguale si dovrebbe utilizzare il valore medio dell'interasse nella formula (7.17).

- (5) Il coefficiente $\psi_{s,Np}$ tiene conto della distorsione della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo a causa della vicinanza di un bordo dell'elemento in calcestruzzo. Per fissaggi con varie distanze dal bordo (per esempio attacco in un angolo dell'elemento di calcestruzzo o in un elemento stretto), si deve inserire la distanza minima dal bordo c nella formula (7.20).

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \left(\frac{c}{c_{cr,Np}} \right) \leq 1 \quad (7.20)$$

- (6) Per il fattore di spalling della parete esterna $\psi_{re,N}$ si applicano le disposizioni corrispondenti del punto 7.2.1.4(5).

- (7) Il fattore $\psi_{ec,Np}$ tiene conto di un effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo.

$$\psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + 2 \times (e_N / s_{cr,Np})} \leq 1 \quad (7.21)$$

In caso di eccentricità in due direzioni, $\psi_{ec,Np}$ deve essere determinata separatamente per ciascuna direzione e il prodotto di entrambi i fattori deve essere inserito nella formula (7.13).

- (8) Nel caso di ancoranti in applicazioni con tre o più distanze dei bordi minori di $c_{cr,Np}$ dagli ancoranti (vedere figura 7.5) il calcolo secondo la formula (7.13) porta a risultati conservativi. Risultati più precisi si ottengono se h_{ef} è sostituito da h'_{ef} , che è determinato secondo le formule (7.8) o (7.9) sostituendo $c_{cr,N}$ mediante $c_{cr,Np}$ ed $s_{cr,N}$ mediante $s_{cr,Np}$.

Il valore h'_{ef} è inserito nelle formule (7.14) e (7.19). Il valore $s'_{cr,Np}$ è calcolato secondo la formula (7.15) sostituendo h_{ef} mediante h'_{ef} .

I valori $s'_{cr,Np}$ e $c'_{cr,Np} = 0,5 s'_{cr,Np}$ sono utilizzati per determinare $A_{p,N}^0$ e $A_{p,N}$ anche nelle formule (7.17), (7.20) e (7.21).

7.2.1.7 Rottura per splitting del calcestruzzo

- (1) La rottura per splitting del calcestruzzo durante l'installazione (per esempio quando si applica la coppia di montaggio su un ancorante) è evitata rispettando i valori minimi di distanza dal bordo c_{min} , di interasse s_{min} , di spessore dell'elemento h_{min} e i requisiti per l'armatura indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.
- (2) La rottura per splitting del calcestruzzo dovuta ai carichi deve essere presa in considerazione secondo le regole seguenti.
- a) La distanza caratteristica dal bordo in caso di splitting sotto carico, $c_{cr,sp}$, è indicata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. L'interasse caratteristico è definito come $s_{cr,sp} = 2 c_{cr,sp}$.

- b) Non è richiesta alcuna verifica se è soddisfatta almeno una delle condizioni seguenti.
- 1) La distanza dal bordo in tutte le direzioni è $c \geq 1,0 c_{cr,sp}$ per singoli ancoranti e $c \geq 1,2 c_{cr,sp}$ per gruppi di ancoranti e lo spessore dell'elemento è $h \geq h_{min}$ in entrambi i casi, con h_{min} corrispondente a $c_{cr,sp}$.
 - 2) Le resistenze caratteristiche per la rottura del cono di calcestruzzo e la rottura per sfilamento (ancoranti meccanici muniti di testa e post-inseriti) o la rottura combinata del calcestruzzo e sfilamento (di ancoranti chimici) sono calcolate per il calcestruzzo fessurato e l'armatura resiste alle forze di splitting limitando l'ampiezza della fessura a $w_k \leq 0,3$ mm.

In assenza di migliori informazioni la sezione trasversale dell'armatura, $\sum A_{s,re}$, per resistere alle forze di splitting può essere determinata come segue:

$$\sum A_{s,re} = k_4 \frac{\sum N_{Ed}}{f_{yk,re} / \gamma_{Ms,re}} \quad (7.22)$$

dove:

- k_4
- = 2,0 ancoranti ad espansione "a controllo di spostamento"
 - = 1,5 ancoranti ad espansione "a controllo di coppia" ed ancoranti ad espansione incollati
 - = 1,0 ancoranti sottosquadro e viti per calcestruzzo
 - = 0,5 ancoranti chimici, ancoranti a piolo

$\sum N_{Ed}$ è la somma della forza di trazione di progetto degli ancoranti in trazione sotto il valore di progetto delle azioni.

$f_{yk,re}$ è la resistenza a snervamento nominale dell'acciaio di armatura ≤ 600 N/mm².

Si raccomanda che questa armatura sia posizionata simmetricamente e vicino all'ancorante o a ciascun ancorante nel caso di un gruppo.

- c) Se nessuna delle due condizioni b) 1) oppure b) 2) è soddisfatta, la resistenza caratteristica di un ancorante o di un gruppo di ancoranti in caso di rottura per splitting del calcestruzzo deve essere calcolata secondo la formula (7.23).

$$N_{RK,sp} = N_{RK,sp}^0 \times \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \times \psi_{s,N} \times \psi_{re,N} \times \psi_{ec,N} \times \psi_{h,sp} \quad (7.23)$$

dove:

$N_{RK,sp}^0$ è indicato nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea

$A_{c,N}$, $A_{c,N}^0$, $\psi_{s,N}$, $\psi_{re,N}$, $\psi_{ec,N}$ secondo il punto 7.2.1.4, tuttavia i valori $c_{cr,N}$ ed $s_{cr,N}$ devono essere sostituiti rispettivamente da $c_{cr,sp}$ ed $s_{cr,sp}$, che corrispondono allo spessore minimo dell'elemento h_{min} .

$\psi_{h,sp}$ tiene conto dell'influenza dello spessore effettivo dell'elemento h sulla resistenza allo splitting (vedere formula (7.24))

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5c_1}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2 \quad (7.24)$$

- d) Se nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea $c_{cr,sp}$ è indicato per più di uno spessore minimo dell'elemento h_{min} , lo spessore minimo dell'elemento corrispondente a $c_{cr,sp}$ utilizzato nella formula (7.23) deve essere inserito nella formula (7.24).

Nota Se $N_{RK,sp}^0$ non è disponibile nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea, tale valore può essere calcolato in modo conservativo come $N_{RK,sp}^0 = \min \{ N_{RK,p}; N_{RK,c} \}$, con $N_{RK,p}$ secondo il punto 7.2.1.5 nel caso di ancoranti meccanici post-inseriti e di ancoranti gettati in opera o sostituito da $N_{RK,sp}^0$ secondo il punto 7.2.1.6 nel caso di ancoranti chimici. $N_{RK,c}^0$ è calcolato secondo la formula (7.2).

- (1) La verifica della rottura per blow-out del calcestruzzo è richiesta nel caso di ancoranti a piolo e per gli ancoranti meccanici sottosquadro post-inseriti che agiscono come ancoranti a piolo se la distanza dal bordo $c \leq 0,5 h_{ef}$. Si deve considerare ciascun bordo a turno. La resistenza caratteristica in caso di rottura per blow-out del calcestruzzo si calcola come segue:

$$N_{Rk,cb} = N_{Rk,cb}^0 \times \frac{A_{c,Nb}}{A_{c,Nb}^0} \times \psi_{s,Nb} \times \psi_{g,Nb} \times \psi_{ec,Nb} \quad (7.25)$$

Per gruppi di ancoranti perpendicolari al bordo, la verifica è richiesta solo per gli ancoranti più vicini al bordo. I diversi fattori della formula (7.25) sono indicati di seguito.

- (2) La resistenza caratteristica di un singolo ancorante, non influenzata da ancoranti adiacenti o da altri bordi, si ottiene come indicato nella formula (7.26):

$$N_{Rk,cb}^0 = k_5 \times c_1 \times \sqrt{A_h} \times \sqrt{f_{ck}} \quad (7.26)$$

dove:

$$k_5 = 8,7 \text{ per calcestruzzo fessurato;} \\ = 12,2 \text{ per calcestruzzo non fessurato}$$

A_h come definito nella formula (7.12) o come indicato nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

- (3) L'effetto geometrico dell'interasse assiale e della distanza dal bordo sulla resistenza caratteristica è preso in considerazione mediante il valore $A_{c,Nb} / A_{c,Nb}^0$,

dove:

$A_{c,Nb}^0$ è l'area di riferimento proiettata per un singolo ancorante con una distanza dal bordo c_1 , vedere figura 7.7

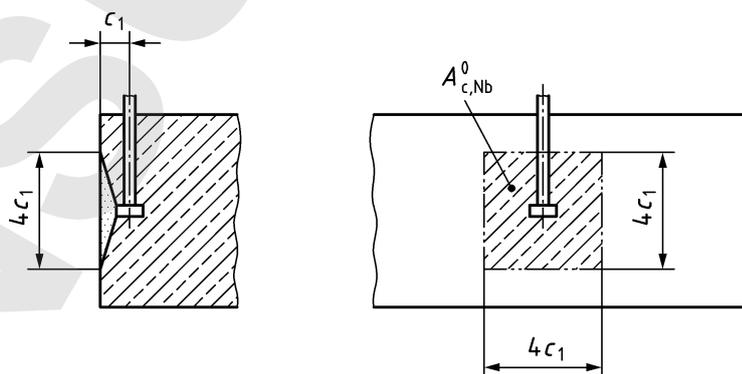
$$= (4 c_1)^2 \quad (7.27)$$

$A_{c,Nb}$ è l'area di proiezione effettiva, limitata dalla sovrapposizione dei corpi di rottura di ancoranti adiacenti ($s \leq 4 c_1$) e dalla prossimità ai bordi dell'elemento di calcestruzzo ($c_2 \leq 2 \times c_1$) o dallo spessore dell'elemento.

Esempi per il calcolo di $A_{c,Nb}$ sono riportati nella figura 7.8.

figura 7.7

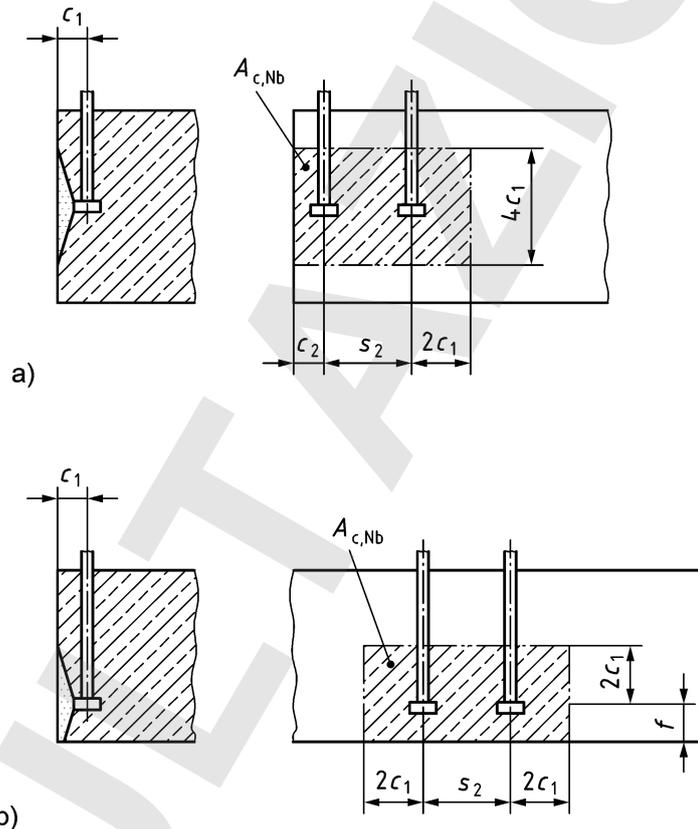
Corpo di rottura idealizzata del calcestruzzo e area $A_{c,Nb}^0$ di un singolo ancorante nel caso di rottura per blow-out del calcestruzzo



Esempi di aree effettive $A_{c,Nb}$ dei corpi di rottura idealizzata del calcestruzzo per diverse configurazioni di ancoranti a piolo nel caso di rotture per blow-out del calcestruzzo

Legenda

- a) $A_{c,Nb} = 4 c_1 (c_2 + s_2 + 2 c_1)$
 $c_2 \leq 2 c_1$
 $s_2 \leq 4 c_1$
- b) $A_{c,Nb} = (2c_1 + f) (4 c_1 + s_2)$
 $f \leq 2 c_1$
 $s_2 \leq 4 c_1$



- (4) Il fattore $\psi_{s,Nb}$ tiene conto della distorsione della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo a causa della vicinanza di un bordo dell'elemento di calcestruzzo (vedere figura 7.8 a)). Per fissaggi con varie distanze dal bordo (per esempio attacco in un elemento di calcestruzzo stretto), si deve inserire la distanza minore dal bordo nella direzione 2, c_2 , nella formula (7.28).

$$\psi_{s,Nb} = 0,7 + 0,3 \times \frac{c_2}{2c_1} \leq 1 \tag{7.28}$$

- (5) Il fattore $\psi_{g,Nb}$ tiene conto dell'effetto di gruppo di un numero di ancoranti n in una fila parallela al bordo.

$$\psi_{g,Nb} = \sqrt{n} + (1 - \sqrt{n}) \times \frac{s_2}{4c_1} \geq 1 \tag{7.29}$$

con

$$s_2 \leq 4c_1$$

- (6) Il fattore $\psi_{ec,Nb}$ tiene conto di un effetto di gruppo, quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo.

$$\psi_{ec,Nb} = \frac{1}{1 + 2 \times e_N / (4c_1)} \tag{7.30}$$

7.2.1.9 Rottura dell'armatura supplementare

7.2.1.9.1 Rottura dell'acciaio

La resistenza allo snervamento caratteristica dell'armatura supplementare $N_{Rk, re}$ per un ancorante è:

$$N_{Rk, re} = \sum_{i=1}^{n_{re}} A_{s, re, i} \times f_{yk, re} \quad (7.31)$$

dove:

$$f_{yk, re} \leq 600 \text{ N/mm}^2$$

n_{re} è il numero di barre di armatura supplementare efficace per un ancorante

7.2.1.9.2 Rottura dell'ancoraggio

La resistenza di progetto $N_{Rd, a}$ dell'armatura supplementare prevista per un ancorante associato alla rottura dell'ancoraggio nel cono di calcestruzzo è:

$$N_{Rd, a} = \sum_{i=1}^{n_{re}} N_{Rd, a, i}^0 \quad (7.32)$$

dove:

$$N_{Rd, a}^0 = \frac{l_1 \times \pi \times \phi \times f_{bd}}{\alpha_1 \times \alpha_2} \leq A_{s, re} \times f_{yk, re} \times \frac{1}{\gamma_{Ms, re}} \quad (7.33)$$

l_1 è la lunghezza dell'ancoraggio nel corpo di rottura (vedere figura 7.2); l_1 deve essere maggiore della lunghezza minima dell'ancoraggio di cui al punto 7.2.1.2 (2)d);

f_{bd} è la forza di aderenza di progetto secondo il punto 8.4.2 della EN 1992-1-1:2004 ;

α_1, α_2 sono fattori d'influenza secondo il punto 8.4.4 della EN 1992-1-1:2004.

7.2.2 Carico di taglio

7.2.2.1 Verifiche richieste

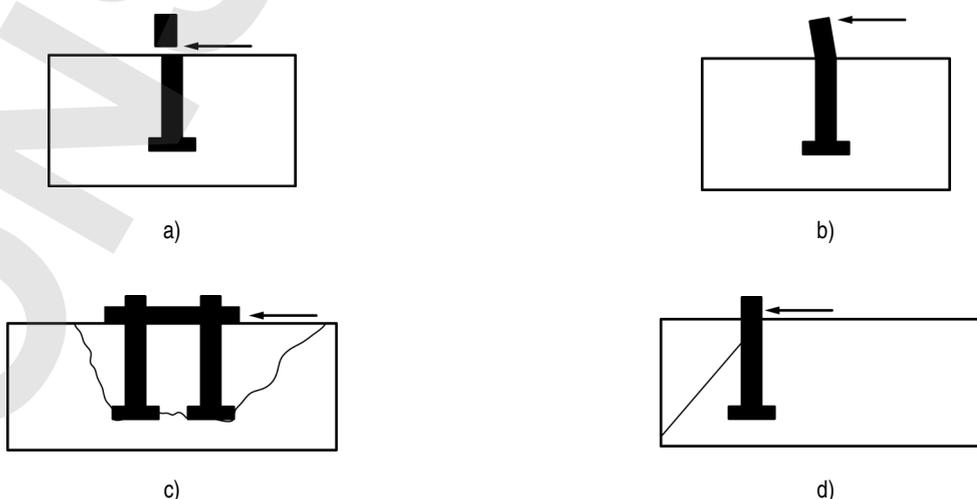
Si applicano le verifiche del prospetto 7.2. Le modalità di rottura trattate sono indicate nella figura 7.9:

figura 7.9

Modalità di rottura degli ancoranti muniti di testa o post-inseriti sotto carico di taglio

Legenda

- a) Rottura dell'acciaio senza braccio di leva
- b) Rottura dell'acciaio con braccio di leva
- c) Rottura per pry-out del calcestruzzo
- d) Rottura del bordo di calcestruzzo



	Modalità di rottura	Singolo ancorante	Gruppo di ancoranti	
			Ancorante più caricato	Gruppo
1	Rottura dell'acciaio dell'ancorante senza braccio di leva	$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	$V_{Ed}^h \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	
2	Rottura dell'acciaio dell'ancorante con braccio di leva	$V_{Ed} \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{Ms}}$	$V_{Ed}^h \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{Ms}}$	
3	Rottura per pry-out del calcestruzzo	$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$		$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$ a)
4	Rottura del bordo di calcestruzzo	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$
5	Rottura dell'acciaio dell'armatura supplementare ^{b)}	$N_{Ed,re} \leq N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$	$N_{Ed,re}^h \leq N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$	
6	Rottura dell'ancoraggio dell'armatura supplementare ^{b)}	$N_{Ed,re} \leq N_{Rd,a}$	$N_{Ed,re}^h \leq N_{Rd,a}$	

a) Per le eccezioni, vedere punto 7.2.2.4 (4).
 b) La forza di trazione che agisce sull'armatura è calcolata da V_{Ed} secondo la formula (6.6).

7.2.2.2

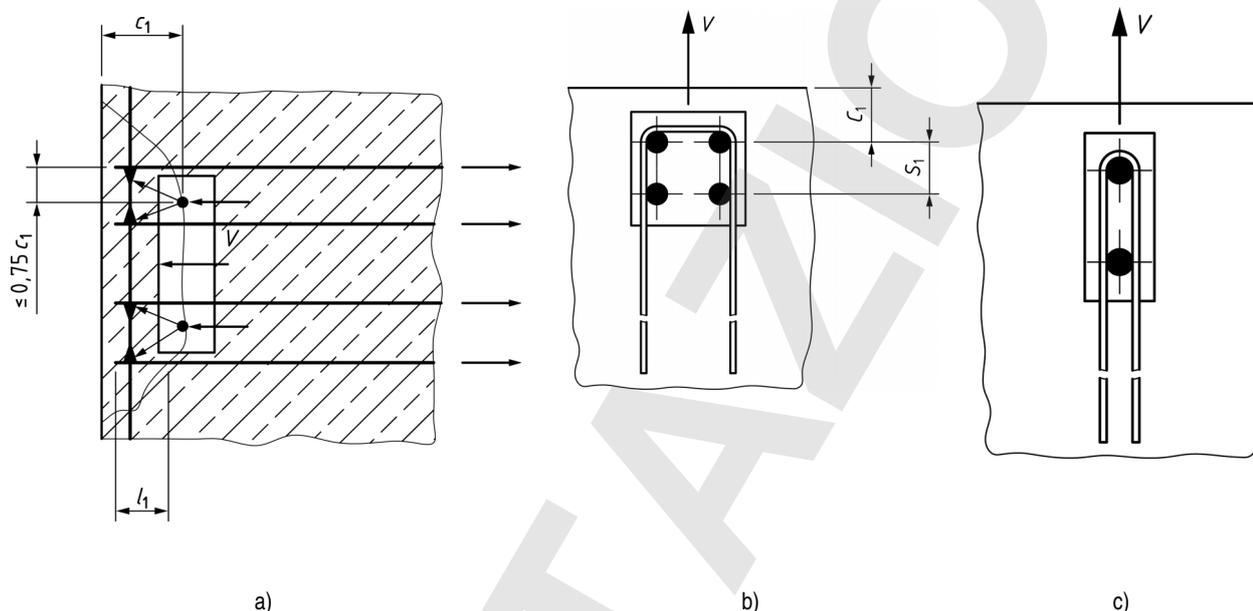
Dettagli costruttivi dell'armatura supplementare

- (1) Quando la progettazione si basa su armature supplementari, non è necessario verificare la rottura del bordo di calcestruzzo secondo il prospetto 7.2 e il punto 7.2.2.5 ma le armature supplementari devono essere progettate secondo il punto 7.2.2.6 per resistere al carico totale. L'armatura supplementare può assumere la forma di un'armatura superficiale (vedere figura 7.10 a)) o la forma di staffe e asole (vedere figura 7.10 b) e c)).
- (2) L'armatura supplementare deve essere ancorata all'esterno del corpo di rottura assunto con una lunghezza di ancoraggio l_{bd} secondo la EN 1992-1-1. Negli elementi di cemento armato la trazione nella barra d'armatura ancorata deve essere trasferita all'armatura nell'elemento mediante un'adeguata giunzione a sovrapposizione. Altrimenti, il trasferimento del carico dall'armatura supplementare all'elemento strutturale deve essere verificato mediante un modello appropriato, per esempio, il modello tirante-puntone.
- (3) Se la forza di taglio è assorbita da un'armatura secondo la figura 7.10 a), le barre devono essere assunte come efficaci solo se sono soddisfatte le seguenti condizioni.
 - a) Se l'armatura supplementare è stata dimensionata per l'ancorante più caricato, la stessa armatura è prevista attorno a tutti gli ancoranti considerati efficaci per la rottura del bordo del calcestruzzo.
 - b) L'armatura supplementare è costituita da barre nervate con $f_{yk} \leq 600 \text{ N/mm}^2$ e il diametro ϕ non è maggiore di 16 mm. Il diametro del mandrino, ϕ_m , è conforme alla EN 1992-1-1.
 - c) Le barre si trovano entro una distanza di $0,75c_1$ dall'ancorante.
 - d) La lunghezza dell'ancoraggio l_1 nel corpo di rottura è almeno di un $\min l_1 = 10\phi$ per barre dritte con o senza barre trasversali saldate e di $l_1 = 4\phi$ per barre con gancio, curva o asola. Per le eccezioni, vedere il punto 7.2.2.2 (4).
- e) Il corpo di rottura assunto dovrebbe essere lo stesso di quello per il calcolo della resistenza alla rottura del bordo del calcestruzzo (vedere punti 6.2.2.2 e 7.2.2.5).
- f) L'armatura lungo il bordo dell'elemento è prevista e progettata per le forze secondo un appropriato modello di puntone e tirante. A titolo semplificativo si può assumere un angolo dei puntone di compressione di 45° .

Armatura per assorbire le forze di taglio agenti su un ancorante

Legenda

- a) Armatura superficiale per assorbire forze di taglio con un modello semplificato di puntone e tirante all'armatura del bordo di progetto
- b) Armatura supplementare sotto forma di staffe
- c) Armatura supplementare sotto forma di asole



- (4) Se le forze di taglio sono assorbite da un'armatura supplementare sotto forma di staffe o asole (vedere figura 7.10 b) e c)), l'armatura deve comprendere ed essere in contatto con l'albero dell'ancorante ed essere posizionata il più vicino possibile all'elemento di collegamento, perché si assume un trasferimento diretto della forza dall'ancorante all'armatura supplementare e pertanto non è necessaria alcuna verifica della lunghezza dell'ancoraggio nel corpo di rottura.

7.2.2.3 Rottura dell'acciaio dell'ancorante

7.2.2.3.1 Carico di taglio senza braccio di leva

- (1) La resistenza caratteristica di un ancorante in caso di rottura dell'acciaio $V_{Rk,s}^0$ è indicata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

Nota Per un singolo ancorante realizzato in acciaio al carbonio senza inserto nella sezione sottoposta a taglio (barra filettata) e senza riduzione significativa della sezione trasversale lungo la sua lunghezza totale $V_{Rk,s}^0$ può essere calcolata come segue:

$$V_{Rk,s}^0 = k_6 \times A_s \times f_{uk} \tag{7.34}$$

dove:

$$k_6 = 0,6 \text{ per } f_{uk} \leq 500 \text{ N/mm}^2$$

$$= 0,5 \text{ per } 500 \text{ N/mm}^2 < f_{uk} \leq 1\,000 \text{ N/mm}^2$$

Per ancoranti con un rapporto $h_{ef}/d < 5$ e una classe di resistenza a compressione del calcestruzzo $< C20/25$ la resistenza caratteristica $V_{Rk,s}^0$ dovrebbe essere moltiplicata per un fattore di 0,8.

- (2) La resistenza caratteristica di un elemento di fissaggio $V_{Rk,s}$ che rappresenta la duttilità dell'ancorante in un gruppo e che include un possibile strato di malta con uno spessore $t_{grout} \leq d/2$ è:

$$V_{Rk,s} = k_7 \times V_{Rk,s}^0 \tag{7.35}$$

dove:

per ancoranti singoli $k_7 = 1$;

per ancoranti in un gruppo k_7 è indicato nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

Nota Per ancoranti in un gruppo il fattore k_7 per l'acciaio duttile può essere assunto come $k_7 = 1$, per l'acciaio con un allungamento a rottura $A_5 \leq 8\%$ si può utilizzare un valore $k_7 = 0,8$.

(3) Se le condizioni indicate nel punto 6.2.2.3 (2) sono soddisfatte, la resistenza caratteristica di un ancorante $V_{Rk,s}$ nel calcestruzzo non fessurato è:

$$V_{Rk,s} = (1 - 0,01 \times t_{grout}) \times k_7 \times V_{Rk,s}^0 \quad (7.36)$$

7.2.2.3.2

Carico di taglio con braccio di leva

La resistenza caratteristica nel caso di rottura dell'acciaio $V_{Rk,s,M}$ deve essere ottenuta dalla formula (7.37):

$$V_{Rk,s,M} = \frac{\alpha_M \times M_{Rk,s}}{l_a} \quad (7.37)$$

con

α_M, l_a vedere punto 6.2.2.3 (3)

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \times (1 - N_{Ed}/N_{Rd,s}) \quad (7.38)$$

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

La resistenza caratteristica sotto carico di trazione in caso di rottura dell'acciaio $N_{Rk,s}$, il coefficiente parziale γ_{Ms} e la resistenza a flessione caratteristica di un singolo ancorante $M_{Rk,s}^0$ sono indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea dove applicabile.

La formula (7.38) può essere utilizzata solo per il carico di trazione N_{Ed} ; dove N_{Ed} è un carico di compressione l'ancorante dovrebbe essere progettato come elemento d'acciaio secondo la EN 1993-1-8.

7.2.2.4

Rottura per pry-out del calcestruzzo

(1) Gli ancoranti possono rompersi a causa di una rottura per pry-out del calcestruzzo sul lato opposto alla direzione di carico. Può verificarsi anche una rottura per sfilamento a causa di una forza di trazione introdotta negli ancoranti mediante il carico di taglio. Per motivi di semplicità, questo effetto non è verificato esplicitamente, ma se ne tiene conto implicitamente nella verifica della rottura per pry-out, dove pertinente.

Nota La forza di trazione è causata dall'eccentricità tra la forza di taglio applicata e la risultante della resistenza nel calcestruzzo.

(2) La corrispondente resistenza caratteristica $V_{Rk,cp}$ deve essere calcolata per fissaggi con ancoranti a piolo o meccanici post-inseriti come segue:

- per fissaggi senza armatura supplementare

$$V_{Rk,cp} = k_8 \times N_{Rk,c} \quad (7.39a)$$

- per fissaggi con armatura supplementare

$$V_{Rk,cp} = 0,75 \times k_8 \times N_{Rk,c} \quad (7.39b)$$

dove:

k_8 è un fattore da prendere dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea

$N_{Rk,c}$ è determinato secondo il punto 7.2.1.4 per un singolo ancorante o per tutti gli ancoranti in un gruppo caricati a taglio.

- (3) La resistenza caratteristica $V_{Rk,cp}$ deve essere calcolata per fissaggi con ancoranti chimici come segue:

- per fissaggi senza armatura supplementare

$$V_{Rk,cp} = k_8 \times \min \{ N_{Rk,c}; N_{Rk,p} \} \quad (7.39c)$$

- per fissaggi con armatura supplementare

$$V_{Rk,cp} = 0,75 \times k_8 \times \min \{ N_{Rk,c}; N_{Rk,p} \} \quad (7.39d)$$

dove:

$N_{Rk,p}$ è determinato secondo il punto 7.2.1.6 per un singolo ancorante o per tutti gli ancoranti in un gruppo caricati a taglio.

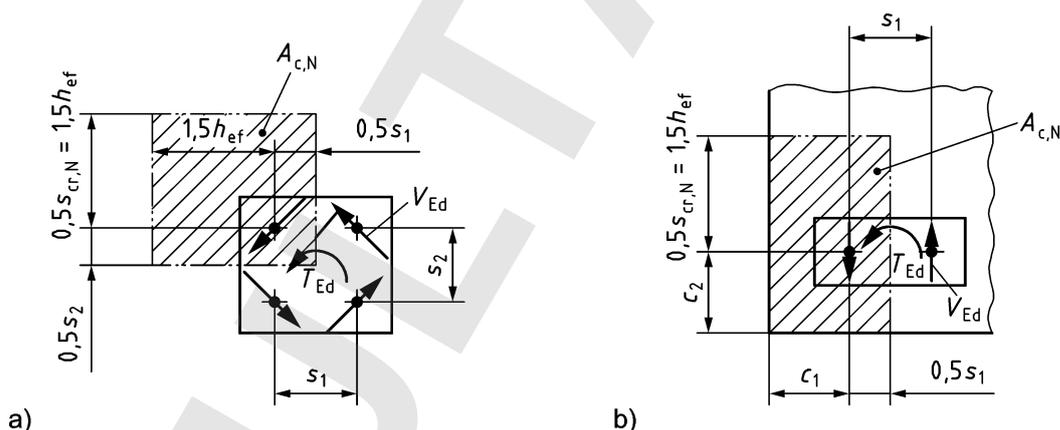
- (4) Per gruppi di ancoraggio di ancoranti con forze di taglio (o loro componenti) sui singoli ancoranti in direzioni opposte (per esempio, ancoranti caricati prevalentemente mediante un momento torcente), deve essere verificato l'ancorante più sfavorevole. Quando si calcolano le aree $A_{c,N}$ e $A_{p,N}$ si deve assumere la presenza di un bordo virtuale ($c = 0,5s$) nella direzione di uno o più ancoranti vicini (vedere figura 7.11).

figura 7.11

Calcolo dell'area $A_{c,N}$ per rottura da pryout per un gruppo di ancoranti con carico di taglio (o loro componenti) su ancoranti agenti in direzioni opposte - Esempi, assumendo $s_{cr,N} = 3h_{ef}$

Legenda

- Gruppo di quattro ancoranti senza influenza del bordo
- Gruppo di due ancoranti situati in un angolo



7.2.2.5

Rottura del bordo del calcestruzzo

- (1) Per piastre base inglobate con una distanza dal bordo in direzione del carico di taglio $c \leq \max \{ 10h_{ef}; 60d \}$ le disposizioni sono valide solo se lo spessore t della piastra base a contatto con il calcestruzzo è minore di $0,25 h_{ef}$. Per attacchi dove il carico di taglio agisce con braccio di leva, le disposizioni sono valide se $c > \max \{ 10h_{ef}; 60d \}$.

Nota Nel caso di fissaggi situati in prossimità di un bordo e caricati mediante un carico di taglio con braccio di leva, l'effetto di un momento di ribaltamento sulla resistenza del bordo del calcestruzzo non è considerato nelle disposizioni seguenti.

- Per la verifica della rottura del bordo del calcestruzzo si utilizzano solo gli ancoranti più vicini al bordo (vedere figura 7.12). Per la distribuzione del carico vedere punto 6.2.2.2.
- Per fissaggi con più di un bordo (vedere figura 7.12), la verifica deve essere effettuata per tutti i bordi.
- L'interasse minimo degli ancoranti in un gruppo dovrebbe essere $s_{min} \geq 4d_{nom}$.

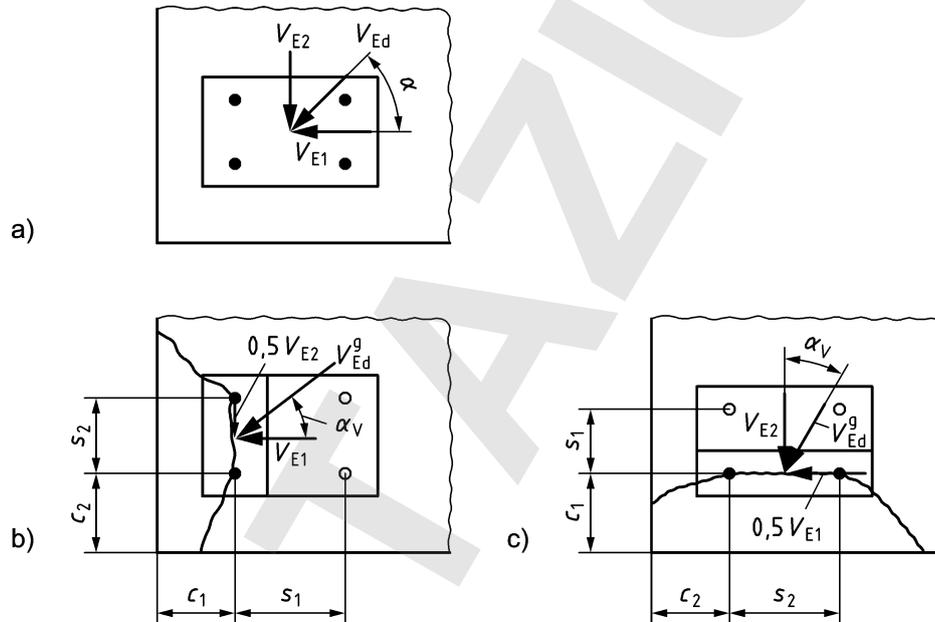
Verifica di un attacco quadruplo con interasse dei fori in un angolo - Esempio

Legenda

$$V_{E1} = V_{Ed} \cos \alpha$$

$$V_{E2} = V_{Ed} \sin \alpha$$

- a) Azione applicata
- b) Verifica per il bordo sinistro
- c) Verifica per il bordo inferiore
- Ancorante in a); Ancorante caricato in b) e c)
- Ancorante non caricato in b) e c)



(5) La resistenza caratteristica $V_{Rk,c}$ di un gruppo di ancoranti caricati verso il bordo è:

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \times \frac{A_{c,v}}{A_{c,v}^0} \times \psi_{s,v} \times \psi_{h,v} \times \psi_{ec,v} \times \psi_{\alpha,v} \times \psi_{re,v} \quad (7.40)$$

I diversi fattori della formula (7.40) sono indicati di seguito.

(6) Il valore iniziale della resistenza caratteristica di un ancorante caricato perpendicolarmente al bordo è calcolato come:

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \times d_{nom}^\alpha \times l_f^\beta \times \sqrt{f_{ck}} \times c_1^{1,5} \quad (7.41)$$

con

$$k_9 = 1,7 \text{ per calcestruzzo fessurato}$$

$$= 2,4 \text{ per calcestruzzo non fessurato}$$

$$\alpha = 0,1 \times \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5} \quad (7.42)$$

$$\beta = 0,1 \times \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} \quad (7.43)$$

$l_f = h_{ef}$ in caso di diametro uniforme del gambo dell'ancorante munito di testa e di un diametro uniforme dell'ancorante post-inserito

$$\leq 12 d_{nom} \text{ In caso di } d_{nom} \leq 24 \text{ mm}$$

$$\leq \max \{8 d_{nom}; 300 \text{ mm}\} \text{ In caso di } d_{nom} > 24 \text{ mm}$$

I valori d_{nom} ed l_f sono indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

- (7) Il rapporto $A_{c,V}/A_{c,V}^0$ tiene conto dell'effetto geometrico dell'interasse e di ulteriori distanze dai bordi e dell'effetto dello spessore dell'elemento di calcestruzzo sulla resistenza caratteristica.

$A_{c,V}^0$ è l'area di proiezione di riferimento, vedere figura 7.13.

$$= 4,5 c_1^2 \quad (7.44)$$

$A_{c,V}$ è l'area del corpo di rottura di calcestruzzo idealizzato, limitata dai coni di calcestruzzo sovrapposti degli ancoranti adiacenti ($s \leq 3 c_1$), nonché dai bordi paralleli alla direzione di carico assunta ($c_2 \leq 1,5 c_1$) e dallo spessore dell'elemento ($h < 1,5 c_1$). Esempi per il calcolo di $A_{c,V}$ sono indicati nella figura 7.14.

figura 7.13 **Corpo di rottura idealizzato del calcestruzzo e area $A_{c,V}^0$ per un singolo ancorante**

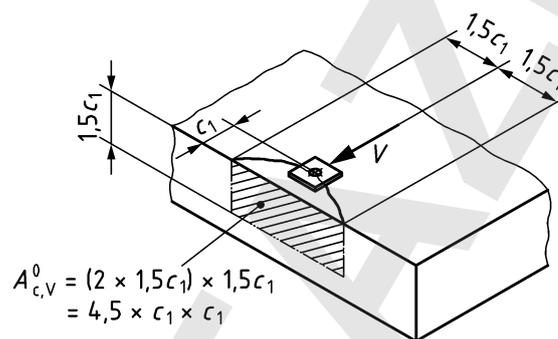
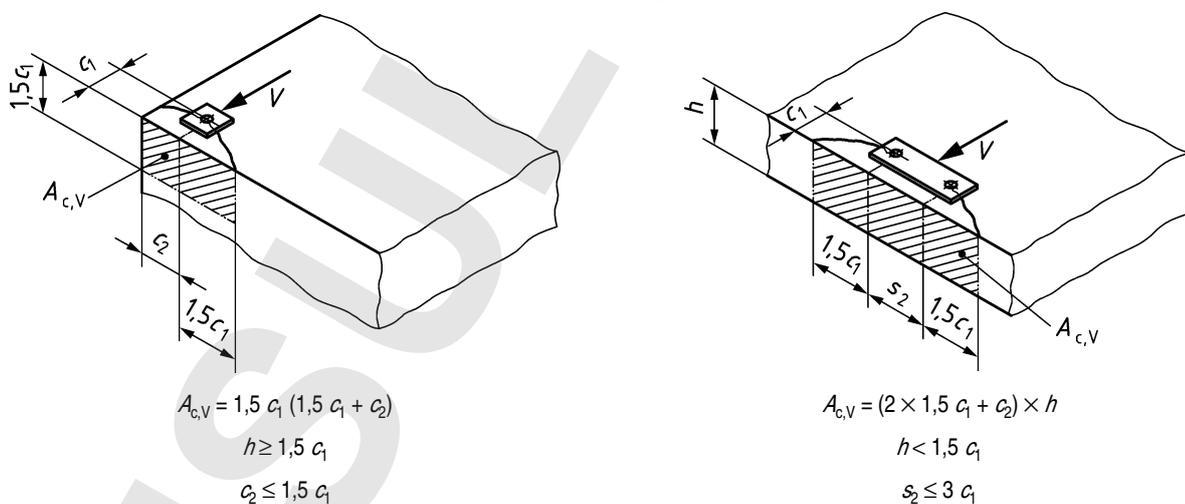


figura 7.14 **Esempi di aree di proiezione effettive $A_{c,V}$ dei corpi di rottura del calcestruzzo idealizzati per diverse configurazioni di ancoranti sotto carico di taglio**



$$A_{c,V} = 1,5 c_1 (1,5 c_1 + c_2)$$

$$h \geq 1,5 c_1$$

$$c_2 \leq 1,5 c_1$$

a) Singolo ancorante in un angolo

$$A_{c,V} = (2 \times 1,5 c_1 + c_2) \times h$$

$$h < 1,5 c_1$$

$$s_2 \leq 3 c_1$$

b) Gruppo di ancoranti in un bordo di un elemento sottile di calcestruzzo

- (8) La resistenza calcolata in conformità alla formula (7.40) può non essere conservativa per la rottura del bordo del calcestruzzo nei casi in cui i fissaggi comprendenti due ancoranti sono soggetti a torsione risultante in taglio in direzioni opposte negli ancoranti a causa della sovrapposizione dei corpi di rottura del calcestruzzo. Se il rapporto tra la resistenza alla rottura del bordo del calcestruzzo (bordo verificato) e la resistenza alla rottura del calcestruzzo del secondo ancorante (rottura per pry-out o del bordo) è maggiore di 0,7 e $s_2 \leq s_{crit}$, $V_{Rk,c}$ secondo la formula (7.40) dovrebbero essere moltiplicati per un fattore di 0,8 che è assunto come conservativo. In questo caso, s_{crit} è definito come segue:

- $s_{crit} = 1,5 h_{ef} + 1,5 c_1$, se il secondo ancorante è governato dalla rottura per pry-out;
- $s_{crit} = 1,5 c_1$, se il secondo ancorante è governato dalla rottura del bordo di calcestruzzo rispetto a un secondo bordo (perpendicolare al bordo verificato).

- (9) Il fattore $\psi_{s,V}$ tiene conto della distorsione della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo dovute ad altri bordi dell'elemento di calcestruzzo sulla resistenza al taglio. Per fissaggi con due bordi paralleli alla direzione di applicazione del carico (per esempio in un elemento di calcestruzzo stretto), si deve utilizzare il valore minore di tali distanze dal bordo per c_2 nella formula (7.45).

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \times \frac{c_2}{1,5c_1} \leq 1 \quad (7.45)$$

- (10) Il fattore $\psi_{h,V}$ tiene conto del fatto che la resistenza del bordo del calcestruzzo non decresce proporzionalmente allo spessore dell'elemento come assunto dal rapporto $A_{c,V}/A_{c,V}^0$ (figura 7.14 b)).

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1 \quad (7.46)$$

- (11) Il fattore $\psi_{ec,V}$ tiene conto di un effetto di gruppo quando carichi di taglio diversi agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo (vedere figura 7.15).

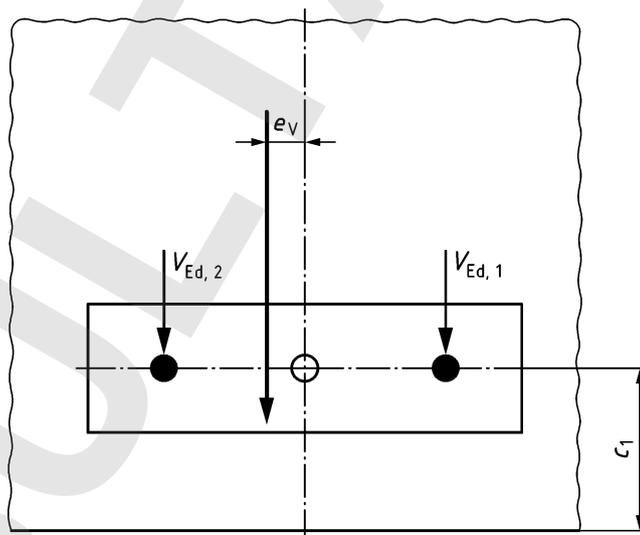
$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2 \times e_V / (3c_1)} \leq 1 \quad (7.47)$$

dove:

e_V è l'eccentricità del carico di taglio risultante che agisce sugli ancoranti rispetto al baricentro degli ancoranti caricati a taglio.

figura 7.15

Risoluzione di componenti di taglio diseguali in un carico di taglio eccentrico risultante - Esempio



- (12) Il fattore $\psi_{\alpha,V}$ tiene conto dell'influenza di un carico di taglio inclinato sul bordo in fase di valutazione della resistenza del bordo del calcestruzzo.

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \times \sin \alpha_V)^2}} \geq 1 \quad (7.48)$$

dove:

α_V è l'angolo compreso tra un carico di taglio di progetto V_{Ed} (singolo ancorante) o V_{Ed}^g (gruppo di ancoranti) e una retta perpendicolare al bordo verificato, $0^\circ \leq \alpha_V \leq 90^\circ$, vedere figura 7.12.

- (13) Il fattore $\psi_{re,V}$ tiene conto dell'effetto dell'armatura situata sul bordo.

$\psi_{re,V} = 1,0$ Attacco nel calcestruzzo non fessurato e attacco nel calcestruzzo fessurato senza armatura o staffe del bordo.

$\psi_{re,V} = 1,4$ Attacco nel calcestruzzo fessurato con armatura del bordo (vedere figura 7.10) e staffe o rete metallica a distanza ravvicinata con interasse $a \leq 100$ mm e $a \leq 2c_1$.

Un fattore $\psi_{re,V} > 1$ per applicazioni nel calcestruzzo fessurato deve essere applicato solo se l'approfondimento effettivo h_{ef} dell'ancorante è almeno 2,5 volte il copriferro dell'armatura del bordo.

- (14) Per fissaggi in un elemento stretto, sottile con $c_{2,max} \leq 1,5 c_1$ e $h \leq 1,5 c_1$ (vedere figura 7.16) il calcolo secondo la formula (7.40) porta a risultati conservativi. Risultati più precisi si ottengono se c_1 è sostituito da:

$$c'_1 = \max \left\{ \frac{c_{2,max}}{1,5}; \frac{h}{1,5} \right\} \text{ In caso di singoli ancoranti} \quad (7.49)$$

oppure

$$c'_1 = \max \left\{ \frac{c_{2,max}}{1,5}; \frac{h}{1,5}; \frac{s_{2,max}}{3} \right\} \text{ In caso di gruppi} \quad (7.50)$$

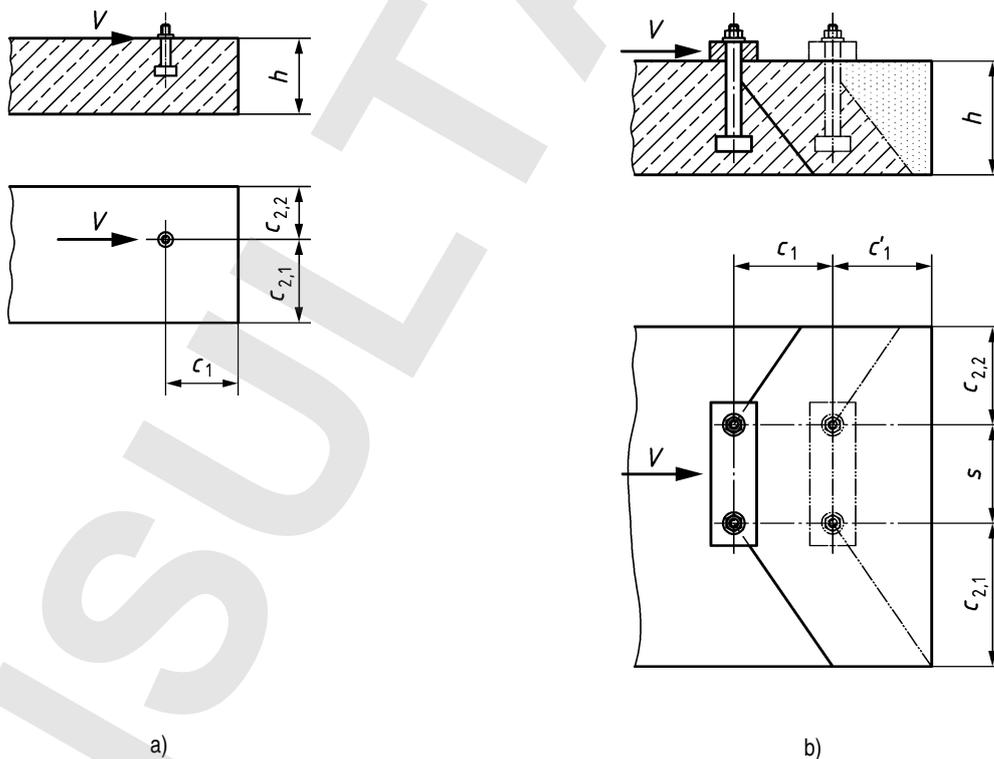
dove:

$c_{2,max}$ è la maggiore delle due distanze dal bordo parallela alla direzione di carico; e

$s_{2,max}$ è l'interasse massimo nella direzione 2 tra gli ancoranti di un gruppo.

Si utilizza il valore di c'_1 invece di c_1 nelle formule da (7.41) a (7.47) e nella determinazione delle aree $A_{c,V}^0$ ed $A_{c,V}$ secondo le figure 7.13 e 7.14.

figura 7.16 Ancoranti in elementi sottili, stretti in cui può essere utilizzato il valore c'_1



$$\max \{ c_{2,1}; c_{2,2} \} < 1,5 c_1 \text{ e } h < 1,5 c_1$$

$$s = 100 \text{ mm}, c_1 = 200 \text{ mm}, h = 120 \text{ mm} < 1,5 \times 200 \text{ mm},$$

$$c_{2,1} = 150 \text{ mm} < 1,5 \times 200 \text{ mm}, c_{2,2} = 100 \text{ mm} < 1,5 \times 200 \text{ mm},$$

$$c'_1 = \max \{ 150/1,5; 120/1,5; 100/3 \} = 100 \text{ mm}$$

7.2.2.6 Rottura dell'armatura supplementare

7.2.2.6.1 Generalità

Quando l'armatura supplementare comprende una combinazione di armatura superficiale (vedere figura 7.10 a)) e asole a contatto con l'ancorante (vedere figure 7.10 b) e c)) le loro resistenze non devono essere aggiunte a meno che non si tenga conto della compatibilità alla deformazione delle varie modalità di rottura (rottura dell'acciaio e dell'ancoraggio) dei due tipi di armature.

7.2.2.6.2 Rottura dell'acciaio

La resistenza caratteristica di un ancorante in caso di rottura dell'acciaio dell'armatura supplementare può essere calcolata secondo la formula (7.51).

$$N_{Rk, re} = k_{10} \sum_{i=1}^{n_{re}} A_{s, re, i} \times f_{yk, re} \quad (7.51)$$

dove:

n_{re} è il numero di barre di armatura supplementare efficace per un ancorante

k_{10} è il fattore di efficienza

= 1,0 armatura superficiale secondo la figura 7.10 a)

= 0,5 armatura supplementare sotto forma di staffe o asole che comprendono l'ancorante (vedere figura 7.10 b) e c))

$$f_{yk, re} \leq 600 \text{ N/mm}^2$$

Nota Nel caso in cui il contatto tra l'armatura supplementare sotto forma di staffe o asole e l'albero dell'ancorante oltre alla posizione di tale armatura rispetto alla superficie del calcestruzzo non possano essere garantiti (vedere punto 7.2.2.2 (4)) a causa delle tolleranze di lavorazione, il fattore $k_{10} = 0,5$ tiene conto delle conseguenze sulla resistenza.

7.2.2.6.3 Rottura dell'ancoraggio

(1) Per applicazioni con armatura supplementare a forma di staffe o asole a contatto con l'ancorante (vedere figure 7.10 b) e c)) non è necessaria alcuna prova della capacità di ancoraggio dell'armatura supplementare nel corpo di rottura assunto del calcestruzzo.

(2) Per applicazioni secondo la figura 7.10 a) la resistenza di progetto $N_{Rd, a}$ dell'armatura supplementare di un ancorante in caso di una rottura dell'ancoraggio nel corpo di rottura del bordo del calcestruzzo è data dalla formula (7.52):

$$N_{Rd, a} = \sum_{i=1}^{n_{re}} N_{Rd, a}^0 \quad (7.52)$$

dove:

$$N_{Rd, a}^0 = \frac{l_1 \times \pi \times \phi \times f_{bd}}{\alpha_1 \times \alpha_2} \leq A_{s, re} \times f_{yk, re} \times \frac{1}{\gamma_{Ms, re}} \quad (7.53)$$

l_1 è la lunghezza dell'ancoraggio nel corpo di rottura (vedere figura 7.10 a)); l_1 deve essere maggiore della lunghezza minima dell'ancoraggio di cui al punto 7.2.2.2 (3) d);

f_{bd} è la forza di aderenza di progetto secondo il punto 8.4.2 della EN 1992-1-1:2004;

α_1, α_2 sono fattori d'influenza secondo il punto 8.4.4 della EN 1992-1-1:2004.

7.2.3 Carichi combinati di trazione e di taglio

7.2.3.1 Fissaggi senza armatura supplementare

Le verifiche richieste sono indicate nel prospetto 7.3. Le verifiche per le modalità di rottura dell'acciaio e del calcestruzzo sono effettuate separatamente. Entrambe le verifiche devono essere soddisfatte.

prospetto 7.3

Verifiche richieste per ancoranti muniti di testa e post-inseriti senza armatura supplementare, soggetti ad un carico combinato di trazione e di taglio

	Modalità di rottura	Verifica
1	Rottura dell'acciaio dell'ancorante ^{a)}	$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,s}}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}}\right)^2 \leq 1 \quad (7.54)$ <p>Se N_{Ed} e V_{Ed} sono diversi per i singoli ancoranti del gruppo, l'interazione deve essere verificata per tutti gli ancoranti.</p>
2	Modalità di rottura diverse dalla rottura dell'acciaio	$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i}}\right)^{1,5} + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i}}\right)^{1,5} \leq 1 \quad (7.55)$ <p>oppure</p> $\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i}}\right) + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i}}\right) \leq 1,2 \quad (7.56)$ <p>con $N_{Ed}/N_{Rd,i} \leq 1$ e $V_{Ed}/V_{Rd,i} \leq 1$ Si deve prendere il valore maggiore di $N_{Ed}/N_{Rd,i}$ e $V_{Ed}/V_{Rd,i}$ per le diverse modalità di rottura.</p>
a) Questa verifica non è richiesta in caso di carico di taglio con braccio di leva in quanto la formula (7.37) tiene conto dell'interazione.		

7.2.3.2 Fissaggi con armatura supplementare

- (1) Per fissaggi con armatura supplementare per entrambi i carichi di trazione e di taglio si applica il punto 7.2.3.1. Tuttavia, per le verifiche secondo il prospetto 7.3, riga 2 $N_{Ed}/N_{Rd,i}$ per la modalità di rottura del cono di calcestruzzo (trazione) e $V_{Ed}/V_{Rd,i}$ per la modalità di rottura del bordo di calcestruzzo (taglio) sono entrambi sostituiti dai valori corrispondenti per la rottura dell'armatura supplementare.
- (2) Per fissaggi con armatura supplementare per assorbire solo i carichi di trazione o di taglio, si deve utilizzare la formula (7.57) con il valore maggiore di $N_{Ed}/N_{Rd,i}$ e di $V_{Ed}/V_{Rd,i}$ per le modalità di rottura diverse dalla rottura dell'acciaio dell'ancorante.

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i}}\right)^{k_{11}} + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i}}\right)^{k_{11}} \leq 1 \quad (7.57)$$

dove:

k_{11} è indicato nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea

$N_{Ed}/N_{Rd,i} \leq 1$ e

$V_{Ed}/V_{Rd,i} \leq 1$

Nel caso di fissaggi con armatura supplementare per assorbire solo i carichi di trazione, $N_{Rd,i}$ e $V_{Rd,i}$ rappresentano rispettivamente le resistenze di progetto $N_{Rd,p}$, $N_{Rd,sp}$, $N_{Rd,cb}$, $N_{Rd,re}$, $N_{Rd,a}$ e $V_{Rd,c}$, $V_{Rd,cp}$. Se si utilizza l'armatura supplementare per assorbire solo i carichi di taglio, $N_{Rd,i}$ e $V_{Rd,i}$ rappresentano rispettivamente le resistenze di progetto $N_{Rd,p}$, $N_{Rd,c}$, $N_{Rd,sp}$, $N_{Rd,cb}$ e $V_{Rd,cp}$, $N_{Rd,re}$, $N_{Rd,a}$. Per N_{Ed} e V_{Ed} si devono utilizzare le azioni corrispondenti alle specifiche modalità di rottura.

Se non è riportato alcun valore per k_{11} nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea, si può assumere $k_{11} = 2/3$. Questo valore è basato su considerazioni ingegneristiche ed è considerato conservativo.

7.3

Ancoranti in sistemi non-strutturali ridondanti

(1) Nei sistemi non strutturali ridondanti, quando si verifica uno slittamento eccessivo o la rottura di un ancorante, si assume che il carico possa essere trasmesso agli ancoranti adiacenti senza violare i requisiti sull'elemento di collegamento nello stato di esercizio e allo stato limite ultimo.

(2) La definizione di sistemi non strutturali ridondanti è riportata nei regolamenti nazionali.

Nota Per i dettagli sulla progettazione degli ancoranti nei sistemi non strutturali ridondanti vedere il CEN/TR 17079, *Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo - Sistemi non strutturali ridondanti*

(3) La verifica dei fissaggi nei sistemi non strutturali ridondanti deve essere verificata secondo i punti 7.1 e 7.2, e può essere utilizzata l'appendice G.

7.4

Profili di ancoraggio

7.4.1

Carico di trazione

7.4.1.1

Verifiche richieste

Si applicano le verifiche del prospetto 7.4. Le modalità di rottura trattate sono indicate nella figura 7.4.

7.4.1.2

Dettaglio dell'armatura supplementare

(1) Quando la progettazione si basa su armature supplementari, non è necessario verificare la rottura del cono di calcestruzzo secondo la formula (7.60) ma l'armatura supplementare deve essere progettata per resistere al carico totale. L'armatura deve essere adeguatamente ancorata su entrambi i lati dei potenziali piani di rottura. Si applica il punto 7.2.1.2.

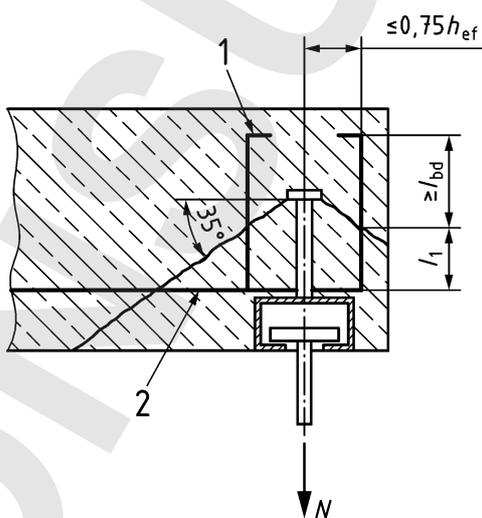
(2) Per profili di ancoraggio situati parallelamente al bordo di un elemento di calcestruzzo o in elemento di calcestruzzo stretto, il piano dell'armatura supplementare deve essere situato perpendicolarmente all'asse longitudinale del canale (vedere figura 7.17).

figura 7.17

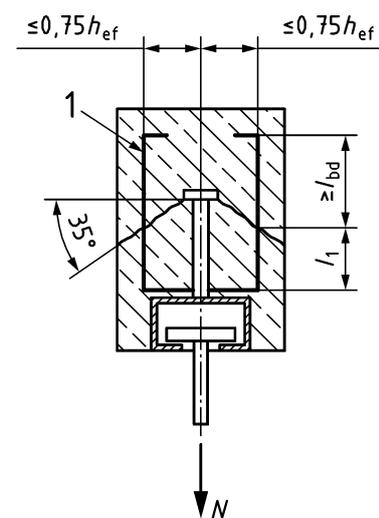
Configurazione dell'armatura supplementare

Legenda

- 1 Armatura supplementare
- 2 Armatura superficiale



a)



b)

7.4.1.3

Rottura dell'acciaio

- (1) Le resistenze caratteristiche $N_{Rk,s,a}$ (rottura dell'ancoraggio), $N_{Rk,s,c}$ (rottura della connessione tra ancoraggio e canale), $N_{Rk,s,l}^0$ (valore di base per la rottura locale per flessione dell'orlo canale), $N_{Rk,s}$ (rottura del bullone testa a martello) e $M_{Rk,s,flex}$ (rottura per flessione del canale) sono indicate nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.
- (2) La resistenza caratteristica $N_{Rk,s,l}$ per rottura dell'orlo:

$$N_{Rk,s,l} = N_{Rk,s,l}^0 \times \psi_{1,N} \quad (7.58)$$

con

$$\psi_{1,N} = 0,5 \left(1 + \frac{s_{cbo}}{s_{1,N}} \right) \leq 1 \quad (7.59)$$

dove:

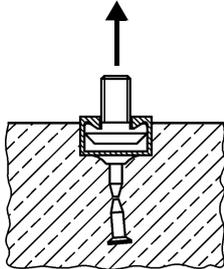
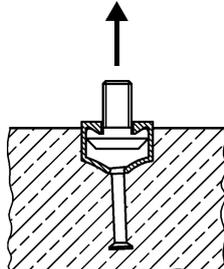
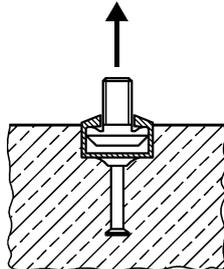
 s_{cbo} è l'interasse del bullone testa a martello $s_{1,N}$ è l'interasse caratteristico per la rottura dell'orlo del canale sotto trazione, preso dalla Specifica tecnica di prodotto europea.Come valore indicativo si può utilizzare $s_{1,N} = 2 b_{ch}$.

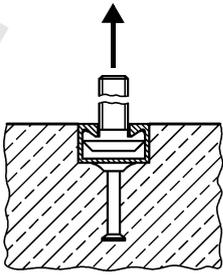
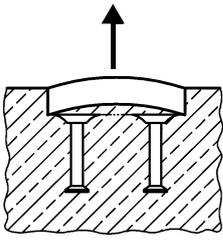
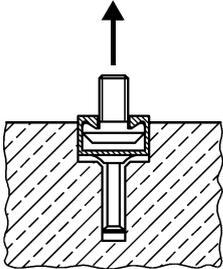
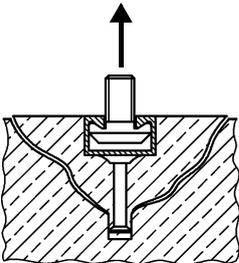
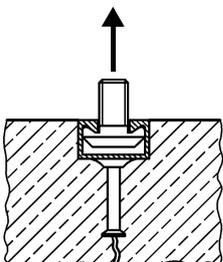
7.4.1.4

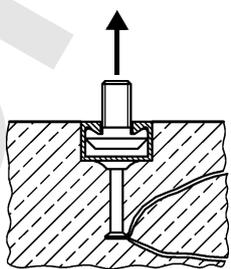
Rottura per sfilamento

La resistenza caratteristica $N_{Rk,p}$ per la rottura per sfilamento dell'ancoraggio è indicata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.La resistenza caratteristica $N_{Rk,p}$ dovrebbe essere limitata dalla pressione del calcestruzzo sotto la testa dell'ancoraggio secondo il punto 7.2.1.5.

prospetto 7.4 Verifiche richieste per profili di ancoraggio in trazione

	Modalità di rottura	Canale	Ancoraggio o bullone testa a martello più sfavorevole	
1	Ancoraggio		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,s,a} = \frac{N_{Rk,s,a}}{\gamma_{Ms}}$	
2	Rottura dell'acciaio Connessione tra ancoraggio e canale		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,s,c} = \frac{N_{Rk,s,c}}{\gamma_{Ms,ca}}$	
3	Flessione locale dell'orlo del canale ^{a)}	$N_{Ed}^{cb} \leq N_{Rd,s,l} = \frac{N_{Rk,s,l}}{\gamma_{Ms,l}}$		

	Modalità di rottura	Canale	Ancoraggio o bullone testa a martello più sfavorevole	
4	Bullone testa a martello		$N_{Ed}^{cb} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	
	Rottura dell'acciaio			
5	Flessione del canale	$N_{Ed}^{ch} \leq M_{Rd,s,flex} = \frac{M_{Rk,s,flex}}{\gamma_{Ms,flex}}$		
6	Rottura per sfilamento		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	
7	Rottura del cono di calcestruzzo^{b)}		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$	
8	Rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo^{b)}		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$	

	Modalità di rottura	Canale	Ancoraggio o bullone testa a martello più sfavorevole	
9	Rottura per blow-out del calcestruzzo ^{b),c)}		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,cb} = \frac{N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc}}$	
10	Rottura dell'acciaio dell'armatura supplementare		$N_{Ed, re}^a \leq N_{Rd, re} = \frac{N_{Rk, re}}{\gamma_{Ms, re}}$	
11	Rottura dell'ancoraggio dell'armatura supplementare		$N_{Ed, re}^a \leq N_{Rd, a}$	

a) Ancoraggio o bullone testa a martello più caricato.
 b) Per determinare l'ancoraggio più sfavorevole si tiene conto del carico sull'ancoraggio in associazione alla distanza dal bordo e all'interasse.
 c) Non richiesto per ancoraggi con $c > 0,5 h_{ef}$.

7.4.1.5 Rottura del cono di calcestruzzo

- (1) Per profili di ancoraggio in cui $h_{ch}/h_{ef} \leq 0,4$ e $b_{ch}/h_{ef} \leq 0,7$ l'approfondimento effettivo è determinato secondo la figura 3.2 a). Nel caso in cui $h_{ch}/h_{ef} > 0,4$ e/o $b_{ch}/h_{ef} > 0,7$ la resistenza del cono di calcestruzzo può essere calcolata utilizzando una delle opzioni seguenti.
 - a) L'approfondimento effettivo è determinato secondo la figura 3.2 b), $h_{ef} = h_{ef}^*$; oppure
 - b) L'approfondimento effettivo h_{ef} è determinato secondo la figura 3.2 a) con il valore per $s_{cr,N}$ preso dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. Il valore per $s_{cr,N}$ utilizzato nel progetto non deve essere minore di quello per il profilo di ancoraggio con $h_{ch}/h_{ef} \leq 0,4$ e $b_{ch}/h_{ef} > 0,7$ secondo la formula (7.62).
- (2) La resistenza caratteristica di un ancoraggio dell'ancoraggio con bullone testa a martello in caso di rottura del cono in calcestruzzo deve essere calcolata secondo la formula (7.60).

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \times \psi_{ch,s,N} \times \psi_{ch,e,N} \times \psi_{ch,c,N} \times \psi_{re,N} \quad (7.60)$$

I diversi fattori della formula (7.60) sono indicati di seguito.

- (3) Per la determinazione della resistenza caratteristica di base $N_{Rk,c}^0$ di un ancoraggio non influenzato da ancoraggi adiacenti, bordi o angoli dell'elemento di calcestruzzo situati nel calcestruzzo fessurato o non fessurato si applica la formula (7.2).

Nota L'ancoraggio con bullone testa a martello può avere un effetto avverso sulla resistenza del cono di calcestruzzo. Ciò è riconosciuto nel valore $k_{cr,N}$ e $k_{ucr,N}$ indicato nella Specifica tecnica di prodotto europea. Di solito questi valori sono inferiori a quelli degli ancoranti a piolo.

- (4) L'influenza degli ancoraggi vicini sulla resistenza del cono di calcestruzzo è considerata dal fattore $\psi_{ch,s,N}$ secondo la formula (7.61).

$$\psi_{ch,s,N} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^{n_{ch,N}} \left[\left(1 - \frac{s_i}{s_{cr,N}} \right)^{1,5} \times \frac{N_i}{N_0} \right]} \quad (7.61)$$

dove (vedere figura 7.18):

- s_i è la distanza tra l'ancoraggio in questione e gli ancoraggi vicini;
 $\leq s_{cr,N}$

$$s_{cr,N} = 2 \times (2,8 - 1,3 \times h_{ef} / 180) \times h_{ef} \geq 3 \times h_{ef} \quad (7.62)$$

N_i è la forza di trazione di un ancoraggio che influisce;

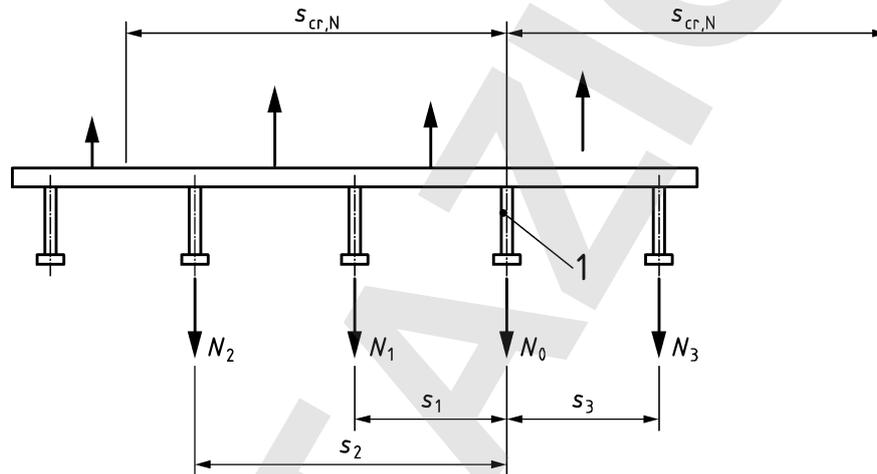
N_0 è la forza di trazione dell'ancoraggio in questione;

$n_{ch,N}$ è il numero di ancoraggi entro una distanza $s_{cr,N}$ da entrambi i lati dell'ancoraggio in questione.

figura 7.18 **Ancoraggio con bullone testa a martello con diverse forze di trazione – Esempio**

Legenda

1 Ancoraggio in questione



- (5) L'influenza di un bordo dell'elemento di calcestruzzo sulla resistenza è considerata dal fattore $\psi_{ch,e,N}$ secondo la formula (7.63).

$$\psi_{ch,e,N} = \left(\frac{c_1}{c_{cr,N}} \right)^{0,5} \leq 1 \quad (7.63)$$

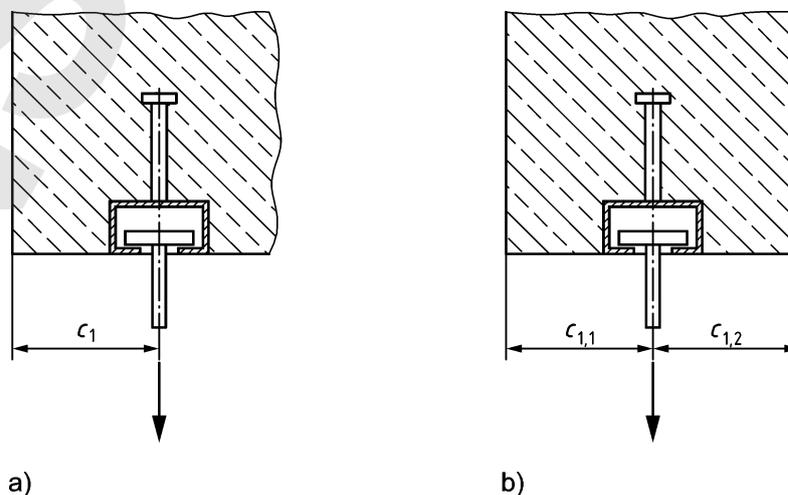
dove:

c_1 è la distanza dal bordo dell'ancoraggio con bullone testa a martello (vedere figura 7.19 a))

$$c_{cr,N} = 0,5 s_{cr,N} \quad (7.63a)$$

Con profili di ancoraggio situati in un elemento di calcestruzzo stretto con diverse distanze dal bordo $c_{1,1}$ e $c_{1,2}$ (vedere figure 7.19 b) e 7.20 d)) il valore minimo di $c_{1,1}$ e $c_{1,2}$ deve essere inserito per c_1 nella formula (7.63).

figura 7.19 **Ancoraggio con bulloni testa a martello in corrispondenza di un bordo o in un elemento stretto**



- (6) L'influenza di un angolo dell'elemento di calcestruzzo (vedere figura 7.20) sulla resistenza è considerata dal fattore $\psi_{ch,c,N}$ secondo la formula (7.64).

$$\psi_{ch,c,N} = \left(\frac{c_2}{c_{cr,N}} \right)^{0,5} \leq 1 \quad (7.64)$$

dove:

c_2 è la distanza dell'ancoraggio considerato (vedere figura 7.20).

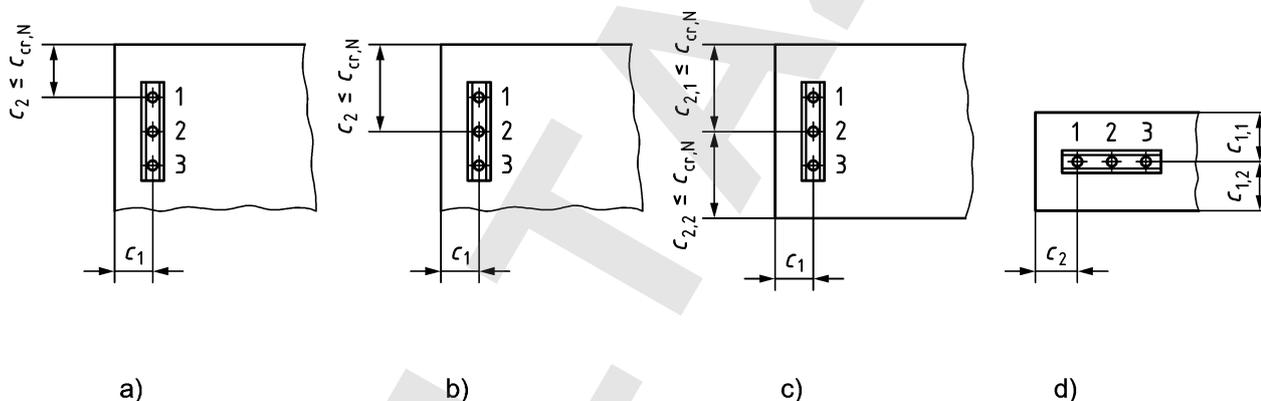
Se un ancoraggio è influenzato da due angoli (vedere figura 7.20 c)), il fattore $\psi_{ch,c,N}$ deve essere calcolato per $c_{2,1}$ e $c_{2,2}$ e il prodotto dei fattori $\psi_{ch,c,N}$ deve essere inserito nella formula (7.60).

figura 7.20

Definizione della distanza dall'angolo di un ancoraggio con bulloni testa a martello nell'angolo di un elemento di calcestruzzo

Legenda

- Si calcola la resistenza dell'ancoraggio 1
- Si calcola la resistenza dell'ancoraggio 2
- Si calcola la resistenza dell'ancoraggio 3
- Si calcola la resistenza dell'ancoraggio 1



- (7) Il fattore di distacco della parete esterna $\psi_{fe,N}$ tiene conto dell'effetto di un'armatura densa per l'approfondimento effettivo $h_{ef} \leq 100$ mm. Si applica il punto 7.2.1.4 (5).
- (8) Nel caso di profili di ancoraggio con $h_{ef} > 180$ mm in un elemento stretto con influenza di ancoraggi vicini e influenza di un bordo e 2 angoli (vedere figure 7.20 c) e d)) con distanze del bordo minori di $c_{cr,N}$ dall'ancoraggio in questione il calcolo secondo la formula (7.60) porta a risultati conservativi. Risultati più precisi si ottengono se il valore h_{ef} è sostituito dal valore maggiore tra:

$$h'_{ef} = \frac{c_{max}}{c_{cr,N}} \times h_{ef} \geq 180 \text{ mm} \text{ e } h'_{ef} = \frac{s_{max}}{s_{cr,N}} \times h_{ef} \geq 180 \text{ mm} \quad (7.65)$$

dove:

c_{max} è la distanza massima tra il centro di un ancoraggio al bordo dell'elemento di calcestruzzo $\leq c_{cr,N}$. Nell'esempio riportato nella figura 7.20 c) c_{max} è il valore massimo tra c_1 , $c_{2,1}$ e $c_{2,2}$

s_{max} è l'interasse massimo da centro a centro degli ancoraggi $\leq s_{cr,N}$

Si inserisce il valore h'_{ef} nella formula (7.2) e nella formula (7.62). Quindi si inserisce il valore risultanti per $s_{cr,N}$ nella formula (7.63a).

7.4.1.6

Rottura per splitting del calcestruzzo

- (1) La rottura per splitting del calcestruzzo durante l'installazione (per esempio quando si applica la coppia di montaggio su un ancorante) è evitata rispettando i valori minimi di distanza dal bordo c_{min} , di interasse s_{min} , di spessore dell'elemento h_{min} e i requisiti per l'armatura indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

- (2) La rottura per splitting del calcestruzzo dovuta ai carichi deve essere presa in considerazione secondo le regole seguenti.
- La distanza caratteristica dal bordo in caso di splitting sotto carico, $c_{cr,sp}$, è indicata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. L'interasse caratteristico è definito come $s_{cr,sp} = 2 c_{cr,sp}$.
 - Non è richiesta alcuna verifica se è soddisfatta almeno una delle condizioni seguenti.
 - La distanza dal bordo in tutte le direzioni è $c \geq 1,2 c_{cr,sp}$, e la profondità dell'elemento è $h \geq h_{min}$ con h_{min} corrispondente a $c_{cr,sp}$.
 - Le resistenze caratteristiche per la rottura del cono di calcestruzzo e la rottura per sfilamento sono calcolate per il calcestruzzo fessurato e l'armatura resiste alle forze di splitting limitando l'ampiezza della fessura a $w_k \leq 0,3$ mm.

In assenza di migliori informazioni la sezione trasversale dell'armatura, $\sum A_{s,re}$, per resistere alle forze di splitting può essere determinata come segue:

$$\sum A_{s,re} = 0,5 \times \frac{N_{Ed}^a}{f_{yk,re} / \gamma_{Ms,re}} \quad (7.66)$$

dove:

N_{Ed}^a è la forza di trazione di progetto sull'ancoraggio più caricato sotto il valore di progetto delle azioni

$f_{yk,re}$ è la resistenza a snervamento nominale dell'acciaio di armatura ≤ 600 N/mm².

Si raccomanda che tale armatura sia posizionata simmetricamente e vicino a ciascun ancoraggio del canale.

- Se le due condizioni b) 1) e b) 2) non sono soddisfatte, la resistenza caratteristica di un ancoraggio con bullone testa a martello in caso di rottura per splitting del calcestruzzo deve essere calcolata secondo la formula (7.67).

$$N_{RK,sp} = N_{RK}^0 \times \psi_{ch,s,N} \times \psi_{ch,c,N} \times \psi_{ch,e,N} \times \psi_{re,N} \times \psi_{h,sp} \quad (7.67)$$

con

$$N_{RK}^0 = \min\{N_{RK,p}^0; N_{RK,c}^0\}$$

$N_{RK,p}^0$ secondo il punto 7.4.1.4.

$N_{RK,c}^0$, $\psi_{ch,s,N}$, $\psi_{ch,c,N}$, $\psi_{ch,e,N}$, $\psi_{re,N}$ secondo il punto 7.4.1.5, tuttavia i valori $c_{cr,N}$ e $s_{cr,N}$ devono essere sostituiti rispettivamente da $c_{cr,sp}$ ed $s_{cr,sp}$, che corrispondono allo spessore minimo dell'elemento h_{min} .

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{2/3} \leq \max\left\{1; \left(\frac{h_{ef} + c_{cr,N}}{h_{min}}\right)^{2/3}\right\} \leq 2 \quad (7.68)$$

- Se nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea $c_{cr,sp}$ è indicato per più di uno spessore minimo dell'elemento h_{min} , lo spessore minimo dell'elemento corrispondente a $c_{cr,sp}$ utilizzato nella formula (7.67) deve essere inserito nella formula (7.68).

7.4.1.7

Rottura per blow-out del calcestruzzo

- La verifica della rottura per blow-out del calcestruzzo non è richiesta con ancoraggi se la distanza dal bordo è a $c \geq 0,5 h_{ef}$. Se la verifica è richiesta, la resistenza caratteristica di un ancoraggio in caso di blow-out è:

$$N_{RK,cb} = N_{RK,cb}^0 \times \psi_{ch,s,Nb} \times \psi_{ch,c,Nb} \times \psi_{ch,h,Nb} \quad (7.69)$$

I diversi fattori della formula (7.69) sono indicati di seguito.

Per profili di ancoraggio situati perpendicolarmente al bordo, la verifica è richiesta solo per l'ancoraggio più vicino al bordo.

- (2) La resistenza caratteristica di un singolo ancoraggio $N_{Rk,cb}^0$ è calcolata secondo il punto 7.2.1.8 (2).
- (3) L'influenza di ancoraggi vicini sulla resistenza al blow-out è tenuta in considerazione dal fattore $\psi_{ch,s,Nb}$, che può essere calcolato analogamente alla formula (7.61), ma con $s_{cr,Nb} = 4 c_1$ invece di $s_{cr,N}$.
- (4) L'influenza di un angolo dell'elemento di calcestruzzo sulla resistenza è tenuta in considerazione dal fattore $\psi_{ch,c,Nb}$ secondo la formula (7.70).

$$\psi_{ch,c,Nb} = \left(\frac{c_2}{c_{cr,Nb}} \right)^{0,5} \leq 1 \quad (7.70)$$

dove:

c_2 è la distanza dall'angolo dell'ancoraggio, per il quale si calcola la resistenza (vedere figura 7.20)

$$c_{cr,Nb} = s_{cr,Nb} / 2$$

Se un ancoraggio è influenzato da due angoli- vedere esempio nella figura 7.20 c) - il fattore $\psi_{ch,c,Nb}$ deve essere calcolato per i valori $c_{2,1}$ e $c_{2,2}$ e il prodotto dei fattori deve essere inserito nella formula (7.69).

- (5) L'effetto dello spessore dell'elemento di calcestruzzo nel caso di una distanza $f \leq 2 c_1$, in cui f è definito nella figura 7.21, è tenuto in considerazione mediante il fattore $\psi_{ch,h,Nb}$ secondo la formula (7.71).

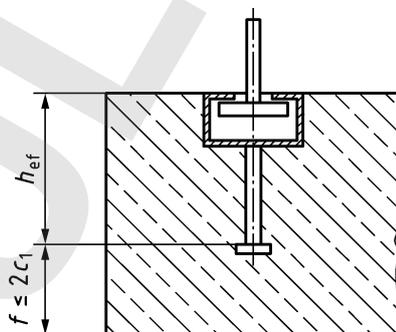
$$\psi_{ch,h,Nb} = \frac{h_{ef} + f}{4 c_1} \leq \frac{2 c_1 + f}{4 c_1} \leq 1 \quad (7.71)$$

dove:

f è la distanza tra la testa di ancoraggio e la superficie inferiore dell'elemento di calcestruzzo (vedere figura 7.21).

figura 7.21

Ancoraggio con bulloni testa a martello in corrispondenza di un bordo di un elemento sottile



7.4.1.8 Rottura dell'armatura supplementare

7.4.1.8.1 Rottura dell'acciaio

In caso di rottura dell'acciaio dell'armatura supplementare, si applica la disposizione pertinente del punto 7.2.1.9.1.

7.4.1.8.2 Rottura dell'ancoraggio

In caso di rottura dell'ancoraggio dell'armatura supplementare nel cono di calcestruzzo si applica la disposizione pertinente del punto 7.2.1.9.1.

7.4.2 Carico di taglio

7.4.2.1 Verifiche richieste

Si applicano le verifiche del prospetto 7.5. Le modalità di rottura trattate sono indicate nel presente prospetto.

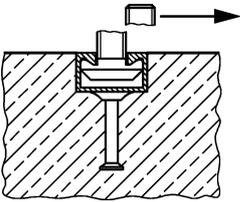
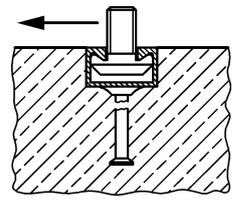
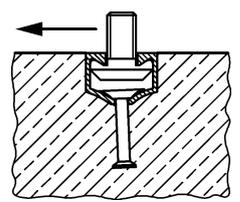
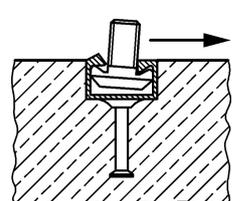
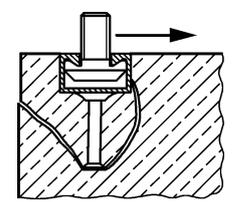
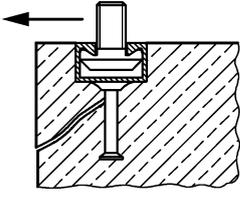
7.4.2.2

Dettagli costruttivi dell'armatura supplementare

L'armatura supplementare per assorbire i carichi di taglio deve comprendere solo l'armatura superficiale (vedere figura 7.10 a)) e si applicano le disposizioni corrispondenti del punto 7.2.2.2.

prospetto 7.5

Verifiche richieste per profili di ancoraggio caricati in taglio

	Modalità di rottura		Canale	Ancoraggio o bullone testa a martello più sfavorevole	
1	Rottura dell'acciaio Forza di taglio senza braccio di leva	Bullone testa a martello ^{a)}		$V_{Ed}^{cb} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	
2		Ancoraggio		$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,s,a} = \frac{V_{Rk,s,a}}{\gamma_{Ms}}$	
3		Connessione tra ancoraggio e canale		$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,s,c} = \frac{V_{Rk,s,c}}{\gamma_{Ms,ca}}$	
4		Flessione locale dell'orlo del canale ^{a)}	$V_{Ed}^{cb} \leq V_{Rd,s,l} = \frac{V_{Rk,s,l}}{\gamma_{Ms,l}}$		
5	Forza di taglio con braccio di leva	Bullone testa a martello		$V_{Ed}^{cb} \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{Ms}}$	
6	Rottura per pry-out del calcestruzzo^{b)}			$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$	
7	Rottura del bordo di calcestruzzo^{b)}			$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$	

	Modalità di rottura	Canale	Ancoraggio o bullone testa a martello più sfavorevole
8	Rottura dell'acciaio dell'armatura supplementare ^{e)}		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$
9	Rottura dell'ancoraggio dell'armatura supplementare ^{e)}		$N_{Ed,re}^a \leq N_{Rd,a}$
a)	Verifica per il bullone testa a martello più caricato.		
b)	Per determinare l'ancoraggio più sfavorevole si tiene conto del carico sull'ancoraggio in associazione alla distanza dal bordo e all'interasse.		
c)	La forza di trazione agente sull'ancoraggio deve essere calcolata da V_{Ed} secondo la formula (6.6) per l'ancoraggio più caricato.		

7.4.2.3 Rottura dell'acciaio

7.4.2.3.1 Forza di taglio senza braccio di leva

(1) Le resistenze caratteristiche $V_{Rk,s}$ (rottura del bullone testa a martello), $V_{Rk,s,a}$ (rottura dell'ancoraggio), $V_{Rk,s,c}$ (rottura della connessione ancoraggio/canale) e $V_{Rk,s,l}^0$ (valore di base per la rottura dovuta a flessione dell'orlo del canale) sono indicate nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

(2) La resistenza caratteristica $V_{Rk,s,l}$ per rottura dell'orlo:

$$V_{Rk,s,l} = V_{Rk,s,l}^0 \times \psi_{l,v} \quad (7.72)$$

con

$$\psi_{l,v} = 0,5 \left(1 + \frac{s_{cbo}}{s_{l,v}} \right) \leq 1 \quad (7.73)$$

dove:

s_{cbo} è l'interasse del bullone testa a martello

$s_{l,v}$ è l'interasse caratteristico per la rottura dell'orlo del canale sotto trazione, preso dalla Specifica tecnica di prodotto europea.

Come valore indicativo si può utilizzare $s_{l,v} = 2 b_{ch}$.

7.4.2.3.2 Forza di taglio con braccio di leva

La resistenza caratteristica di un bullone testa a martello in caso di rottura dell'acciaio, $V_{Rk,s,m}$ deve essere ottenuta dalla formula (7.74).

$$V_{Rk,s,m} = \frac{\alpha_M \times M_{Rk,s}}{l_a} \quad (7.74)$$

dove:

α_M è determinato secondo il punto 6.2.2.3

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \times (1 - N_{Ed} / N_{Rd,s}) \quad (7.75)$$

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

$M_{Rk,s}^0$ è la resistenza alla flessione caratteristica del bullone testa a martello, indicata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

Nota L'influenza del carico di taglio con braccio di leva sulla rottura dell'orlo è trattata dalla prequalificazione dell'ancoraggio con bullone testa a martello.

7.4.2.4

Rottura per pry-out del calcestruzzo

La resistenza caratteristica dell'ancoraggio più sfavorevole per la rottura per pry-out del calcestruzzo deve essere calcolata secondo la formula (7.76):

- per fissaggi senza armatura supplementare

$$V_{Rk,cp} = k_8 \times N_{Rk,c} \quad (7.76a)$$

dove:

k_8 è un fattore da prendere dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea
 $N_{Rk,c}$ è determinato secondo il punto 7.4.1.5 per gli ancoraggi caricati in taglio.

- per fissaggi con armatura supplementare

$$V_{Rk,cp} = 0,75 \times k_8 \times N_{Rk,c} \quad (7.76b)$$

7.4.2.5

Rottura del bordo del calcestruzzo

- (1) La resistenza caratteristica di un ancoraggio caricato perpendicolarmente al bordo è calcolata secondo la formula (7.77):

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \times \psi_{ch,s,v} \times \psi_{ch,c,v} \times \psi_{ch,h,v} \times \psi_{ch,90^\circ,v} \times \psi_{re,v} \quad (7.77)$$

I diversi fattori della formula (7.77) sono indicati di seguito.

- (2) La resistenza caratteristica di base di un ancoraggio con bulloni testa a martello con un ancoraggio caricato perpendicolarmente al bordo, non influenzato da ancoraggi vicini, da spessore dell'elemento o da effetti degli angoli è:

$$V_{Rk,c}^0 = k_{12} \times \sqrt{f_{ck}} \times c_1^{4/3} \quad (7.78)$$

con

$k_{12} = k_{cr,v}$ per calcestruzzo fessurato

= $k_{ucr,v}$ per calcestruzzo non fessurato

$k_{cr,v}$ e $k_{ucr,v}$ sono indicati nella corrispondente Specifica tecnica di prodotto europea.

Nota È possibile utilizzare un valore indicativo $k_{cr,v} = 4,5$ oppure $k_{ucr,v} = 6,3$ dove $h_{ch}/h_{ef} \leq 0,4$ e $b_{ch}/h_{ef} \leq 0,7$.

- (3) L'influenza degli ancoraggi vicini sulla resistenza del bordo di calcestruzzo è tenuta in considerazione mediante il fattore $\psi_{ch,s,v}$ secondo la formula (7.79).

$$\psi_{ch,s,v} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^{n_{ch,v}} \left[\left(1 - \frac{s_i}{s_{cr,v}}\right)^{1,5} \times \frac{V_i}{V_0} \right]} \leq 1 \quad (7.79)$$

dove (vedere figura 7.22):

s_i è la distanza tra l'ancoraggio in questione e gli ancoraggi vicini $\leq s_{cr,v}$

$s_{cr,v} = 4 \times c_1 + 2b_{ch}$, in cui sono soddisfatte le condizioni $h_{ch}/h_{ef} \leq 0,4$ e $b_{ch}/h_{ef} \leq 0,7$ (7.80)

$s_{cr,v}$ da prendere dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea se $h_{ch}/h_{ef} > 0,4$ e/o $b_{ch}/h_{ef} > 0,7$. $s_{cr,v}$ utilizzato nella progettazione non deve essere minore del valore secondo la formula (7.80)

V_i è la forza di taglio su un ancoraggio influente;

V_0 è la forza di taglio sull'ancoraggio in questione;

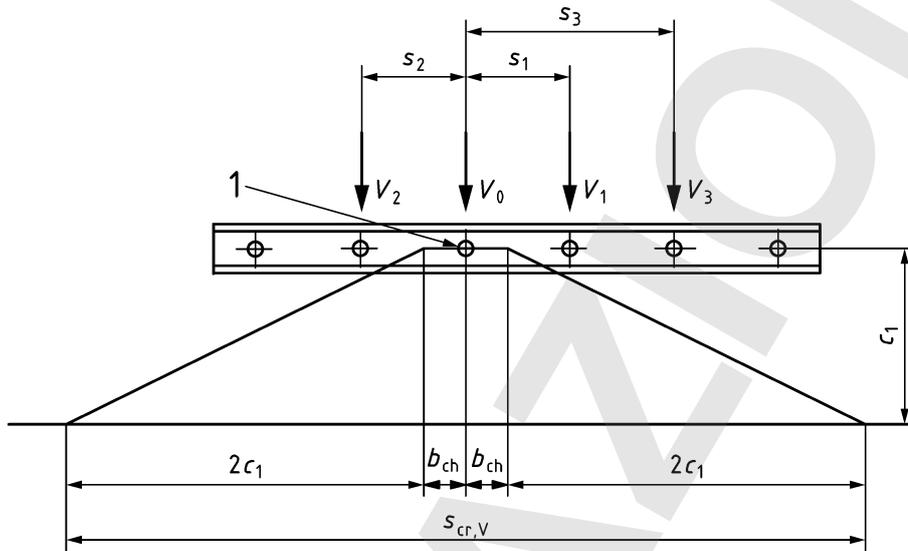
$n_{ch,v}$ è il numero di ancoraggi entro una distanza $s_{cr,v}$ da entrambi i lati dell'ancoraggio in questione.

Nella formula (7.79) si assume che tutte le forze di taglio agenti sugli ancoraggi siano dirette verso il bordo. Le forze di taglio sugli ancoraggi agenti lontano dal bordo possono essere ignorate.

Ancoraggio con bulloni testa a martello con diverse forze di taglio - Esempio

Legenda

1 Ancoraggio in questione



(4) L'influenza di un angolo sulla resistenza caratteristica del bordo è tenuta in considerazione dal fattore $\psi_{ch,c,V}$

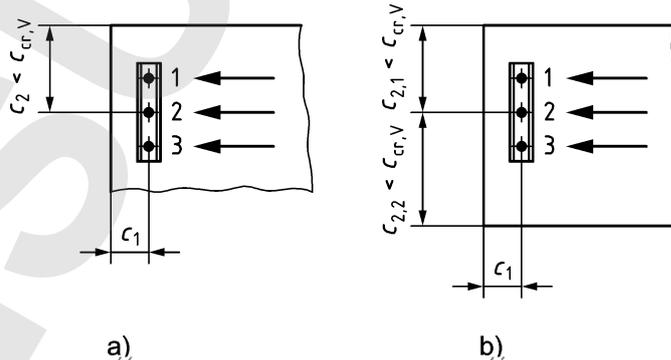
$$\psi_{ch,c,V} = \left(\frac{c_2}{c_{cr,V}} \right)^{0,5} \leq 1 \tag{7.81}$$

dove:

$$c_{cr,V} = 0,5 s_{cr,V} \tag{7.82}$$

Se un ancoraggio è influenzato da due angoli (vedere figura 7.23 b)), il fattore $\psi_{ch,c,V}$ secondo la formula (7.81) deve essere calcolato per ciascun angolo e il prodotto deve essere inserito nella formula (7.77).

Ancoraggio con bulloni testa a martello con ancoraggi influenzati da uno (a) o due (b) angoli, l'ancoraggio 2 è quello in questione - Esempio



(5) L'influenza dello spessore di un elemento $h < h_{cr,V}$ è tenuta in considerazione dal fattore $\psi_{ch,h,V}$.

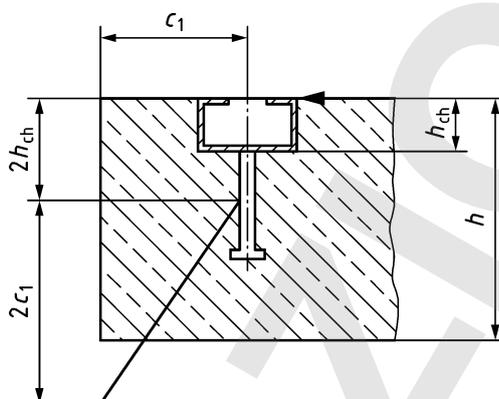
$$\psi_{ch,h,V} = \left(\frac{h}{h_{cr,V}} \right)^{0,5} \leq 1 \tag{7.83}$$

con

$$h_{cr,V} = 2 c_1 + 2 h_{ch} \text{ (vedere figura 7.24) se } h_{ch}/h_{ef} \leq 0,4 \text{ e } b_{ch}/h_{ch} \leq 0,7 \text{ sono soddisfatti} \tag{7.84}$$

$h_{cr,V}$ da prendere dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea se $h_{ch}/h_{ef} > 0,4$ e/o $b_{ch}/h_{ch} > 0,7$. Il valore $h_{cr,V}$ utilizzato nella progettazione non deve essere minore del valore secondo la formula (7.84).

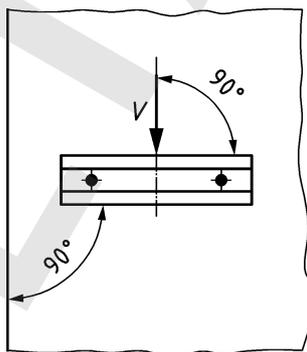
figura 7.24 Ancoraggio con bulloni testa a martello influenzato dallo spessore dell'elemento – Esempio



- (6) Il fattore $\psi_{ch,90^\circ,V}$ prende in considerazione l'influenza dei carichi di taglio agenti parallelamente al bordo (vedere figura 7.25).

$$\psi_{ch,90^\circ,V} = 2,5 \quad (7.85)$$

figura 7.25 Ancoraggio con bulloni testa a martello caricato parallelamente al bordo



- (7) Il fattore $\psi_{re,V}$ prendendo in considerazione il tipo di armatura sul bordo è calcolato secondo il punto 7.2.2.5. Nel caso di presenza di armatura del bordo per applicazioni in calcestruzzo fessurato si deve utilizzare un fattore $\psi_{re,V} > 1$ solo se l'altezza del canale è $h_{ch} \leq 40$ mm (vedere figura 6.8 b)).

- (8) Per un ancoraggio con bulloni testa a martello in un elemento stretto, sottile (vedere figura 7.26) con $c_{2,max} \leq c_{cr,V}$ ($c_{cr,V}$ secondo la formula (7.82)) e $h < h_{cr,V}$ ($h_{cr,V}$ secondo la formula (7.84)), il calcolo secondo la formula (7.77) porta a risultati conservativi. Risultati più precisi si ottengono se la distanza dal bordo c_1 è sostituita da c'_1 :

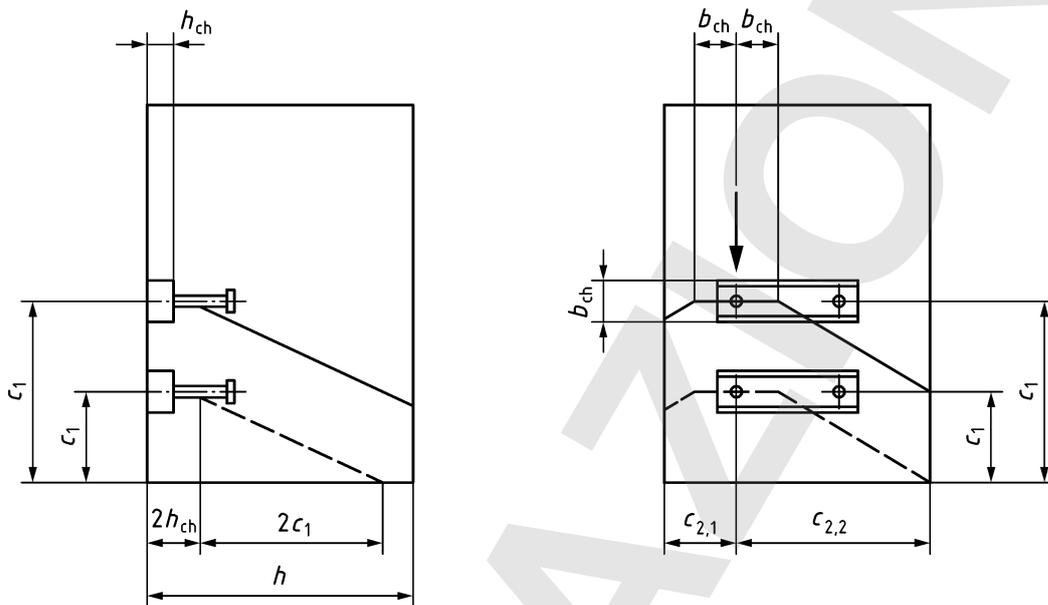
$$c'_1 = \max \{ (c_{2,max} - b_{ch})/2; (h - 2h_{ch})/2 \} \quad (7.86)$$

con

$c_{2,max} = \max \{ c_{2,1}; c_{2,2} \}$, cioè la più grande delle due distanze dal bordo parallele alla direzione del carico

Il valore c'_1 è inserito nelle formule (7.78), (7.80) e (7.84).

Illustrazione di un ancoraggio con bulloni testa a martello influenzato da due angoli e dallo spessore dell'elemento ($c_{2,2}$ è decisivo per la determinazione di c'_1)



7.4.2.6 **Armatura supplementare**

7.4.2.6.1 **Rottura dell'acciaio**

In caso di rottura dell'acciaio dell'armatura supplementare, si applica la disposizione pertinente del punto 7.2.2.6.2.

7.4.2.6.2 **Rottura dell'ancoraggio**

In caso di rottura dell'ancoraggio dell'armatura supplementare nel cono di calcestruzzo si applica la disposizione pertinente del punto 7.2.2.6.3 (2).

7.4.3 Carichi combinati di trazione e di taglio

7.4.3.1 **Profili di ancoraggio senza armatura supplementare**

Le verifiche richieste sono indicate nel prospetto 7.6. Le verifiche per la rottura dell'acciaio del bullone testa a martello, per altre modalità di rottura dell'acciaio e per modalità di rottura diverse dalla rottura dell'acciaio sono effettuate separatamente. Tutte le verifiche devono essere soddisfatte.

	Modalità di rottura	Verifica
1	Bullone testa a martello ^{a)}	$\left(\frac{N_{Ed}^{cb}}{N_{Rd,s}}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}^{cb}}{V_{Rd,s}}\right)^2 \leq 1 \quad (7.87)$ <p>I valori $N_{Rd,s}$, $V_{Rd,s}$ dell'ancoraggio con bulloni testa a martello devono essere calcolati dai valori caratteristici indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.</p>
2	Rottura dell'acciaio Orlo del canale e rottura flessionale	$\max\left(\frac{N_{Ed}^{cb}}{N_{Rd,s,l}}; \frac{M_{Ed}^{ch}}{M_{Rd,s,flex}}\right)^{k_{13}} + \left(\frac{V_{Ed}^{cb}}{V_{Rd,s,l}}\right)^{k_{13}} \leq 1 \quad (7.88)$ <p>con $k_{13} = 2,0$ se $V_{Rd,s,l} \leq N_{Rd,s,l}$ = da prendere dalla Specifica tecnica di prodotto europea se $V_{Rd,s,l} > N_{Rd,s,l}$ = 1,0 come semplificazione</p> <p>I valori $N_{Rd,s,l}$, $M_{Rd,s,flex}$ e $V_{Rd,s,l}$ dell'ancoraggio con bulloni testa a martello devono essere calcolati dai valori caratteristici indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.</p>
3	Ancoraggio e connessione tra ancoraggio e canale	$\max\left(\frac{N_{Ed}^a}{N_{Rd,s,a}}; \frac{N_{Ed}^a}{M_{Rd,s,c}}\right)^{k_{14}} + \left(\frac{V_{Ed}^a}{V_{Rd,s,a}}\right)^{k_{14}} \leq 1 \quad (7.89)^b$ <p>con $k_{14} = 2,0$ se $V_{Rd,s,a} \leq \min(N_{Rd,s,a}, N_{Rd,s,c})$ = da prendere dalla Specifica tecnica di prodotto europea se $V_{Rd,s,a} > \min(N_{Rd,s,a}, N_{Rd,s,c})$ = 1,0 come semplificazione</p> <p>I valori $N_{Rd,s,a}$, $M_{Rd,s,c}$ e $V_{Rd,s,a}$ dell'ancoraggio con barre canale devono essere calcolati dai valori caratteristici indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.</p>
4	Modalità di rottura diverse dalla rottura dell'acciaio	$\left(\frac{N_{Ed}^a}{N_{Rd}}\right)^{1,5} + \left(\frac{V_{Ed}^a}{V_{Rd}}\right)^{1,5} \leq 1 \quad (7.90)$ <p>oppure</p> $\left(\frac{N_{Ed}^a}{N_{Rd}}\right) + \left(\frac{V_{Ed}^a}{V_{Rd}}\right) \leq 1,2 \quad (7.91)$ <p>$N_{Ed}^a / N_{Rd} \leq 1$ e $V_{Ed}^a / V_{Rd} \leq 1$</p> <p>Si deve inserire il valore maggiore tra $N_{Ed}^a / N_{Rd,i}$ e $V_{Ed}^a / V_{Rd,i}$ delle diverse modalità di rottura rispettivamente per N_{Ed}^a / N_{Rd} e V_{Ed}^a / V_{Rd}.</p>
a)	Questa verifica non è richiesta in caso di carico di taglio con braccio di leva in quanto la formula (7.75) tiene conto dell'interazione.	
b)	La formula (7.89) si basa sull'assunzione che la resistenza al taglio di un ancoraggio e della connessione siano identiche.	

7.4.3.2

Profili di ancoraggio con armatura supplementare

- (1) Per profili di ancoraggio con armatura supplementare per assorbire entrambi i carichi di trazione e di taglio si applica il punto 7.4.3.1. Tuttavia, per la verifica secondo il prospetto 7.6, riga 4 $N_{Ed} / N_{Rd,i}$ per la modalità di rottura del cono di calcestruzzo (trazione) e $V_{Ed} / V_{Rd,i}$ per la modalità di rottura del bordo di calcestruzzo (taglio) sono entrambi sostituiti dai valori corrispondenti per la rottura dell'armatura supplementare.
- (2) Nel caso di profili di ancoraggio in corrispondenza del bordo con armatura supplementare per assorbire i carichi di trazione o di taglio, si applica il punto 7.4.3.1. Tuttavia, si deve utilizzare la formula (7.92) invece della formula (7.90) o della formula (7.91).

$$\left(\frac{N_{Ed}^a}{N_{Rd,i}}\right) + \left(\frac{V_{Ed}^a}{V_{Rd,i}}\right) \leq 1 \quad (7.92)$$

Nel caso di fissaggi con armatura supplementare per assorbire solo i carichi di trazione, $N_{Rd,i}$ e $V_{Rd,i}$ rappresentano rispettivamente le resistenze di progetto $N_{Rd,p}$, $N_{Rd,sp}$, $N_{Rd,cb}$, $N_{Rd,re}$, $N_{Rd,a}$ e $V_{Rd,c}$, $V_{Rd,cp}$. Se si utilizza l'armatura supplementare per assorbire solo i carichi di taglio, $N_{Rd,i}$ e $V_{Rd,i}$ rappresentano rispettivamente le resistenze di progetto $N_{Rd,p}$, $N_{Rd,c}$, $N_{Rd,sp}$, $N_{Rd,cb}$ e $V_{Rd,cp}$, $N_{Rd,re}$, $N_{Rd,a}$.

8 VERIFICA DELLO STATO LIMITE ULTIMO PER CARICHI A FATICA

8.1 Generalità

- (1) La presente EN tratta le applicazioni con ancoranti e ancoranti a piolo post-inseriti sotto tensione pulsante o carico di taglio e carico di taglio alternato e le loro combinazioni.
- (2) Sono trattati solo fissaggi con carico di taglio senza braccio di leva come definito nel punto 6.2.2.3 (1).
- (3) Non sono trattati gli ancoranti qualificati solo per l'impiego in sistemi non-strutturali ridondanti (vedere punto 7.3).
- (4) La verifica a fatica deve essere effettuata quando gli ancoranti sono sottoposti a cicli di carico ripetuti e frequenti (per esempio, attacchi di gru, macchine a pistoni, binari guida di ascensori).
- (5) Gli ancoranti utilizzati per resistere al carico di fatica devono essere prequalificati mediante una Specifica tecnica di prodotto europea per tale applicazione.
- (6) Non sono ammesse intercapedini anulari e deve essere evitato l'allentamento del dado o della vite. Una forza di precompressione permanente sull'ancorante deve essere presente durante la vita utile di servizio dell'ancorante.
- (7) La verifica della resistenza sotto carico di fatica consiste sia nella verifica sotto carico statico sia sotto carico di fatica. Sotto carico statico gli ancoranti devono essere progettati utilizzando i metodi di progettazione indicati nel punto 7. Le verifiche sotto carico a fatica sono indicate nel punto 8.3.

8.2 Derivazione delle forze agenti sugli ancoranti - analisi

Si applicano i punti 6.1 e 6.2. Si devono tuttavia osservare le limitazioni indicate nel punto 8.1.

8.3 Resistenza

8.3.1 Carico di trazione

Le verifiche richieste per il carico di trazione sono riassunte nel prospetto 8.1.

prospetto 8.1 **Verifiche richieste - Carico di trazione**

	Modalità di rottura	Singolo ancorante	Gruppo di ancoranti	
			Ancorante più caricato	Gruppo
1	Rottura dell'acciaio	$\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek} \leq \frac{\Delta N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms,N,fat}}$	$\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek}^h \leq \frac{\psi_{F,N} \times \Delta N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms,N,fat}}$	
2	Rottura del cono di calcestruzzo	$\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek} \leq \frac{\Delta N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc,fat}}$		$\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek}^g \leq \frac{\Delta N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc,fat}}$
3	Rottura per sfilamento^{a)}	$\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek} \leq \frac{\Delta N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp,fat}}$	$\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek}^h \leq \frac{\psi_{F,N} \times \Delta N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp,fat}}$	
4	rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo:	$\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek} \leq \frac{\Delta N_{Rk,sp}}{\gamma_{Mc,fat}}$		$\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek}^g \leq \frac{\Delta N_{Rk,sp}}{\gamma_{Mc,fat}}$
5	rottura per blow-out del calcestruzzo:	$\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek} \leq \frac{\Delta N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc,fat}}$		$\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek}^g \leq \frac{\Delta N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc,fat}}$

$\gamma_{F,fat}$, $\gamma_{Mc,fat}$, $\gamma_{Mp,fat}$ secondo il punto 4.4
 $\gamma_{Ms,N,fat} = \gamma_{Ms,fat}$ secondo il punto 4.4.2.3
 $\psi_{F,N}$ è il fattore di riduzione applicato alla resistenza a trazione per tenere conto della distribuzione disuguale del carico di trazione agente sul dispositivo di fissaggio ai singoli ancoranti di un gruppo.
 ≤ 1 , indicato nella Specifica tecnica di prodotto europea
 $\Delta N_{Ek} = N_{Ek,max} - N_{Ek,min}$, ampiezza da picco a picco dell'azione di trazione a fatica
 $\Delta N_{Rk,s}$ è la resistenza a fatica, trazione, acciaio, indicata nella Specifica tecnica di prodotto europea
 $\Delta N_{Rk,c} = 0,5 \times N_{Rk,c}$ resistenza a fatica, trazione, cono di calcestruzzo per 2×10^6 cicli di carico
 $\Delta N_{Rk,p}$ è la resistenza a fatica, trazione, acciaio, indicata nella Specifica tecnica di prodotto europea
 $\Delta N_{Rk,sp} = 0,5 \times N_{Rk,sp}$ resistenza a fatica, trazione, splitting del calcestruzzo per 2×10^6 cicli di carico
 $\Delta N_{Rk,cb} = 0,5 \times N_{Rk,cb}$ resistenza a fatica, trazione, blow-out del calcestruzzo per 2×10^6 cicli di carico
 $N_{Rk,c}$, $N_{Rk,sp}$, $N_{Rk,cb}$ sono calcolati secondo il punto 7.2.1

a) La rottura per sfilamento si riferisce ad ancoranti meccanici post-inseriti, ancoranti a piolo e ancoranti ad espansione incollati post-inseriti.

8.3.2 Carico di taglio

Le verifiche richieste per il carico di taglio sono riassunte nel prospetto 8.2.

prospetto 8.2 **Verifiche richieste - Azione di taglio**

	Modalità di rottura	Singolo ancorante	Gruppo di ancoranti	
			Ancorante più caricato	Gruppo
1	Rottura dell'acciaio senza braccio di leva	$\gamma_{F,fat} \times \Delta V_{Ek} \leq \frac{\Delta V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms,V,fat}}$	$\gamma_{F,fat} \times \Delta V_{Ek}^h \leq \frac{\psi_{F,V} \times \Delta V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms,V,fat}}$	
2	Rottura per pry-out del calcestruzzo	$\gamma_{F,fat} \times \Delta V_{Ek} \leq \frac{\Delta V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,fat}}$		$\gamma_{F,fat} \times \Delta V_{Ek}^g \leq \frac{\Delta V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,fat}}$
3	Rottura del bordo di calcestruzzo	$\gamma_{F,fat} \times \Delta V_{Ek} \leq \frac{\Delta V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc,fat}}$		$\gamma_{F,fat} \times \Delta V_{Ek}^g \leq \frac{\Delta V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc,fat}}$

$\gamma_{F,fat}$, $\gamma_{Mc,fat}$, secondo il punto 4.4
 $\psi_{F,V}$ è il fattore di riduzione applicato alla resistenza a taglio per tenere conto della distribuzione disuguale del carico di taglio agente sull'elemento di collegamento ai singoli ancoranti di un gruppo.
 ≤ 1 , indicato nella Specifica tecnica di prodotto europea Per gruppi con 2 ancoranti sotto carico di taglio perpendicolare all'asse degli ancoranti quando l'elemento di collegamento non è vincolato contro la rotazione nel piano
 $\gamma_{Ms,V,fat} = \gamma_{Ms,fat}$, secondo il punto 4.4.2.3
 $\Delta V_{Ek} = V_{Ek,max} - V_{Ek,min}$, ampiezza da picco a picco dell'azione di taglio a fatica
 $\Delta V_{Rk,s}$ è la resistenza a fatica, trazione, acciaio, indicata nella Specifica tecnica di prodotto europea
 $\Delta V_{Rk,cp} = 0,5 \times V_{Rk,cp}$, resistenza a fatica, taglio, rottura per PRY-out del calcestruzzo per 2×10^6 cicli di carico
 $\Delta V_{Rk,c} = 0,5 \times V_{Rk,c}$, resistenza a fatica, taglio, rottura del bordo del calcestruzzo per 2×10^6 cicli di carico
 $V_{Rk,cp}$, $V_{Rk,c}$ sono calcolati secondo il punto 7.2.2

8.3.3

Carichi combinati di trazione e di taglio

Per carichi combinati di trazione e di taglio devono essere soddisfatte le formule seguenti separatamente per la rottura dell'acciaio e per le modalità di rottura diverse dalla rottura dell'acciaio:

$$(\beta_{N,fat})^\alpha + (\beta_{V,fat})^\alpha \leq 1 \quad (8.1)$$

con

$$\beta_{N,fat} = \frac{\gamma_{F,fat} \times \Delta N_{Ek}}{\psi_{F,N} \times \Delta N_{Rk} / \gamma_{M,fat}} \leq 1 \quad (8.2)$$

$$\beta_{V,fat} = \frac{\gamma_{F,fat} \times \Delta V_{Ek}}{\psi_{F,V} \times \Delta V_{Rk} / \gamma_{M,fat}} \leq 1 \quad (8.3)$$

dove:

$\psi_{F,N}$, $\psi_{F,V}$ sono definiti nei prospetti 8.1 e 8.2

$\alpha = \alpha_s$ per la verifica della rottura dell'acciaio

$\alpha = \alpha_c$ per la verifica delle modalità di rottura diverse dalla rottura dell'acciaio

α_s e α_c sono indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

ΔN_{Ek} , ΔV_{Ek} , ΔN_{Rk} , ΔV_{Rk} sono definiti nei prospetti 8.1 e 8.2.

Nella formula (8.1) si deve prendere il valore maggiore tra $\beta_{N,fat}$ e $\beta_{V,fat}$ per le diverse modalità di rottura considerate.

9

VERIFICA PER CARICHI SISMICI

9.1

Generalità

- (1) Il presente punto fornisce i requisiti per la progettazione di ancoranti post-inseriti e ancoranti a piolo gettati in opera utilizzati per trasmettere azioni sismiche per mezzo di carichi di trazione, taglio o una combinazione di trazione e taglio tra elementi strutturali collegati o tra fissaggi non strutturali ed elementi strutturali.
- (2) Nei casi di sismicità molto bassa secondo il punto 3.2.1 (5) della EN 1998 1:2004, gli ancoranti possono essere progettati come per situazioni permanenti e transienti (vedere punti da 4 a 7, 11).
- (3) Per la situazione sismica di progetto allo stato limite ultimo in cui il carico di trazione sismico di progetto applicato a un singolo ancorante o a un gruppo di ancoranti è minore o uguale al 20 % del carico di trazione totale di progetto per la stessa combinazione di carico, il componente di trazione agente su un singolo ancorante o su un gruppo di ancoranti può essere verificato omettendo i requisiti indicati nel punto 9.2 (3).
- (4) Per la situazione sismica di progetto allo stato limite ultimo in cui il componente di taglio del carico di progetto applicato a un singolo ancorante o a un gruppo di ancoranti è minore o uguale al 20 % del carico di taglio totale di progetto per la stessa combinazione di carico, il componente di trazione agente su un singolo ancorante o su un gruppo di ancoranti può essere verificato omettendo i requisiti indicati nel punto 9.2 (3).
- (5) I fissaggi in installazioni portanti o con strato di malta $\geq 0,5 d$ e gli ancoranti qualificati solo per utilizzi multipli (vedere punto 7.3) non sono trattati.
- (6) Per informazioni dettagliate sulla progettazione degli ancoranti sotto le azioni sismiche vedere l'appendice C normativa.

Requisiti

- (1) Gli ancoranti utilizzati per resistere alle azioni sismiche devono soddisfare tutti i requisiti applicabili per applicazioni non-sismiche.
- (2) Possono essere utilizzati solo ancoranti qualificati per calcestruzzo fessurato e applicazioni sismiche (vedere la pertinente Specifica tecnica di prodotto europea).
- (3) Nella progettazione degli ancoranti deve essere soddisfatta una delle seguenti opzioni: a1), a2) o b).
 - a) Progettazione senza requisiti di duttilità degli ancoranti. Si deve assumere che gli ancoranti siano elementi non-dissipativi e non siano in grado di dissipare energia per mezzo di un comportamento isteretico duttile e che non contribuiscano al comportamento duttile complessivo della struttura.
 - a1) Progettazione della capacità: L'ancorante o gruppo di ancoranti è progettato per il carico massimo di trazione e/o di taglio che può essere trasmesso all'ancorante sulla base dello sviluppo di un meccanismo di snervamento duttile nell'elemento di collegamento o nell'elemento fissato tenendo conto dell'incrudimento e della sovraresistenza del materiale o della capacità anti-snervamento di un elemento fissato.
 - a2) Progettazione elastica: L'ancorante è progettato per un carico massimo ottenuto dalle combinazioni di carico di progetto che comprendono le azioni sismiche E_{Ed} corrispondenti allo stato limite ultimo (vedere EN 1998-1) assumendo un comportamento elastico dell'attacco e della struttura. Inoltre, devono essere prese in considerazione le incertezze del modello per derivare azioni sismiche sull'attacco.
 - b) Progettazione con requisiti di duttilità degli ancoranti:

Questa opzione è applicabile solo per la componente di trazione del carico agente sull'ancorante.

L'ancorante o gruppo di ancoranti è progettato per le azioni di progetto che comprendono le azioni sismiche E_{Ed} corrispondenti allo stato limite ultimo (vedere EN 1998-1). La capacità di trazione dell'acciaio dell'attacco deve essere inferiore alla capacità di trazione governata dalle modalità di rottura correlate al calcestruzzo. È richiesta una sufficiente capacità di allungamento degli ancoranti.

Gli ancoranti non dovrebbero essere presi in considerazione per la dissipazione di energia nell'analisi strutturale globale o nell'analisi di un elemento non-strutturale. Il contributo dell'attacco alla capacità di dissipazione di energia della struttura (vedere punto 4.2.2 della EN 1998-1:2004) non trattato all'interno della presente norma.

L'opzione b) non dovrebbe essere utilizzata per l'attacco di elementi antisismici primari (vedere EN 1998-1) a causa di possibili grossi spostamenti non-ripristinabili dell'ancorante che ci si può aspettare. A meno che i carichi di taglio agenti sull'attacco non siano contrastati con mezzi aggiuntivi, si dovrebbero prevedere e progettare ancoranti aggiuntivi in conformità all'opzione a1) o a2).

Nell'opzione b) l'attacco può essere considerato per la dissipazione di energia se si fornisce una giustificazione adeguata per esempio mediante un'analisi non lineare della cronologia temporale (dinamica) (secondo la EN 1998-1) e si prende il comportamento isteretico dell'ancorante da una Specifica tecnica di prodotto europea.
- (4) Il calcestruzzo nella regione dell'attacco deve essere assunto come fessurato quando si determinano le resistenze residue di progetto a meno che non si dimostri secondo la formula (4.4) che il calcestruzzo rimane non fessurato durante l'evento sismico.
- (5) Le disposizioni della presente sezione non si applicano alla progettazione di fissaggi in regioni critiche degli elementi di calcestruzzo, in cui potrebbero verificarsi spalling e snervamento dell'armatura durante eventi sismici, come per esempio nelle zone della cerniera plastica.

- (6) Nella progettazione si deve tenere conto dello spostamento dell'attacco. Questo requisito non deve essere applicato all'ancoraggio di elementi non-strutturali di minore importanza. Lo spostamento deve essere limitato qualora si assuma una connessione rigida nell'analisi o qualora si debba assicurare l'operatività dell'elemento fissato durante e dopo un terremoto.

Nota Gli spostamenti degli ancoraggi per applicazioni sismiche sia nello stato di limitazione del danno che nello stato limite ultimo sono riportati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea per ancoranti con categoria di prestazione sismica C2, come definito nell'appendice C.

- (7) In generale, in situazioni di progettazione sismica si dovrebbe evitare lo spazio anulare tra un ancorante e il suo elemento di collegamento. Con attacchi di elementi non strutturali in applicazioni minori non critiche è ammesso uno spazio anulare ($d_f \leq d_{f,1}$). Si deve tenere conto dell'effetto dello spazio anulare sul comportamento dei fissaggi (vedere appendice C).
- (8) L'allentamento del dado o della vite deve essere evitato mediante misure appropriate.

9.3

Derivazione delle forze agenti sugli ancoranti

- (1) Il valore di progetto dell'effetto delle azioni sismiche E_{Ed} agenti sull'elemento di collegamento deve essere determinato secondo la EN 1998-1 e le sue parti aggiuntive. Per indicazioni aggiuntive vedere l'appendice C.

Nota Le norme nazionali per la determinazione degli effetti dell'azione sismica da utilizzare in un paese o parti di un paese sono riportate nelle rispettive appendici nazionali della EN 1998-1:2004.

- (2) La distribuzione delle forze ai singoli ancoranti di un gruppo deve essere in conformità al punto 6 se la piastra base rimane elastica nella situazione di progettazione sismica.

9.4

Resistenza

- (1) La resistenza sismica caratteristica $R_{k,eq}$ di un attacco deve essere determinata in conformità all'appendice C tenendo conto dei fattori di riduzione sismica α_{gap} e α_{eq} . Le resistenze sismiche caratteristiche di base per rottura dell'acciaio, sfilamento e combinazione di sfilamento e rottura del calcestruzzo sotto carico di trazione e la rottura dell'acciaio sotto carico di taglio sono indicate nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. Per tutte le altre modalità di rottura $R_{k,eq}$ deve essere determinata sulla base della resistenza caratteristica ottenuta per la situazione persistente e transitoria secondo il punto 7 come descritto nell'appendice C.
- (2) I coefficienti parziali per la resistenza $\gamma_{M,eq}$ devono essere determinati secondo il punto 4.4.2.

10

VERIFICA DELLA RESISTENZA AL FUOCO

- (1) La verifica degli ancoranti in condizioni di esposizione al fuoco deve comprendere tutte le modalità di rottura della condizione a freddo (vedere punto 7).
- (2) Devono essere osservati i requisiti pertinenti della EN 1992-1-2, per esempio coefficienti parziali e combinazioni di carico.
- (3) L'appendice informativa D fornisce un metodo di progettazione per ancoranti a piolo gettati in opera, profili di ancoraggio e ancoranti post-inseriti esposti al fuoco.

VERIFICA DELLO STATO LIMITE DI SERVIZIO

- (1) Per le verifiche richieste, vedere i punti 4.2 e 4.3.
- (2) Lo spostamento ammissibile C_d deve essere valutato dal progettista tenendo conto del tipo di applicazione in questione (per esempio l'elemento strutturale da fissare). Si può assumere che gli spostamenti C_d siano una funzione lineare del carico applicato. In caso di carichi combinati di trazione e taglio, gli spostamenti delle componenti di taglio e di tensione del carico risultante devono essere aggiunti in modo vettoriale.
- (3) Lo spostamento caratteristico dell'ancorante situato in calcestruzzo fessurato o non fessurato sotto determinati carichi di trazione o taglio deve essere ricavato dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.
- (4) Il carico sui fissaggi con armatura supplementare può indurre fessure localmente allo stato limite di servizio. Tuttavia, l'ampiezza delle fessure è generalmente accettabile in quanto sono implicitamente considerate nei requisiti dei particolari costruttivi dell'armatura supplementare.

A.1 Generalità

- (1) La conformità ai metodi di progettazione indicati nel presente documento consente una trasmissione soddisfacente dei carichi sull'elemento di collegamento all'elemento di calcestruzzo.
- (2) La trasmissione sicura dei carichi degli ancoranti mediante l'elemento di calcestruzzo ai rispettivi appoggi deve essere dimostrata per lo stato limite ultimo e lo stato limite di servizio secondo la EN 1992-1-1. Le disposizioni di cui al punto A.2 chiariscono i metodi in conformità al punto 6.2.1 (9) della EN 1992-1-1:2004.
- (3) I carichi applicati alla parte inferiore di un elemento prefabbricato con aggiunta di soletta di completamento strutturale possono essere assunti come trasferibili all'intera costruzione composita solo se
 - a) l'interfaccia tra l'elemento prefabbricato e la soletta di completamento *in situ* è dotata di un'adeguata armatura a taglio, nei casi in cui gli ancoranti siano fissati solo all'elemento prefabbricato; oppure
 - b) si assume h_{ef} come profondità degli ancoranti inglobati nella soletta di completamento.Negli altri casi è possibile fissare agli elementi prefabbricati solo controsoffitti leggeri o costruzioni simili (con carico unitario non maggiore di 1 kN/m^2).

A.2 Verifica della resistenza a taglio dell'elemento di calcestruzzo

A.2.1 Di seguito si assume che i carichi dell'ancorante siano applicati alla faccia in trazione di un elemento di calcestruzzo.

A.2.2 Non è richiesta alcuna verifica supplementare per la trasmissione locale dei carichi, se è soddisfatta una delle condizioni seguenti.

- a) La forza di taglio di progetto V_{Ed} all'appoggio causata dalle azioni di progetto comprendenti i carichi di progetto degli ancoranti è

$$V_{Ed} \leq 0,8 V_{Rd,c} \text{ per un elemento senza armatura a taglio} \quad (\text{A.1})$$

$$\leq 0,8 \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,max}) \text{ per un elemento con armatura a taglio} \quad (\text{A.2})$$

dove:

$V_{Rd,c}$, $V_{Rd,s}$, $V_{Rd,max}$ sono le resistenze a taglio secondo la EN 1992-1-1.

- b) Sotto la combinazione caratteristica di azioni sull'elemento di collegamento, la forza di trazione caratteristica risultante N_{Ek} degli ancoranti sottoposti a trazione è $N_{Ek} \leq 30 \text{ kN}$ e l'interasse tra gli ancoranti più esterni dei gruppi adiacenti o tra gli ancoranti più esterni di un gruppo di ancoranti singoli soddisfa la formula (A.3):

$$a \geq 200 \sqrt{N_{Ek}} \quad (\text{A.3})$$

con

$$N_{Ek} \quad [\text{kN}]$$

- c) I carichi di progetto dell'ancorante sono assorbiti da un'armatura d'aggancio aggiuntiva, che racchiude l'armatura di trazione ed è ancorata sul lato opposto dell'elemento di calcestruzzo. La sua distanza da un singolo ancorante o dagli ancoranti più esterni di un gruppo deve essere minore di h_{ef} . A tale scopo possono essere utilizzate le armature d'aggancio già presenti nella struttura e sottoutilizzate.
- d) L'approfondimento effettivo dell'ancorante è $h_{ef} \geq 0,8 \times h$.

A.2.3

Se nessuna delle condizioni del punto A.2.2 è soddisfatta, le forze di taglio di progetto $V_{Ed,a}$ all'appoggio causate dai carichi dell'ancorante devono soddisfare la condizione seguente.

$$V_{Ed,a} \leq 0,4 V_{Rd,c} \text{ per un elemento senza armatura a taglio} \quad (\text{A.4})$$

$$\leq 0,4 \times \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,max}) \text{ per un elemento con armatura a taglio} \quad (\text{A.5})$$

Quando si calcola $V_{Ed,a}$ i carichi degli ancoranti devono essere assunti come punti di carico con una larghezza di applicazione del carico $t_1 = s_{t1} + 2h_{ef}$ e $t_2 = s_{t2} + 2h_{ef}$ con s_{t1} (s_{t2}) uguale all'interasse tra gli ancoranti esterni di un gruppo nella direzione 1 (2). La larghezza attiva su cui è trasmessa la forza di taglio deve essere calcolata secondo la teoria dell'elasticità.

A.2.4

Se nella combinazione caratteristica delle azioni sull'elemento di collegamento la forza di trazione caratteristica risultante N_{Ek} degli ancoranti sottoposti a trazione in un gruppo è $N_{Ek} \geq 60$ kN, devono essere soddisfatte le condizioni dei punti A.2.2 c) o A.2.2 d).

B.1 Generalità

- (1) In assenza di informazioni migliori nei Regolamenti nazionali o nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea, si possono utilizzare le disposizioni della presente appendice. Queste disposizioni sono basate su una vita utile in servizio prevista dell'ancoraggio assunta come di 50 anni.
- (2) La corrosione elettrolitica deve essere evitata tra metalli dissimili mediante un'adeguata separazione o mediante la scelta di materiali compatibili.

B.2 Ancoraggi in condizioni interne a secco

- (1) Queste condizioni sono simili alle classi di esposizione X0 e XC1 secondo la EN 1992-1-1 per ambiente a secco.
- (2) In generale, non è necessaria una protezione anticorrosione speciale per le parti di acciaio, in quanto i rivestimenti previsti per prevenire la corrosione durante lo stoccaggio prima dell'utilizzo e per garantirne il corretto funzionamento sono considerati sufficienti. Le parti in ghisa malleabile in genere non richiedono alcuna protezione.

B.3 Ancoranti in condizioni atmosferiche esterne o in condizioni di esposizione interna permanentemente umida

- (1) Queste condizioni sono simili alle classi di esposizione XC2, XC3 e XC4 secondo la EN 1992-1-1.
- (2) Dovrebbero essere utilizzati ancoranti di acciaio inossidabile di grado appropriato. Il grado dell'acciaio inossidabile adatto ai vari ambienti di esercizio (marino, industriale, ecc.) dovrebbe essere conforme alle regole nazionali esistenti. In generale, si può utilizzare acciaio austenitico con almeno 17 % di cromo e 12 % di nickel e aggiunta di molibdeno per esempio materiale 1.4401, 1.4404, 1.4571, 1.4578 e 1.4439 secondo le EN 10088-2, EN 10088-3 o equivalente.

B.4 Ancoranti in alta esposizione alla corrosione da cloruro e anidride solforosa

- (1) Queste condizioni sono simili alle classi di esposizione XD e XS secondo la EN 1992-1-1. Esempi comprendono l'immersione permanente e alternata in acqua di mare o la zona di spruzzi d'acqua di mare, l'atmosfera di cloruro di piscine coperte, gallerie stradali o ponti di parcheggio, dove si utilizzano materiali antigelo.
- (2) Esempi di esposizione all'anidride solforosa sono l'atmosfera con inquinamento chimico estremo (per esempio in impianti di desolforazione), dove si dovrebbe prestare particolare attenzione alla resistenza alla corrosione.
- (3) Le parti metalliche dell'ancorante (bullone, vite, dado e rondella) devono essere realizzate in acciaio inossidabile adatto all'elevata esposizione alla corrosione e devono essere conformi alle norme nazionali. In generale, in situazioni di alta esposizione alla corrosione si dovrebbe utilizzare acciaio inossidabile con circa 20 % di cromo, 20 % di nickel e 6 % molibdeno per esempio materiali 1.4565, 1.4529 e 1.4547 secondo le EN 10088-2, EN 10088-3 o equivalente.

APPENDICE C PROGETTAZIONE DI FISSAGGI SOTTO AZIONI SISMICHE (normativa)

C.1 Generalità

- (1) La presente appendice fornisce requisiti dettagliati per i fissaggi utilizzati per trasmettere le azioni sismiche in aggiunta al punto 9.
- (2) Si distinguono i tipi di connessioni seguenti:
 - Tipo 'A' - Connessione tra elementi strutturali di elementi sismici primari e/o secondari secondo la EN 1998-1.
 - Tipo 'B' - Ancoraggio di elementi non-strutturali.

C.2 Categorie di prestazione

- (1) La prestazione sismica degli ancoranti sottoposti a carico sismico è suddivisa in base alla prestazione nelle categorie C1 e C2. La categoria di prestazione C1 fornisce le capacità dell'ancorante solo in termini di resistenze allo stato limite ultimo, mentre la categoria di prestazione C2 fornisce le capacità dell'ancorante sia in termini di resistenze allo stato limite ultimo che di spostamenti allo stato di limitazione dei danni e allo stato limite ultimo. I requisiti per la categoria C2 sono più severi rispetto a quelli della categoria C1. La categoria di prestazione valida per un ancorante è indicata nella corrispondente Specifica tecnica di prodotto europea.
- (2) Il prospetto C.1 mette in relazione le categorie di prestazione sismica C1 e C2 con il livello di sismicità e la classe di importanza dell'edificio. Il livello di sismicità è definito in funzione del prodotto $a_g \times S$, dove a_g è l'accelerazione al suolo di progetto sul terreno di tipo A ed S il fattore suolo entrambi in conformità alla EN 1998-1.

Nota Le categorie di prestazione sismica raccomandate sono indicate nel prospetto C.1. Il valore di a_g o quello del prodotto $a_g \times S$ utilizzato in un paese per definire i valori di livello soglia per le classi di sismicità sono riportati nella rispettiva Appendice nazionale della EN 1998-1. Inoltre, per l'assegnazione delle categorie di prestazione sismica C1 e C2 in base al livello di sismicità e alle classi di importanza degli edifici di un determinato paese vedere la rispettiva Appendice nazionale alla presente EN.

prospetto C.1 Categorie di prestazione sismica raccomandate per ancoranti

Livello di sismicità ^{a)}		Classe d'importanza secondo il punto 4.2.5 della EN 1998-1:2004			
Classe	$a_g \times S^c)$	I	II	III	IV
Molto bassa ^{b)}	$a_g \times S \leq 0,05 g$	Nessuna categoria di prestazione sismica richiesta			
Bassa ^{b)}	$0,05 g < a_g \times S \leq 0,1 g$	C1	C1 ^{d)} oppure C2 ^{e)}		C2
> bassa	$a_g \times S > 0,1 g$	C1	C2		

a) I valori che definiscono i livelli di sismicità sono soggetti ad una Appendice nazionale. I valori raccomandati sono indicati di seguito.
b) Definizione secondo il punto 3.2.1 della EN 1998-1:2004.
c) a_g = accelerazione del suolo di progetto in un terreno di tipo A (vedere punto 3.2.1 della EN 1998-1:2004),
 S = fattore del suolo (vedere punto 3.2.2 della EN 1998-1:2004).
d) C1 per fissare elementi non-strutturali a strutture (connessioni di Tipo 'B').
e) C2 per fissare elementi strutturali a strutture (connessioni di Tipo 'A').

C.3 Criteri di progettazione

- (1) Per la progettazione di ancoranti secondo il punto 9.2 (3), opzione a1) 'progettazione della capacità', per connessioni sia di Tipo 'A' sia di Tipo 'B', l'attacco è progettato per il carico massimo che può essere trasmesso all'attacco basandosi sullo sviluppo di un meccanismo di snervamento duttile del componente di acciaio ancorato (vedere figura C.1 a)) o nella piastra base di acciaio (vedere figura C.1 b)) tenendo

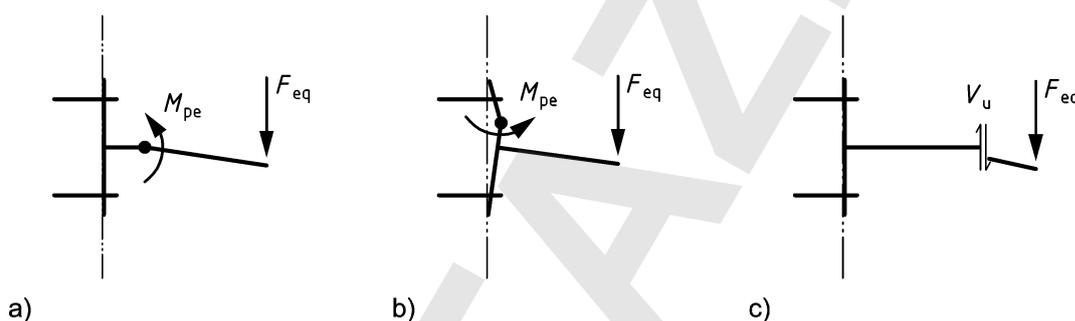
conto dell'indurimento per deformazione e degli effetti di sovreresistenza del materiale, oppure della capacità di un componente non soggetto a snervamento ancorato (vedere figura C.1 c)).

L'assunzione di una cerniera di plastica nell'elemento di collegamento (vedere figura C.1 b)) richiede di prendere in considerazione aspetti specifici, come per esempio la redistribuzione dei carichi ai singoli ancoranti di un gruppo, la redistribuzione dei carichi nella struttura e il comportamento a fatica a basso ciclo dell'elemento di collegamento.

figura C.1 **Progettazione sismica mediante protezione dell'attacco**

Legenda

- a) Snervamento nell'elemento fissato
- b) Snervamento nella piastra base
- c) Capacità dell'elemento fissato



- (2) Per la progettazione di attacchi secondo il punto 9.2 (3), opzione a2) 'progettazione elastica' si devono derivare gli effetti delle azioni per connessioni di Tipo 'A' secondo la EN 1998-1 con un fattore di comportamento $q = 1,0$. Per connessioni di Tipo 'B' gli effetti delle azioni devono essere derivate con $q_a = 1,0$ per l'elemento fissato. q_a è definito come fattore di comportamento per elementi non-strutturali. Se gli effetti delle azioni sono derivati con l'approccio semplificato indicato al punto C.4.4 con $q_a = 1,0$, essi devono essere moltiplicati per un fattore di amplificazione pari a 1,5. Se gli effetti delle azioni sono derivati da un modello più preciso, questa ulteriore amplificazione può essere omessa.
- (3) Per la progettazione di attacchi secondo il punto 9.2 (3), opzione b) 'progettazione con requisiti sulla duttilità dell'ancorante' si devono osservare le condizioni aggiuntive seguenti.
 - a) L'ancorante deve avere una Specifica tecnica di prodotto europea che include una qualifica per la categoria di prestazione C2.
 - b) Per assicurare la rottura dell'acciaio dell'attacco, la condizione (b1) deve essere soddisfatta per fissaggi con un ancorante in trazione e la condizione (b2) per i gruppi con due o più ancoranti in trazione. Inoltre, per gruppi con due o più ancoranti a piolo o ancoranti meccanici post-inseriti sottoposti a trazione, si applica la condizione (b3).

Nota Nel caso di fissaggi con armatura supplementare, nella verifica la resistenza alla rottura del cono in calcestruzzo è sostituita dalla resistenza dell'armatura supplementare (rottura minima dell'acciaio e dell'ancoraggio).

b1) Fissaggi con un ancorante in trazione:

$$R_{k,s,eq} \leq 0,7 \times \frac{R_{k,conc,eq}}{\gamma_{inst}} \quad (C.1)$$

dove:

$R_{k,s,eq}$ è la resistenza sismica caratteristica minima per la rottura dell'acciaio calcolata secondo la formula (C.8)

$R_{k,conc,eq}$ è la resistenza sismica caratteristica minima per tutte le modalità di rottura del calcestruzzo (rottura del cono di calcestruzzo, per sfilamento (ancoranti muniti di testa e meccanici post-inseriti), rottura combinata del calcestruzzo e sfilamento (ancoranti chimici), rottura per blow-out del calcestruzzo e per splitting del calcestruzzo) calcolata secondo la Formula (C.8)

γ_{inst} è il fattore che tiene conto della sensibilità all'installazione secondo la pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

b2) Per gruppi di ancoranti con due o più ancoranti sottoposti a trazione, deve essere soddisfatta la formula (C.2) per gli ancoranti caricati in trazione:

$$\frac{R_{k,s,eq}}{E_d^h} \leq 0,7 \times \frac{R_{k,conc,eq}}{E_d^g \times \gamma_{inst}} \quad (C.2)$$

dove:

$R_{k,conc,eq}$ è la resistenza sismica caratteristica minima per la rottura del cono di calcestruzzo, per rottura combinata del calcestruzzo e sfilamento (solo ancoranti chimici), rottura per blow-out del calcestruzzo e per splitting del calcestruzzo calcolata secondo la Formula (C.8)

b3) Per un gruppo di ancoranti muniti di testa e meccanici post-inseriti con due o più ancoranti sottoposti a trazione, l'ancorante più caricato deve essere verificato per la rottura per sfilamento secondo la formula (C.1), dove $R_{k,conc,eq}$ è la resistenza sismica allo sfilamento di un ancorante.

c) Gli ancoranti che trasmettono carichi di trazione devono essere duttili e avere una lunghezza di allungamento di almeno $8d$, salvo diversa determinazione mediante analisi. Le lunghezze di stiramento sono illustrate nelle figure C.2 a) e b).

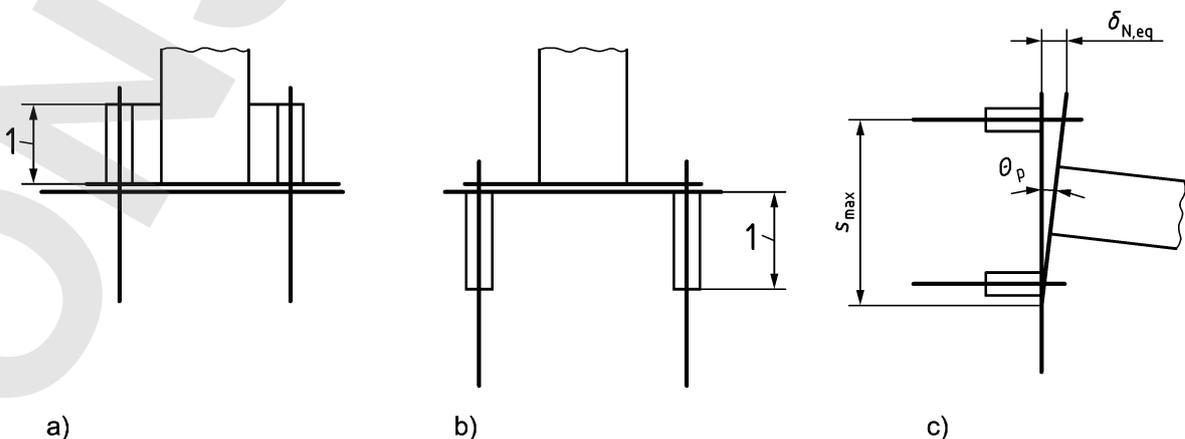
1) Un ancorante è considerato duttile se la resistenza nominale ultima dell'acciaio della sezione di trasferimento del carico non è maggiore di $f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$, il rapporto della resistenza nominale allo snervamento rispetto alla resistenza nominale ultima non è maggiore di $f_{yk} / f_{uk} = 0,8$, e l'allungamento a rottura (misurato su una lunghezza pari a $5d$) è almeno 12 %.

2) La resistenza caratteristica dell'acciaio N_{uk} degli ancoranti che incorporano una sezione ridotta (per esempio filettatura) su una lunghezza minore di $8d$ ($d =$ diametro dell'ancorante di sezione ridotta) deve essere maggiore di 1,3 volte la resistenza a snervamento caratteristica N_{yk} della sezione non ridotta.

figura C.2 **Progettazione sismica mediante snervamento di un ancorante duttile**

Legenda

- 1 Lunghezza di stiramento
- a) Illustrazione della lunghezza di stiramento - pezzo di base dell'ancoraggio
- b) Illustrazione della lunghezza di stiramento - inserto o lunghezza distaccata
- c) Spostamenti e rotazioni dell'attacco



C.4 Derivazione delle forze agenti sugli ancoranti - analisi

C.4.1 Generalità

- (1) Il valore di progetto dell'effetto delle azioni sismiche E_{Ed} agenti sull'elemento di collegamento deve essere determinato secondo la EN 1998-1 e il punto 9.2 (3). Questo punto contiene disposizioni aggiuntive rispetto alla EN 1998-1 che includono azioni sismiche verticali agenti su elementi non-strutturali.
- (2) Il valore massimo di ciascun effetto delle azioni (componente di trazione e taglio delle forze su un ancorante) deve essere considerato come agente simultaneamente, a meno che non si utilizzi un modello più accurato per la stima del probabile valore simultaneo di ciascun effetto delle azioni.

C.4.2 Aggiunta al punto 4.3.3.5 della EN 1998-1:2004

Per la progettazione degli ancoranti nelle connessioni di Tipo 'A' si deve tenere conto del componente verticale dell'azione sismica secondo il punto 4.3.3.5.2 da (2) a (4) della EN 1998-1:2004 se l'accelerazione verticale del suolo di progetto a_{vg} è maggiore di $2,5 \text{ m/s}^2$.

C.4.3 Aggiunta al punto 4.3.5.1 della EN 1998-1:2004

Nella progettazione di fissaggi per elementi non-strutturali soggetti ad azioni sismiche, qualsiasi effetto benefico dell'attrito dovuto a carichi gravitazionali dovrebbe essere ignorato.

C.4.4 Aggiunte e modifiche al punto 4.3.5.2 della EN 1998-1:2004

- (1) Nei casi in cui si applica il punto 4.3.5.1 (3) della EN 1998-1:2004, gli effetti orizzontali dell'azione sismica di elementi non-strutturali possono essere determinati secondo la Formula (4) della EN 1998-1:2004. Tuttavia, il fattore di comportamento q_a può essere preso dal prospetto C.2.

Nota Il prospetto C.2 include informazioni in aggiunta ai valori q_a indicati nel prospetto 4.4 della EN 1998-1:2004. La determinazione degli effetti dell'azione sismica di elementi non strutturali da utilizzare in un paese si trova nella rispettiva Appendice nazionale alla presente EN. La regola raccomandata è l'applicazione della formula (4.24) della EN 1998-1:2004 in abbinamento alla formula (C.3).

- (2) La formula (4.25) della EN 1998-1:2004 può essere riformulata come:

$$S_a = \alpha \times S \times \left[\left(1 + \frac{Z}{H} \right) \times A_a - 0,5 \right] \geq \alpha \times S \quad (\text{C.3})$$

con

$$A_a = \frac{3}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1} \right)^2} \quad (\text{C.4})$$

Il fattore di amplificazione sismica A_a può essere calcolato secondo la formula (C.4) o preso dal prospetto C.2 qualora uno dei periodi di vibrazione fondamentali non sia noto.

Nota Quando si calcolano le forze agenti su elementi non-strutturali secondo la Formula (4) della EN 1998-1:2004, può essere complesso stabilire con sicurezza il periodo di vibrazione fondamentale T_a dell'elemento non-strutturale. Il prospetto C.2 fornisce un approccio pragmatico.

	Tipo di elemento non-strutturale	q_a	A_a
1	Parapetti a sbalzo o ornamenti	1,0	3,0
2	Segnaletica e cartelloni pubblicitari		3,0
3	Camini, pali e serbatoi su gambe che fungono da travi a sbalzo non controventate lungo più della metà della loro altezza totale.		3,0
4	Stoccaggio di materiali pericolosi, tubazioni di fluidi pericolosi		3,0
5	Pareti esterne e interne	2,0	1,5
6	Tramezzi e facciate		1,5
7	Camini, pali e serbatoi su gambe che fungono da travi a sbalzo non controventate lungo meno della metà della loro altezza totale oppure controventati o strallati alla struttura al centro di massa o al di sopra di esso.		1,5
8	Ascensori		1,5
9	Pavimenti di accesso a computer, attrezzatura elettrica e di comunicazione		3,0
10	Convogliatori		3,0
11	Elementi di ancoraggio per armadi permanenti e pile di libri sostenuti dal pavimento		1,5
12	Elementi di ancoraggio per controsoffitti (sospesi) e apparecchi di illuminazione		1,5
13	Tubazioni ad alta pressione, tubazioni antincendio		3,0
14	Tubazioni dei fluidi per materiali non pericolosi		3,0
15	Scaffalature per computer, mezzi di comunicazione e di archiviazione		3,0

- (3) Gli effetti verticali dell'azione sismica dovrebbero essere determinati mediante l'applicazione di una forza verticale F_{va} all'elemento non-strutturale agente al centro di massa dell'elemento non-strutturale che è definito come segue:

$$F_{va} = (S_{va} \times W_a \times \gamma_a) / q_a \quad (C.5)$$

con

$$S_{va} = \alpha_v \times A_a \quad (C.6)$$

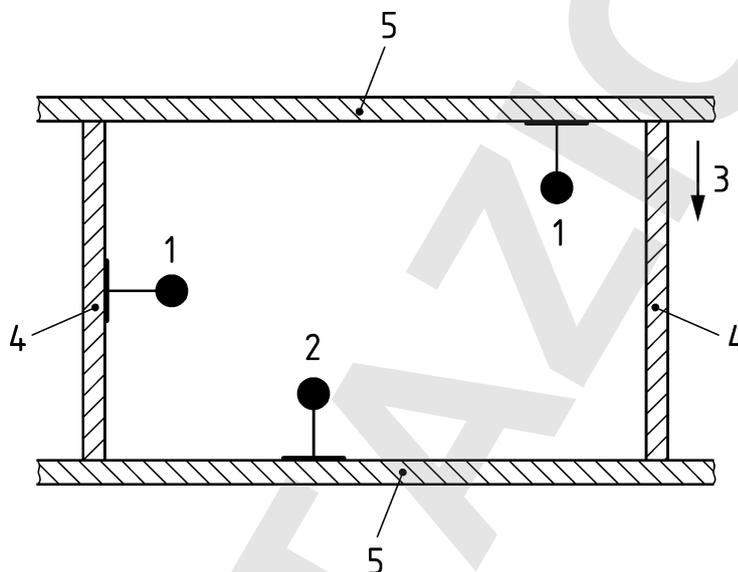
q_a , A_a può essere assunto uguale ai valori validi per forze orizzontali.

Nota Gli effetti verticali dell'azione sismica F_{va} per elementi non strutturali possono essere trascurati per l'ancorante quando la componente verticale dell'accelerazione al suolo di progetto a_{vg} è minore di $2,5 \text{ m/s}^2$ e i carichi di gravità sono trasferiti attraverso il supporto diretto dell'elemento di collegamento sulla struttura (vedere attacco 2 nella figura C.3). La determinazione degli effetti dell'azione sismica di elementi non strutturali da utilizzare in un paese si trova nella rispettiva Appendice nazionale alla presente EN. La regola raccomandata è l'applicazione della formula (C.5).

figura C.3 **Effetti verticali dell'azione sismica - Esempio**

Legenda

- 1 Includere F_{va}
- 2 Trascurare F_{va} se $\alpha_{vg} \leq 2,5 \text{ m/s}^2$
- 3 Forza di gravità
- 4 Parete
- 5 Soffitto o pavimento



C.4.5

Aggiunte e modifiche al punto 4.3.5.4 della EN 1998-1:2004

I valori superiori per il fattore di comportamento q_a per elementi non-strutturali possono essere selezionati dal prospetto C.2.

C.5

Resistenza

(1) La resistenza sismica di progetto di un attacco è data da:

$$R_{d,eq} = \frac{R_{k,eq}}{\gamma_{M,eq}} \quad (C.7)$$

con

$\gamma_{M,eq}$ in conformità al punto 4.4.2.

(2) La resistenza sismica caratteristica $R_{k,eq}$ di un attacco deve essere determinata come segue:

$$R_{k,eq} = \alpha_{gap} \times \alpha_{eq} \times R_{k,eq}^0 \quad (C.8)$$

dove:

α_{gap} Fattore di riduzione per tener conto degli effetti di inerzia dovuti a uno spazio anulare tra ancorante e elemento di collegamento in caso di azione di taglio sismico, indicato nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

α_{eq} è il fattore per tener conto dell'influenza delle azioni sismiche e delle fessure associate sulla

- a) resistenza del cono in calcestruzzo e forza di adesione dell'armatura supplementare, e
- b) resistenza dei gruppi dovuta al trasferimento irregolare del carico ai singoli ancoranti di un gruppo,

vedere prospetto C.3;

$R_{k,eq}^0$ è la resistenza sismica caratteristica di base per una determinata modalità di rottura determinata come segue:

Per rottura dell'acciaio e da sfilamento sotto carico di trazione e rottura dell'acciaio sotto carico di taglio $R_{k,eq}^0$ deve essere presa dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea (cioè $N_{Rk,s,eq}$, $N_{Rk,p,eq}$, $V_{Rk,s,eq}$).

Per rottura combinata di calcestruzzo e sfilamento nel caso di ancoranti chimici post-inseriti $R_{k,eq}^0$ deve essere determinata secondo il punto 7.2.1.6 (cioè $N_{Rk,p}$), tuttavia, utilizzando la resistenza di adesione caratteristica ($\tau_{Rk,eq}$) indicata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

Per tutte le altre modalità di rottura $R_{k,eq}^0$ deve essere determinata come per la situazione di progetto persistente e transitoria secondo il punto 7 (cioè per carico di trazione: $N_{Rk,c}$, $N_{Rk,sp}$, $N_{Rk,cp}$, $N_{Rk,re}$, $N_{Rk,a} = \gamma_c \times N_{Rd,a}$ e per carico di taglio: $V_{Rk,c}$, $V_{Rk,cp}$, $N_{Rk,re}$, $N_{Rk,a} = \gamma_c \times N_{Rd,a}$).

Le forze sugli ancoranti sono amplificate in presenza di uno spazio anulare sotto azione di taglio a causa di un effetto martello sull'ancorante. Per motivi di semplicità questo effetto è considerato solo nella resistenza dell'attacco. In assenza di informazioni nella Specifica tecnica di prodotto europea si possono utilizzare i valori seguenti α_{gap} , che sono basati su un numero limitato di prove.

Azione di taglio:

$\alpha_{gap} = 1,0$, nessun interasse dei fori tra ancorante e elemento di collegamento (caso generale, vedere punto 9.2 (7))

= 0,5, connessioni con interasse dei fori secondo il prospetto 6.1

- (3) La verifica per interazione tra forze di trazione e di taglio deve essere effettuata analogamente ai punti 7.2.3.1 e 7.2.3.2. Deve essere determinata separatamente per rottura dell'acciaio e modalità di rottura diverse dalla rottura dell'acciaio secondo la formula (C.9).

prospetto C.3 **Fattore di riduzione α_{eq}**

Carico	Modalità di rottura	Singolo ancorante ^{a)}	Gruppo di ancoranti
Trazione	Rottura dell'acciaio	1,0	1,0
	Rottura del cono di calcestruzzo	1,0	0,85
	- Ancoranti muniti di testa e ancoranti sottosquadro con fattore k_1 uguale agli ancoranti muniti di testa		
	- tutti gli altri ancoranti	0,85	0,75
	Rottura per sfilamento	1,0	0,85
	Rottura combinata del calcestruzzo e sfilamento (ancoranti chimici)	1,0	0,85
	rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo:	1,0	0,85
	rottura per blow-out del calcestruzzo:	1,0	0,85
Taglio	Rottura dell'acciaio dell'armatura	1,0	1,0
	Rottura dell'ancoraggio dell'armatura	0,85	0,75
	Rottura dell'acciaio	1,0	0,85
	Rottura per pry-out del calcestruzzo	1,0	0,85
	- Ancoranti muniti di testa e ancoranti sottosquadro con fattore k_1 uguale agli ancoranti muniti di testa		
	- tutti gli altri ancoranti	0,85	0,75
Rottura del bordo di calcestruzzo	1,0	0,85	
Rottura dell'acciaio dell'armatura	1,0	1,0	
Rottura dell'ancoraggio dell'armatura	0,85	0,75	

a) Ciò si applica anche quando solo un ancorante di un gruppo è soggetto a carichi di tensione.

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i,eq}}\right)^{k_{15}} + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i,eq}}\right)^{k_{15}} \leq 1 \quad (C.9)$$

dove:

N_{Ed} , V_{Ed} sono le azioni di progetto sugli ancoranti compresi gli effetti sismici per le corrispondenti modalità di rottura.

$k_{15} = 1$ per rottura dell'acciaio

=2/3 per fissaggi con un'armatura supplementare per assorbire solo carichi di trazione o di taglio

=1 in tutti gli altri casi

Nota Valori più precisi di k_{15} sono riportati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

I valori seguenti devono essere utilizzati nella formula (C.9):

- in caso di rottura dell'acciaio: $N_{Rd,s,eq}$ e $V_{Rd,s,eq}$ rispettivamente per $N_{Rd,i,eq}$ e $V_{Rd,i,eq}$.
- in caso di modalità di rottura diverse dalla rottura dell'acciaio: Rapporti più grandi per $N_{Ed}/N_{Rd,i,eq}$ e $V_{Ed}/V_{Rd,i,eq}$.

C.6

Spostamenti degli ancoranti

- (1) Lo spostamento di un ancorante sotto carichi di trazione e di taglio allo stato limite ultimo di limitazione dei danni (DLS) deve essere limitato a un valore $\delta_{N,req(DLS)}$ e $\delta_{V,req(DLS)}$ per soddisfare i requisiti relativi alla funzionalità e alle condizioni di appoggio assunte. Questi valori devono essere selezionati in base ai requisiti della specifica applicazione. Qualora si assuma un appoggio rigido nell'analisi, il progettista deve stabilire lo spostamento limite compatibile con il requisito del comportamento strutturale.

Nota In alcuni casi, lo spostamento accettabile associato ad una condizione di appoggio rigido è considerato nell'intervallo di 3 mm.

- (2) Se le deformazioni (spostamenti o rotazioni) sono pertinenti per la progettazione della connessione (come, per esempio, su elementi sismici secondari o elementi di facciata) deve essere dimostrato che tali deformazioni possono essere sopportate dagli ancoranti.

La rotazione della connessione θ_p (vedere figura C.2 c)) è definita mediante la formula (C.10):

$$\theta_p = \delta_{N,eq} / s_{max} \quad (C.10)$$

dove:

$\delta_{N,eq}$ è lo spostamento dell'ancorante sotto carico sismico;

s_{max} è la distanza tra la fila più esterna di ancoranti e il bordo opposto della piastra base.

- (3) Se gli spostamenti $\delta_{N,eq(DLS)}$ degli ancoranti sotto carico di trazione e/o $\delta_{V,eq(DLS)}$ sotto azione di taglio previsti nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea sono maggiori dei valori corrispondenti richiesti $\delta_{N,req(DLS)}$ e/o $\delta_{V,req(DLS)}$, la resistenza di progetto può essere ridotta secondo la formula (C.11).

$$N_{Rd,eq,red} = N_{Rd,eq} \times \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}} \quad (C.11)$$

$$V_{Rd,eq,red} = V_{Rd,eq} \times \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}} \quad (C.12)$$

- (4) Se i fissaggi e gli elementi fissati devono essere operativi dopo un terremoto, si devono tenere in considerazione gli spostamenti pertinenti.

D.1

Generalità

- (1) Il metodo di progettazione è valido per ancoranti a piolo gettati in sito, profili di ancoraggio e ancoranti post-inseriti e integra la EN 1992-1-2.
- (2) Gli ancoranti sotto l'esposizione al fuoco dovrebbero avere una Specifica tecnica di prodotto europea per l'utilizzo nel calcestruzzo fessurato.
- (3) Le resistenze caratteristiche sotto l'esposizione al fuoco dovrebbero essere prese dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. In assenza di tali dati si indicano dei valori cautelativi nel punto D.4. Tuttavia, per profili di ancoraggio si dovrebbero verificare solo le modalità di rottura per sfilamento con l'approccio indicato, mentre la verifica della rottura dell'acciaio dovrebbe essere basata sui valori indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. Nel caso di ancoranti chimici sotto trazione nella verifica per la rottura combinata dell'incollaggio e del calcestruzzo il valore $\tau_{Rk,fi}$ dovrebbe essere preso dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.
- (4) La resistenza al fuoco è classificata secondo la EN 13501-2 utilizzando la curva standard ISO del tempo-temperatura (STC).
- (5) Il metodo di progettazione tratta gli ancoranti con esposizione al fuoco da un solo lato. Per l'esposizione al fuoco da più di un lato, il metodo di progettazione può essere utilizzato solo se la distanza dal bordo dell'ancorante è sia $c \geq 300$ mm sia $c \geq 2h_{ef}$.
- (6) In generale, la progettazione sotto l'esposizione al fuoco è eseguita secondo il metodo di progettazione per la temperatura ambiente indicato nella presente EN. Tuttavia, al posto dei corrispondenti valori a temperatura ambiente si utilizzano coefficienti parziali e resistenze caratteristiche in caso di esposizione al fuoco.
- (7) Le scagliature del calcestruzzo dovute all'esposizione al fuoco devono essere evitate con misure adeguate o prese in considerazione nella progettazione.

D.2

Coefficienti parziali

- (1) Il valore del coefficiente che tiene conto della sensibilità all'installazione, γ_{inst} , di ancoranti post-inseriti ha la sua origine nella prequalificazione del prodotto ed è dipendente dal prodotto. Pertanto non dovrebbe essere modificato.
- (2) I coefficienti parziali per materiali $\gamma_{M,fi}$ sono riportati nell'Appendice nazionale del paese alla presente EN.

Nota Il valore raccomandato è $\gamma_{M,fi}$ per la rottura dell'acciaio e le modalità di rottura relative al calcestruzzo sotto azioni di taglio. Per le modalità di rottura relative al calcestruzzo sotto trazione $\gamma_{M,fi} = 1,0 \times \gamma_{inst}$.

D.3

Azioni

Le azioni sui fissaggi in caso di esposizione al fuoco dovrebbero essere determinate utilizzando le combinazioni di carico per carichi accidentali indicate nella EN 1990.

D.4

Resistenza

D.4.1

Generalità

Se le resistenze caratteristiche sotto l'esposizione al fuoco non sono disponibili in una Specifica tecnica di prodotto europea, possono essere utilizzati i valori cautelativi indicati di seguito.

D.4.2

Carico di trazione

D.4.2.1

Rottura dell'acciaio

La resistenza alla tensione caratteristica $\sigma_{Rk,s,fi}$ di un ancorante in caso di rottura dell'acciaio sotto l'esposizione al fuoco, indicata nei seguenti prospetti D.1 e D.2 è valida per la parte in acciaio non protetta dell'ancorante al di fuori del calcestruzzo e può essere utilizzata nella progettazione. La resistenza caratteristica $N_{Rk,s,fi}$ si ottiene come:

$$N_{Rk,s,fi} = \sigma_{Rk,s,fi} \times A_s \quad (D.1)$$

prospetto D.1

Resistenza a trazione caratteristica di un ancorante di acciaio al carbonio in caso di esposizione al fuoco

Diametro barra/filetto dell'ancorante	Approfondimento effettivo h_{ef} [mm]	Resistenza a trazione caratteristica $\sigma_{Rk,s,fi}$ [N/mm ²] di un ancorante non protetto realizzato con acciaio al carbonio secondo la serie EN 10025 in caso di esposizione al fuoco			
		30 min (da R15 a R30)	60 min (da R45 a R60)	90 min (R90)	120 min (\leq R120)
Ø6	≥ 30	10	9	7	5
Ø8	≥ 30	10	9	7	5
Ø10	≥ 40	15	13	10	8
Ø12 e maggiore	≥ 50	20	15	13	10

prospetto D.2

Resistenza a trazione caratteristica di un ancorante di acciaio inossidabile in caso di esposizione al fuoco

Diametro barra/filetto dell'ancorante	Approfondimento effettivo h_{ef} [mm]	Resistenza a trazione caratteristica $\sigma_{Rk,s,fi}$ [N/mm ²] di un ancorante non protetto realizzato con acciaio inossidabile almeno di grado A4 secondo la serie EN ISO 3506 in caso di esposizione al fuoco			
		30 min (da R15 a R30)	60 min (da R45 a R60)	90 min (R90)	120 min (\leq R120)
Ø6	≥ 30	10	9	7	5
Ø8	≥ 30	20	16	12	10
Ø10	≥ 40	25	20	16	14
Ø12 e maggiore	≥ 50	30	25	20	16

D.4.2.2

Rottura del cono di calcestruzzo

- (1) La resistenza caratteristica alla rottura del cono di calcestruzzo dovrebbe essere determinata secondo il punto 7.2.1.4 (ancoranti muniti di testa e post-inseriti) oppure il punto 7.4.1.4 (profili di ancoraggio) con le modifiche seguenti.
- (2) La resistenza caratteristica di un singolo ancorante (ancoraggio di profili di ancoraggio) non influenzata da ancoranti vicini (ancoraggi) o bordi di calcestruzzo installati nelle classi di resistenza del calcestruzzo da C20/25 a C50/60 può essere ottenuta secondo le formule (D.2) e (D.3).

$$N_{Rk,c,fi(90)}^0 = \frac{h_{ef}}{200} \times N_{Rk,c}^0 \leq N_{Rk,c}^0 \quad \text{per esposizione al fuoco fino a 90 min} \quad (D.2)$$

$$N_{Rk,c,fi(120)}^0 = 0,8 \frac{h_{ef}}{200} \times N_{Rk,c}^0 \leq N_{Rk,c}^0$$

per esposizione al fuoco compresa tra 90 min e 120 min (D.3)

dove:

h_{ef} è l'approfondimento effettivo;

$N_{Rk,c}^0$ è la resistenza caratteristica di un singolo ancorante nel calcestruzzo fessurato C20/25 a temperatura ambiente secondo il punto 7.2.1.4.

- (3) L'interasse caratteristico $s_{cr,N}$ e la distanza dal bordo $c_{cr,N}$ dovrebbero essere presi come segue:

$$\begin{aligned} s_{cr,N} &= 2 c_{cr,N} = 4 h_{ef} \text{ (ancoranti muniti di testa e post-inseriti)} \\ &= 2 c_{cr,N} \text{ secondo la formula (7.62) ma non minore di } 4 h_{ef} \text{ (profili di ancoraggio)}. \end{aligned}$$

D.4.2.3

Rottura per sfilamento

La resistenza caratteristica degli ancoranti meccanici muniti di testa e post-inseriti nelle classi di calcestruzzo da C20/25 a C50/60 può essere ottenuta dalle formule (D.4) e (D.5):

$$N_{Rk,p,fi(90)} = 0,25 \times N_{Rk,p} \text{ per esposizione al fuoco fino a 90 minuti} \quad (D.4)$$

$$N_{Rk,p,fi(120)} = 0,20 \times N_{Rk,p} \text{ per esposizione al fuoco compresa tra 90 minuti e 120 minuti} \quad (D.5)$$

dove:

$N_{Rk,p}$ è la resistenza caratteristica della rottura per sfilamento indicata nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea nel calcestruzzo fessurato C20/25 a temperatura ambiente.

Per ancorante chimico e ancorante ad espansione incollato, la resistenza di adesione nell'esposizione al fuoco dipende dal prodotto specifico. Attualmente non è disponibile alcun limite inferiore cautelativo. La resistenza caratteristica della rottura per sfilamento deve essere determinata mediante prove al fuoco.

D.4.2.4

Rottura per splitting del calcestruzzo

La valutazione della rottura per splitting del calcestruzzo dovuta all'esposizione al fuoco non è richiesta in quanto si assume che le forze di splitting siano assorbite dall'armatura.

D.4.2.5

Rottura per blow-out del calcestruzzo

La valutazione della rottura per blow-out del calcestruzzo non è richiesta a causa della distanza dal bordo richiesta.

D.4.3

Carico di taglio

D.4.3.1

Rottura dell'acciaio

- (1) Per la resistenza al taglio caratteristica $\tau_{Rk,s,fi}$ in caso di carico di taglio senza braccio di leva e rottura dell'acciaio sotto esposizione al fuoco si possono utilizzare i valori indicati nei prospetti D.1 e D.2 per la resistenza caratteristica a trazione ($\tau_{Rk,s,fi} = \sigma_{Rk,s,fi}$). Questi valori si applicano per la parte di acciaio non protetta dell'ancorante all'esterno del calcestruzzo e possono essere utilizzati nella progettazione. La resistenza caratteristica $V_{Rk,s,fi}$ si ottiene come segue:

$$V_{Rk,s,fi} = \sigma_{Rk,s,fi} \times A_s \quad (D.6)$$

Nota Un numero limitato di prove ha indicato che il rapporto tra la resistenza al taglio e la resistenza alla trazione aumenta nelle condizioni di incendio al di sopra di quanto previsto per la progettazione a temperatura ambiente normale. In questo caso si assume che tale rapporto sia pari a 1,0. Si tratta di una discrepanza rispetto al comportamento allo stato freddo in cui il rapporto è minore di 1.

- (2) La resistenza al taglio caratteristica di un ancorante in caso di carico di taglio con braccio di leva può essere calcolata secondo il punto 7.2.2.3.2. Tuttavia, la resistenza alla trazione caratteristica è limitata secondo il punto D.4.2.1 e la resistenza a flessione caratteristica di un singolo ancorante in caso di esposizione al fuoco, $M_{Rk,s,fi}^0$, dovrebbe essere ottenuta dalla formula (D.7).

$$M_{Rk,s,fi}^0 = 1,2 \times W_{el} \times \sigma_{Rk,s,fi} \quad (D.7)$$

con

$\sigma_{Rk,s,fi}$ secondo il punto D.4.2.1.

Nota Questo approccio si basa su assunzioni.

D.4.3.2

Rottura per pry-out del calcestruzzo

La resistenza caratteristica nel caso di ancoranti installati nelle classi di calcestruzzo da C20/25 a C50/60 dovrebbe essere ottenuta utilizzando le formule (D.8) e (D.9).

$$V_{Rk,cp,fi(90)} = k_8 \times N_{Rk,c,fi(90)} \text{ per esposizione al fuoco fino a 90 min} \quad (D.8)$$

$$V_{Rk,cp,fi(120)} = k_8 \times N_{Rk,c,fi(120)} \text{ per esposizione al fuoco compresa tra 90 min e 120 min} \quad (D.9)$$

dove:

k_8 è il fattore da prendere dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea (temperatura ambiente)

$N_{Rk,c,fi(90)}$, $N_{Rk,c,fi(120)}$ sono calcolati secondo il punto D.4.2.2.

D.4.3.3

Rottura del bordo del calcestruzzo

- (1) La resistenza caratteristica di un attacco munito di testa e di ancoranti post inseriti dovrebbe essere calcolata secondo il punto 7.2.2.5 e quella di un ancoraggio di ancoraggi con barre canale secondo il punto 7.4.2.5 con la modifica seguente.
- (2) La resistenza caratteristica di un singolo ancorante installato nelle classi di calcestruzzo da C20/25 a C50/60 dovrebbe essere ottenuta utilizzando le formule (D.10) e (D.11).

$$V_{Rk,c,fi(90)}^0 = 0,25 \times V_{Rk,c}^0 \text{ per esposizione al fuoco fino a 90 min} \quad (D.10)$$

$$V_{Rk,c,fi(120)}^0 = 0,20 \times V_{Rk,c}^0$$

per esposizione al fuoco compresa tra 90 min e 120 min (D.11)

dove:

$V_{Rk,c}^0$ è il valore iniziale della resistenza caratteristica di un singolo ancorante nel calcestruzzo fessurato C20/25 a temperatura ambiente normale secondo il punto 7.2.2.5 (per ancoranti muniti di testa e post-inseriti) e secondo il punto 7.4.2.5 (per profili di ancoraggio).

D.4.4

Carichi combinati di trazione e di taglio

Possano essere utilizzate le verifiche secondo il punto 7.2.3 per ancoranti muniti di testa e post-inseriti e il punto 7.4.3 per profili di ancoraggio. Tuttavia, le azioni di progetto e le resistenze di progetto utilizzate in queste verifiche dovrebbero corrispondere all'esposizione al fuoco.

APPENDICE E CARATTERISTICHE PER LA PROGETTAZIONE DI FISSAGGI CHE DEVONO ESSERE FORNITE DALLE SPECIFICHE TECNICHE EUROPEE DI PRODOTTO (normativa)

I valori caratteristici utilizzati per la progettazione dei fissaggi devono essere forniti dalle corrispondenti Specifiche tecniche europee di prodotto. Le caratteristiche del prospetto E.1 devono essere indicate per fissaggi sotto carico statico. Per la progettazione di fissaggi sotto carico di fatica sono richieste in aggiunta le caratteristiche del prospetto E.2 e per fissaggi sotto azioni sismiche le caratteristiche del prospetto E.3.

prospetto E.1 **Caratteristiche utilizzate per la progettazione di attacchi sotto carico statico da ricavare da una Specifica tecnica di prodotto europea**

Caratteristica	Punti di riferimento	Tipo di ancorante			
		Post-inserito		Gettato in opera	
		Meccanico	Incollato	Ancorante munito di testa	Ancoraggio con bulloni testa a martello
h_{ef}	1.3 (2)	x	x	x	x
Intervallo di classe di resistenza del calcestruzzo	1,5	x	x	x	x
γ_{inst}	4.4.2.1	x	x		
E_s (facoltativa)	6.2.1	x	x	x	x
$N_{Rk,s}$	7.2.1.3	x	x	x	
$k_{cr,N}; k_{ucr,N}$	7.2.1.4 (2); 7.4.1.5 (3)	x	x	x	x
$c_{cr,N}$	7.2.1.4 (3)	x	x	x	
$N_{Rk,p}$	7.2.1.5; 7.4.1.4	x		x	x
$\psi_{SUS}^0; \tau_{Rk,cr}; \tau_{Rk,ucr}$	7.2.1.6 (2)		x		
$c_{min}; s_{min}; h_{min}$	7.2.1.7 (1); 7.4.1.6 (1)	x	x	x	x
$c_{cr,sp}$	7.2.1.7 (2); 7.4.1.6 (2)	x	x	x	x
$N_{Rk,sp}^0$	7.2.1.7 (2)	x	x	x	
A_h	7.2.1.8 (2)	(x)		x	
$V_{Rk,s}^0$	7.2.2.3.1 (1)	x	x	x	
k_γ	7.2.2.3.1 (2)	x	x	x	
$M_{Rk,s}^0$	7.2.2.3.2; 7.4.2.3.2	x	x	x	x
k_θ	7.2.2.4 (2); 7.4.2.4	x	x	x	x
$d_{nom}; l_f$	7.2.2.5 (6)	x	x	x	
k_{i1}	7.2.3.2 (2)	x	x	x	
$N_{Rk,s,a}; N_{Rk,s,c}; N_{Rk,s,l}^0; N_{Rk,s}; M_{Rk,s,flex}$	7.4.1.3 (1)				x
$s_{l,N}$	7.4.1.3 (2)				x
$s_{cr,N}$	7.4.1.5 (1b)				x
$V_{Rk,s}; V_{Rk,s,a}; V_{Rk,s,c}; V_{Rk,s,l}^0$	7.4.2.3.1 (1)				x
$s_{l,V}$	7.4.2.3.1 (2)				x
$k_{cr,V}; k_{ucr,V}$	7.4.2.5 (2)				x
$s_{cr,V}$	7.4.2.5 (3)				x
$h_{cr,V}$	7.4.2.5 (5)				x

prospetto E.1 **Caratteristiche utilizzate per la progettazione di attacchi sotto carico statico da ricavare da una Specifica tecnica di prodotto europea (Continua)**

Caratteristica	Punti di riferimento	Tipo di ancorante			
		Post-inserito		Gettato in opera	
		Meccanico	Incollato	Ancorante munito di testa	Ancoraggio con bulloni testa a martello
$k_{13}; k_{14}$	7.4.3.1				x
spostamento dell'ancorante sotto un determinato carico di trazione e di taglio	punto 11 (3)	x	x	x	x
$N_{Rk,s,fi}; V_{Rk,s,fi}; M_{Rk,s,fi}^0$	D.1 (3)	x	x	x	x
$N_{Rk,p,fi}$	D.1 (3)	x		x	x
$\tau_{Rk,fi}$	D.1 (3)		x		
$F_{Rk}^0; M_{Rk,s}^0; \chi_1; \chi_{Ms}; \varepsilon_{cr}; c_{cr}; h_{min}$	G.2; G.3	x	x	x	
$\psi_c; s_{min}; c_{min}$	G.2	x	x	x	
$\gamma_c; \chi_{Ms,l}^a)$		x	x	x	x

a) Vedere prospetto 4.1 per i valori raccomandati; si dovrebbe aggiungere il riferimento a una norma nazionale.

prospetto E.2 **Caratteristiche utilizzate per la progettazione di fissaggi sotto carico statico da ricavare da una Specifica tecnica di prodotto europea**

Caratteristica	Punti di riferimento	Tipo di ancorante			
		Post-inserito		Gettato in opera	
		Meccanico	Incollato	Ancorante munito di testa	Ancoraggio con bulloni testa a martello
$\psi_{F,N}; \Delta N_{Rk,s}; \Delta N_{Rk,p}$	8.3.1	x	x	x	
$\psi_{F,V}; \Delta V_{Rk,s}$	8.3.2	x	x	x	
$\alpha_s; \alpha_c$	8.3.3	x	x	x	
Numero massimo di cicli di carico		x	x	x	

prospetto E.3 **Caratteristiche utilizzate per la progettazione di fissaggi sotto carico statico da ricavare da una Specifica tecnica di prodotto europea**

Caratteristica	Punti di riferimento	Tipo di ancorante			
		Post-inserito		Gettato in opera	
		Meccanico	Incollato	Ancorante munito di testa	Ancoraggio con bulloni testa a martello
Categoria di prestazione	C.2 (1)	x	x	x	
Allungamento a rottura (A_5)	C.3 (3) c)	x	x	x	
α_{gap}	C.5 (2)	x	x	x	
$N_{Rk,s,eq}; V_{Rk,s,eq}$	9.4 (1); C.5 (2)	x	x	x	
$N_{Rk,p,eq}$	9.4 (1); C.5 (2)	x		x	
$\tau_{Rk,eq}$	9.4 (1); C.5 (2)		x		
k_{15}	C.5 (3)	x	x	x	
$\delta_{N,eq}(ULS); \delta_{V,eq}(ULS)$	9.2 (6)	x	x	x	
$\delta_{N,eq}(DLS); \delta_{V,eq}(DLS)$	9.2 (6); C.6 (3)	x	x	x	

F.1

Generalità

Nella presente EN sono state fatte le seguenti assunzioni rispetto all'installazione e all'esecuzione del tipo di ancorante pertinente e riguardo alla progettazione della saldatura di ancoranti a piolo. Le istruzioni per l'installazione dovrebbero riflettere le assunzioni indicate di seguito per il tipo di ancorante corrispondente.

F.2

Ancoranti post-inseriti

- a) Il calcestruzzo è stato compattato adeguatamente nella zona dell'attacco. Ciò dovrebbe essere controllato prima e durante l'installazione, per esempio mediante ispezione visiva.
- b) I requisiti per l'operazione di perforazione e alesaggio sono soddisfatti quando:
 - 1) I fori sono praticati perpendicolarmente alla superficie del calcestruzzo, a meno che le istruzioni di installazione del fabbricante non richiedano diversamente.
 - 2) La perforazione è eseguita secondo le istruzioni di installazione del fabbricante.
 - 3) Si utilizzano punte a percussione conformi alle norme ISO (per esempio ISO 5468) o alle norme nazionali.
 - 4) Il diametro dei segmenti per carotaggio diamantato è conforme al diametro prescritto.
 - 5) I fori sono puliti secondo le istruzioni di installazione del fabbricante che sono generalmente riportate nelle Specifiche tecniche di prodotto europee.
 - 6) Fori interrotti o inutilizzati sono riempiti con malta antiritiro con una resistenza almeno pari a quella del supporto e $\geq 40 \text{ N/mm}^2$.

Molte punte da trapano presentano un marchio che indica che sono conformi alle norme ISO (per esempio ISO 5468) o alle norme nazionali. Se le punte non recano un marchio di conformità, si dovrebbe fornire evidenza della loro idoneità.

- c) Ispezione e approvazione della corretta installazione degli ancoranti sono effettuate da personale adeguatamente qualificato.
- d) L'armatura in prossimità della posizione del foro non dovrebbe essere danneggiata durante la perforazione. Negli elementi di calcestruzzo precompresso la distanza tra il foro da perforare e l'armatura precompressa deve essere di almeno 50 mm; per determinare la posizione dell'armatura precompressa nella struttura si può utilizzare un dispositivo idoneo, per esempio un rilevatore di armatura.

F.3

Ancoranti a piolo

Gli ancoranti sono installati secondo un sistema di qualità che deve includere almeno i punti indicati di seguito:

- La procedura di saldatura per perni è eseguita in conformità alle disposizioni riportate dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.
- L'ancorante è fissato in modo tale che non si verifichi alcun movimento dell'ancorante durante la posa dell'armatura o durante il getto e la compattazione del calcestruzzo.
- I requisiti per un'adeguata compattazione, in particolare sotto la testa dell'ancorante e sotto l'elemento di collegamento, nonché le disposizioni per le aperture di sfianto nei dispositivi di fissaggio sono soddisfatti. In generale, gli elementi di collegamento $400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$ o di dimensioni maggiori richiedono aperture di sfianto.

-
- L'ispezione e l'approvazione della corretta installazione degli ancoranti sono effettuate da personale adeguatamente qualificato.

Gli ancoranti possono essere inglobati mediante vibrazione (non solo punzonatura) nel calcestruzzo umido subito dopo la posa in opera, a condizione che siano soddisfatti i requisiti seguenti:

- Le dimensioni dell'elemento di collegamento e il numero di ancoranti sono tali che il fissaggio può essere posizionato simultaneamente durante la vibrazione da parte del personale disponibile. In generale gli elementi di collegamento e di dimensioni minori comprendenti fino a 4 ancoranti soddisfano il requisito.
- I fissaggi non sono spostati dopo la fine della vibrazione.
- Il calcestruzzo sotto la testa dell'ancorante munito di testa così come sotto la piastra base è adeguatamente compattato.

F.4

Profili di ancoraggio

- a) L'ancoraggio con bulloni testa a martello è fissato in modo tale che non si verifichi alcun movimento dell'ancoraggio con bulloni testa a martello durante la posa dell'armatura o durante il getto e la compattazione del calcestruzzo.
- b) Il calcestruzzo, in particolare sotto la testa dell'ancoraggio e sotto il canale è adeguatamente compattato.
- c) Non è consentita la posa di profili di ancoraggio solo spingendoli nel calcestruzzo a umido.
- d) I profili di ancoraggio potrebbero essere inglobati mediante vibrazione nel calcestruzzo a umido subito dopo il getto secondo un sistema di qualità che deve comprendere almeno i punti seguenti:
 - 1) La lunghezza dell'ancoraggio con bulloni testa a martello è limitata a 1 m se posizionato da una sola persona, in modo da poterlo posizionare simultaneamente durante la vibrazione. I canali più lunghi dovrebbero essere posati da almeno due persone.
 - 2) I profili di ancoraggio non sono spostati dopo la fine della vibrazione.
 - 3) Il calcestruzzo, nella regione dell'ancoraggio e del profilo di ancoraggio è adeguatamente compattato.
- e) L'ispezione e l'approvazione della corretta installazione degli ancoraggi con bulloni testa a martello sono effettuate da personale adeguatamente qualificato.

G.1 Generalità

G.1.1

La presente appendice si applica quando

- le forze sugli ancoranti sono state calcolate utilizzando analisi elastiche,
- sono stati osservati i requisiti del punto 4.5 e dell'appendice F.

G.1.2

Per la progettazione di ancoraggi post-inseriti nello stato limite ultimo, sono disponibili tre diversi metodi di progettazione.

I metodi differiscono nel grado di semplificazione a scapito della prudenza:

**Aumentare la
semplificazione e
la prudenza**

- ↓
- Metodo A: Stabilire la resistenza per tutte le direzioni di carico e tutte le modalità di rottura, utilizzando i valori effettivi della distanza del bordo c dall'ancorante e dell'interasse s tra gli ancoranti di un gruppo (vedere punto 7.2).
- Metodo B: Utilizzare un singolo valore di resistenza per tutte le direzioni di carico e le modalità di rottura. Tale resistenza è correlata ai valori caratteristici c_{cr} ed s_{cr} . È consentito utilizzare valori minori per c ed s rispetto a questi ma la resistenza dovrebbe essere modificata come indicato (vedere punto G.2).
- Metodo C: Come il metodo B ma i valori di c ed s non sono minori di c_{cr} ed s_{cr} (vedere punto G.3).

Ogni metodo ha ulteriori opzioni per quanto riguarda:

- l'utilizzo di ancoranti solo nel calcestruzzo fessurato o nel calcestruzzo non fessurato; e
- la classe di resistenza del calcestruzzo per la quale la resistenza è valida.

Il metodo di progettazione da applicare e i dati corrispondenti sono riportati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea. Ogni metodo di progettazione richiede il proprio insieme di dati tecnici. Per i metodi di progettazione A, B e C i dati richiesti sono indicati rispettivamente nel prospetto E.1 e nei punti G.2 e G.3.

G.2

Metodo B

Il metodo B utilizza un unico valore di resistenza caratteristica F_{Rk}^0 valido per tutte le direzioni di carico e modalità di rottura e per una data resistenza a compressione del calcestruzzo nelle condizioni seguenti:

- La resistenza di progetto F_{Rd} è uguale alla resistenza di progetto di base F_{Rd}^0 secondo la formula (G.1) qualora si osservino l'interasse s_{cr} e la distanza dal bordo c_{cr} .

$$F_{Rd}^0 = F_{Rk}^0 / \gamma_M \quad (G.1)$$

- Se i valori effettivi per l'interasse e la distanza dal bordo sono minori dei valori s_{cr} e c_{cr} , la resistenza di progetto deve essere calcolata secondo la formula (G.2).

$$F_{Rd} = \frac{1}{n} \times \frac{A_c}{A_c^0} \times \psi_s \times \psi_{re} \times \psi_c \times F_{Rd}^0 \quad (G.2)$$

dove:

n è il numero di ancoranti caricati.

L'effetto di interasse e distanza dal bordo è preso in considerazione mediante i coefficienti A_c / A_c^0 e ψ_s . I coefficienti A_c / A_c^0 e ψ_s dovrebbero essere calcolati secondo il punto 7.2.1.4 sostituendo $A_{c,N}$, $A_{c,N}^0$, $s_{cr,N}$ e $c_{cr,N}$ rispettivamente con A_c , A_c^0 , s_{cr} e c_{cr} . L'effetto di armature con interasse stretto è tenuto in considerazione mediante il coefficiente ψ_{re} . Il coefficiente ψ_{re} è calcolato secondo il punto 7.2.1.4 (5). Il coefficiente ψ_c tiene conto dell'influenza della resistenza a compressione del calcestruzzo sulla resistenza. Il coefficiente ψ_c è indicato nella Specifica tecnica di prodotto europea.

- c) Nel caso di gruppi di ancoranti si deve dimostrare che il carico di progetto agente sull'ancorante più caricato non supera il valore della formula (G.2).
- d) In caso di carico di taglio con braccio di leva la resistenza caratteristica dell'ancorante $V_{Rk,s,M}$ deve essere calcolata secondo la formula (7.37), sostituendo $N_{Rd,s}$ nella formula (7.38) con la resistenza di progetto F_{Rd}^0 secondo la formula (G.1).
- e) Il valore $V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$ deve essere limitato al valore F_{Rd} secondo la formula (G.2).
- f) Per ancoranti chimici il valore F_{Rk}^0 deve essere moltiplicato per ψ_{sus} secondo la formula (7.14).

I valori per F_{Rk}^0 , $M_{Rk,s}^0$, γ_M , γ_{Ms} , ψ_c , s_{cr} , c_{cr} , s_{min} , c_{min} ed h_{min} sono indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

G.3

Metodo C

Il metodo C utilizza un singolo valore di resistenza caratteristica F_{Rk} valido per tutte le direzioni di carico e modalità di rottura. Il metodo C è valido solo per valori di c ed s non minori rispettivamente di c_{cr} ed s_{cr} . La resistenza di progetto F_{Rd} è calcolata come:

$$F_{Rd} = F_{Rk} / \gamma_M \quad (G.3)$$

In caso di carico di taglio con braccio di leva la resistenza caratteristica dell'ancorante $V_{Rk,s,M}$ deve essere calcolata secondo la formula (7.37), sostituendo $N_{Rd,s}$ nella formula (7.38) con la resistenza di progetto F_{Rd} . Il valore $V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$ deve essere limitato a F_{Rd} .

Per ancoranti chimici il valore F_{Rk} deve essere moltiplicato per ψ_{sus} secondo la formula (7.14).

I valori F_{Rk} , $M_{Rk,s}^0$, γ_M , γ_{Ms} , s_{cr} , c_{cr} ed h_{min} sono indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea.

BIBLIOGRAFIA

- [1] EN 1992-2 Eurocode 2 - Design of concrete structures - Concrete bridges - Design and detailing rules
- [2] EN 1992-3 Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 3: Liquid retaining and containment structures
- [3] EN 1993-1-8 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints
- [4] EN 1998-2 Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 2: Bridges
- [5] EN 1998-3 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting of buildings
- [6] EN 1998-4 Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 4: Silos, tanks and pipelines
- [7] EN 1998-5 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects
- [8] EN 1998-6 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 6: Towers, masts and chimneys
- [9] EN 10025 (all parts) Hot rolled products of structural steels
- [10] EN 10080 Steel for the reinforcement of concrete - Weldable reinforcing steel - General
- [11] EN 10088-2 Stainless steels - Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes
- [12] EN 10088-3 Stainless steels - Part 3: Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for general purposes
- [13] EN 13501-2 Fire classification of construction products and building elements - Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services
- [14] CEN/TR 15728 Design and use of inserts for lifting and handling of precast concrete elements
- [15] CEN/TR 17079 Design of fastenings for use in concrete - Redundant non-structural systems
- [16] CEN/TR 17080 Design of fastenings for use in concrete - Anchor channels - Supplementary rules
- [17] CEN/TR 17081 Design of fastenings for use in concrete - Plastic design of fastenings with headed and post-installed fasteners
- [18] EN ISO 898-1 Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread (ISO 898-1)
- [19] EN ISO 898-2 Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 2: Nuts with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread (ISO 898-2)
- [20] EN ISO 3506 (all parts) Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners (ISO 3506, all parts)
- [21] ISO 5468 Rotary and rotary impact masonry drill bits with hardmetal tips - Dimensions
- [22] ISO 5922 Malleable cast iron

