

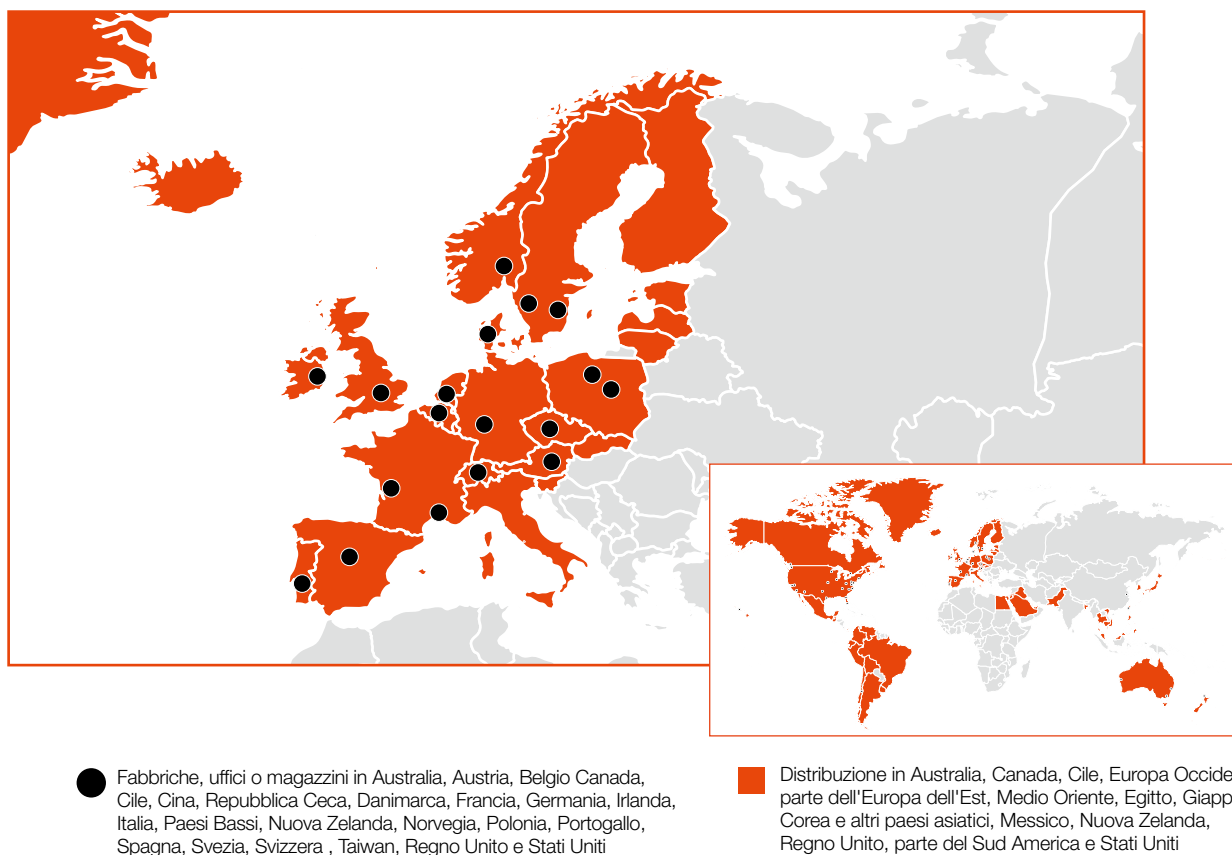
Anchors Pro

LA GAMMA DI ANCORANTI SIMPSON STRONG-TIE
PER I PROFESSIONISTI DEL SERRAMENTO



Da 70 anni, Simpson Strong-Tie® si concentra sull'ideazione di prodotti che aiutano le persone a costruire case ed edifici più sicuri e solidi. Tra i leader nella ricerca e nella tecnologia dei sistemi strutturali, Simpson Strong-Tie® è uno dei maggiori fornitori di prodotti per l'edilizia al mondo. Il nostro impegno nello sviluppo di nuove soluzioni, nell'ingegneria, nei test e nella formazione è alla base della qualità costante dei prodotti e dei servizi forniti.

Per ulteriori informazioni, visitate il sito dell'azienda all'indirizzo strongtie.eu



Produzione Europea dei sistemi di fissaggio

Simpson Strong-Tie® possiede diversi stabilimenti produttivi posizionati strategicamente in tutto il continente europeo, per garantire un elevato grado di disponibilità dei prodotti e una conoscenza approfondita dei mercati locali. Produciamo sistemi di fissaggio in varie sedi in tutta Europa e la nostra fitta rete logistica garantisce che ci sia sempre un magazzino o un distributore Simpson Strong-Tie® vicino a te.

L'impegno "No Equal" di Simpson Strong-Tie® include:

- Prodotti di qualità progettati per garantire il costo di installazione più basso e le performance più elevate
- I test sul prodotto più accurati e scrupolosi del settore
- Impianti di produzione e magazzini in posizioni strategiche
- Rete vendita capillare sul territorio
- La gamma con il maggior numero di brevetti nel settore
- Laboratorio R&D interno
- Attività di Test Prodotto e Controllo Qualità interni

Policy Qualità

Aiutiamo le persone a costruire strutture più sicure con attenzione all'efficienza economica. Lo facciamo progettando, ingegnerizzando e producendo connettori strutturali "No Equal" e altri prodotti correlati che soddisfano o superano le esigenze e le aspettative dei nostri clienti.

Tutti i collaboratori sono responsabili della qualità dei prodotti e si impegnano a garantire l'efficacia del Sistema di Gestione della Qualità. Simpson Strong-Tie® infatti è un'azienda registrata ISO 9001; lo standard ISO 9001 definisce requisiti riconosciuti a livello internazionale e garantisce ai nostri clienti la qualità costante dei prodotti e dei servizi Simpson Strong-Tie®.



Mike Olosky
Chief Executive Officer

Laboratorio di test accreditato



L'Andris Peterson European Test Laboratory, presso la nostra sede di Tamworth nel Regno Unito, è il primo laboratorio all'interno di una struttura produttiva ad ottenere l'accreditamento di terze parti secondo lo standard internazionale BS EN ISO/IEC 17025.

Il laboratorio, attivo a livello mondiale, conduce attualmente circa 10.000 test di prodotto all'anno e ha recentemente beneficiato di un investimento significativo, che consentirà di raddoppiarne la produttività. La possibilità di testare scrupolosamente anche i nostri prodotti conferma la loro affidabilità anche per le applicazioni più complesse.

Ci impegniamo a garantire che i nostri prodotti siano conformi ai più recenti requisiti europei in ambito costruzioni.



Siamo registrati ISO 9001-2015

Simpson Strong-Tie è una società registrata ISO 9001-2015, un sistema di garanzia della qualità riconosciuto a livello internazionale che consente ai nostri clienti di sapere che possono contare sulla qualità costante dei prodotti e dei servizi Simpson Strong-Tie®.



ISO 14001

I nostri stabilimenti in Svezia, Francia (sede di St. Gemme la Pleine), Italia e in Regno Unito sono certificati ISO 14001. Questa norma stabilisce i requisiti del sistema di gestione ambientale e si applica agli aspetti sui quali la nostra azienda ha controllo e può avere una diretta influenza.



OHSAS 18001

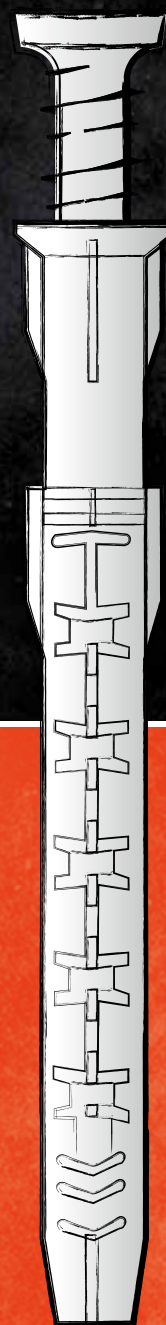
La nostra struttura di Tamworth, Regno Unito, è certificata OHSAS 18001. Questa certificazione recepisce uno standard britannico applicato a livello internazionale per i sistemi di gestione della salute e della sicurezza sul lavoro.

Per ulteriori informazioni sulle certificazioni visitate ISO.org, ICCSafe.org e bsigroup.com.

**UNA GAMMA COMPLETA,
PER UNA MESSA IN OPERA
DI ALTA PRECISIONE, QUALITÀ
E MASSIMA SICUREZZA.**

Simpson Strong-Tie
è un'azienda statunitense
di prodotti per l'edilizia,
leader nel settore
delle connessioni legno
e sempre più forte anche in Europa,
dove conta numerosi stabilimenti.

Da oggi, l'offerta
Simpson Strong-Tie è
disponibile anche per il mondo
del serramento professionale.



FPN

TASSELLO PROLUNGATO PER SERRAMENTI

- Bassa coppia di serraggio
- Nylon extra flessibile
- Vite sempre premontata



Turbovite VF

VITE PER
CALCESTRUZZO

- Filetto a due principi Hi-Lo
- Velocità di installazione
 - Elevate prestazioni
(sia a taglio che trazione)

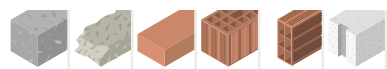


KEM HP

ANCORANTE
CHIMICO POLIESTERE

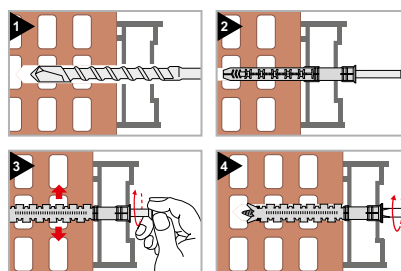
- Per tutti i supporti
- Certificata CE su calcestruzzo e muratura
- Senza stirene

Tassello prolungato per serramenti



* Classe di resistenza al fuoco
90 minuti in calcestruzzo,
tassello Ø10

Assemblato
Tassello bordo svasato
Vite TPS
Zincata bianca
Ø 6 impronta Torx T30
Ø 7 impronta Torx T40



Cod.	Tassello Ø x L	Vite Ø x L	Sp. fissabile max	Conf.	Imballo	€ 100 pz
64361B08080S0	8x80	6x85	10	100	600	109,53
64361B08100S0	8x100	6x105	30	50	300	130,57
64361B08120S0	8x120	6x125	50	50	300	147,20
64361B08150S0	8x150	6x155	80	50	250	269,92
64361B08170S0	8x170	6x175	100	50	200	301,29
64361B10085S0	10x85	7x90	15	50	300	152,41
64361B10100S0	10x100	7x105	30	50	300	167,52
64361B10115S0	10x115	7x120	45	50	300	177,03
64361B10135S0	10x135	7x140	65	50	300	189,51
64361B10160S0	10x160	7x165	90	50	200	288,46
64361B10200S0	10x200	7x205	130	50	200	370,50
64361B10230S0	10x230	7x235	160	50	200	570,55

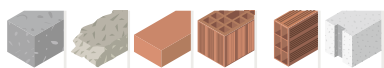
Assemblato
Tassello bordo svasato
Vite speciale TER con rondella
integrata
Zincata bianca
Ø 7 rondella integrata Ø19
Chiave 13, impronta Torx T40



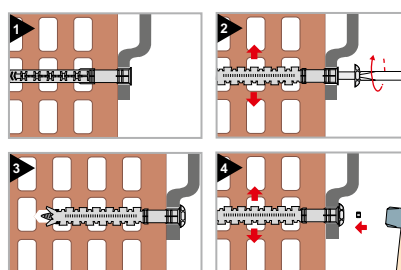
Cod.	Tassello Ø x L	Vite Ø x L	Sp. fissabile max	Conf.	Imballo	€ 100 pz
64362B10085S0	10x85	7x90	15	50	300	160,27
64362B10100S0	10x100	7x105	30	50	300	172,61
64362B10115S0	10x115	7x120	45	50	250	182,04
64362B10135S0	10x135	7x140	65	50	250	201,95
64362B10160S0	10x160	7x165	90	50	200	296,76

FPN SAFER

Sistema anti-intrusione



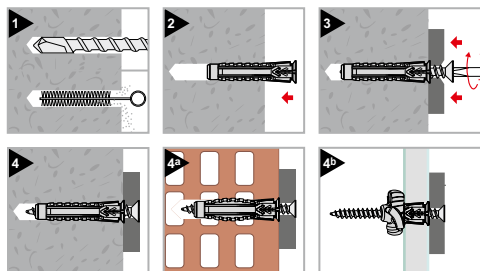
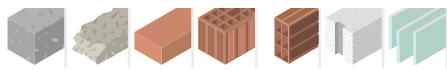
Tassello prolungato FPN
Vite speciale per tassello
Zincata bianca
Impronta Torx T40
Non assemblato



Cod.	Tassello Ø x L	Vite Ø x L	Testa Ø	Sp. fissabile max	Conf.	Imballo	€ 100 pz
64363B10085S0	10x85	7x90	17	15	50	300	168,37
64363B10100S0	10x100	7x105	17	30	50	300	182,97
64363B10115S0	10x115	7x120	17	45	50	250	191,29
64363B10135S0	10x135	7x140	17	65	50	250	212,29
64363B10160S0	10x160	7x165	17	90	50	200	314,61

Ogni conf. contiene 50 inserti anti-intrusione in zama

Tassello universale in nylon a 4 settori



Solo tassello



Cod.	Tassello Ø x L	Conf.	Imballo	€ 100 pz
60090006030S0	6x30	100	1600	7,33
60090008040S0	8x40	100	1600	11,30
60090010050S0	10x50	50	800	19,29

Vite TPS truciolare
Zincata bianca
Impronta Pozidrive

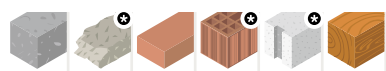


Cod.	Tassello Ø x L	Vite Ø x L	Conf.	Imballo	€ 100 pz
60093B06030S0	6x30	4,5x40	100	1600	20,30
60093B08040S0	8x40	5x50	50	800	30,03
60093B10050S0	10x50	6x60	25	400	72,25

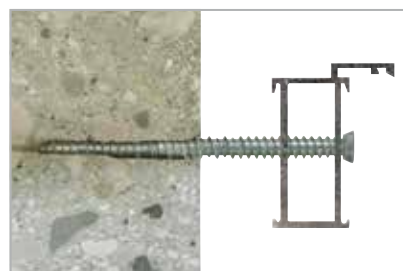
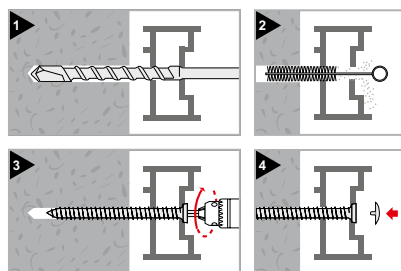
Turbovite VF

SIMPSON
Strong-Tie

Vite per calcestruzzo



Vite testa cilindrica
Zincata bianca
Impronta Torx T15 - Ø5
Impronta Torx T30 - Ø7,5



Cod.	Dim. Ø x L	Testa Ø	Foro Ø	Sp. fissabile max ⁽¹⁾	Conf.	Imballo	€ 100 pz
19418B05060S0	5x62	5	4	30	100	1600	24,93
19418B05080S0	5x82	5	4	50	100	1600	32,44
19418B05110S0	5x112	5	4	80	100	600	44,80
19418B07060S0	7,5x60	8,5	6	30	100	800	29,77
19418B07070S0	7,5x70	8,5	6	40	100	800	33,26
19418B07080S0	7,5x80	8,5	6	50	100	800	39,30
19418B07090S0	7,5x90	8,5	6	60	100	800	48,22
19418B07100S0	7,5x100	8,5	6	70	100	800	53,45
19418B07120S0	7,5x120	8,5	6	90	100	600	54,95
19418B07135S0	7,5x135	8,5	6	105	100	600	71,81
19418B07150S0	7,5x150	8,5	6	120	100	600	80,95
19418B07180S0	7,5x180	8,5	6	150	100	400	132,48
19418B07210S0	7,5x210	8,5	6	180	50	200	207,52
19418B07240S0	7,5x240	8,5	6	210	50	200	441,02

Secchiello
200 turboviti TC



Cod.	Dim. Ø x L	Testa Ø	Foro Ø	Sp. fissabile max ⁽¹⁾	Conf.	Imballo	€ 1 pz
19418B07080S1	7,5x80	8,5	6	50	4	-	78,44
19418B07090S1	7,5x90	8,5	6	60	4	-	88,77
19418B07100S1	7,5x100	8,5	6	70	4	-	98,38
19418B07120S1	7,5x120	8,5	6	90	2	-	122,41
19418B07135S1	7,5x135	8,5	6	105	2	-	132,18
19418B07150S1	7,5x150	8,5	6	120	2	-	164,67

Vite TPS
Zincata bianca
Impronta Torx T30



Cod.	Dim. Ø x L	Testa Ø	Foro Ø	Sp. fissabile max ⁽¹⁾	Conf.	Imballo	€ 100 pz
19419B07040S0	7,5x40	11,5	6	10	100	1600	27,54
19419B07060S0	7,5x60	11,5	6	30	100	800	29,77
19419B07070S0	7,5x70	11,5	6	40	100	800	33,26
19419B07080S0	7,5x80	11,5	6	50	100	800	39,30
19419B07090S0	7,5x90	11,5	6	60	100	800	48,22
19419B07100S0	7,5x100	11,5	6	70	100	800	53,45
19419B07120S0	7,5x120	11,5	6	90	100	600	54,95
19419B07135S0	7,5x135	11,5	6	105	100	600	71,81
19419B07150S0	7,5x150	11,5	6	120	100	600	80,95
19419B07180S0	7,5x180	11,5	6	150	100	400	132,48
19419B07210S0	7,5x210	11,5	6	180	50	200	207,52
19419B07240S0	7,5x240	11,5	6	210	50	200	441,02

Secchiello
200 turboviti TPS



Cod.	Dim. Ø x L	Testa Ø	Foro Ø	Sp. fissabile max ⁽¹⁾	Conf.	Imballo	€ 1 pz
19419B07080S1	7,5x80	11,5	6	50	4	-	78,44
19419B07090S1	7,5x90	8,5	6	60	4	-	88,77
19419B07100S1	7,5x100	8,5	6	70	4	-	98,38
19419B07120S1	7,5x120	8,5	6	90	2	-	122,41
19419B07135S1	7,5x135	8,5	6	105	2	-	132,18
19419B07150S1	7,5x150	11,5	6	50	2	-	164,67

⁽¹⁾ Spessore max fissabile riferito a posa sul calcestruzzo

KEM HP

Ancorante Chimico
Poliestere

Per tutti i supporti
Certificata CE su calcestruzzo
e muratura
Senza stirene



Cod.	Contenuto	Colore	Resina	Stoccaggio/ mesi	Conf.	€ 1 pz
9500700000000	400 ml	Grigio	poliestere senza stirene	18	12	15,67
9510400000000	300 ml	Grigio	poliestere senza stirene	18	12	15,45

VM

Vite autoperforante
per profili metallici

Per l'assemblaggio dei profili metallici
Zincata bianca, impronta Philips
Capacità di foratura:
Per Ø4,2 1,5 + 1,5 mm
Per Ø4,8 2,0 + 2,0 mm



Cod.	Vite Ø x L	Conf.	Imballo	€ 100 pz
29660B42013S0	4,2x13	500	8000	4,03
29660B42016S0	4,2x16	500	8000	4,52
29660B42022S0	4,2x22	500	4000	5,62
29660B48022S0	4,8x22	500	4000	6,35
29660B48040S0	4,8x40	200	1600	10,13
29660B48050S0	4,8x50	200	1600	12,48
29660B48060S0	4,8x60	100	800	15,31

AP-STEEL TC

Vite autoperforante
DIN 7504 N

Materiale: acciaio cementato
Testa: TC
Impronta: Philips
Passo: DIN 7970
Utilizzo: supp. metallici: 0,7 -
5,25 mm
Avvitatore: 2000 giri/min



Cod.	Vite Ø x L	Supp. metallici spessore	Impronta	Conf.	Imballo	€ 100 pz
39600B35009S0	3,5x9,5	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	4,94
39600B35013S0	3,5x13	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	4,99
39600B35016S0	3,5x16	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	5,06
39600B35019S0	3,5x19	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	5,21
39600B35025S0	3,5x25	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	5,86
39600B39013S0	3,9x13	0,7-2,4	Philips 2	500	8000	5,44
39600B39016S0	3,9x16	0,7-2,4	Philips 2	500	8000	5,53
39600B39019S0	3,9x19	0,7-2,4	Philips 2	500	8000	5,79
39600B39025S0	3,9x25	0,7-2,4	Philips 2	500	8000	6,79
39600B39032S0	3,9x32	0,7-2,4	Philips 2	500	4000	7,38
39600B42013S0	4,2x13	1,75-3	Philips 2	500	8000	6,37
39600B42016S0	4,2x16	1,75-3	Philips 2	500	8000	6,45
39600B42019S0	4,2x19	1,75-3	Philips 2	500	8000	6,54
39600B42025S0	4,2x25	1,75-3	Philips 2	500	8000	7,81
39600B42032S0	4,2x32	1,75-3	Philips 2	500	4000	8,09
39600B42038S0	4,2x38	1,75-3	Philips 2	200	3200	10,54
39600B48019S0	4,8x19	1,75-4,4	Philips 2	500	4000	8,06
39600B48025S0	4,8x25	1,75-4,4	Philips 2	500	4000	9,09
39600B48032S0	4,8x32	1,75-4,4	Philips 2	200	3200	10,79
39600B48038S0	4,8x38	1,75-4,4	Philips 2	200	1600	13,84
39600B48045S0	4,8x45	1,75-4,4	Philips 2	200	1600	14,69
39600B48050S0	4,8x50	1,75-4,4	Philips 2	200	1600	17,57
39600B48060S0 ⁽¹⁾	4,8x60	1,75-4,4	Philips 2	100	800	22,34
39600B48070S0 ⁽¹⁾	4,8x70/60	1,75-4,4	Philips 2	100	800	25,16
39600B48080S0 ⁽¹⁾	4,8x80/60	1,75-4,4	Philips 2	100	800	31,93
39600B55038S0	5,5x38	1,75-5,25	Philips 3	200	1600	20,97
39600B55050S0	5,5x50	1,75-5,25	Philips 3	200	1600	25,49
39600B55060S0 ⁽¹⁾	5,5x60	1,75-5,25	Philips 3	100	800	31,21

Ogni conf. contiene un inserto

⁽¹⁾ Dimensione non a norma

AP-STEEL TPS

SIMPSON
Strong-Tie

Vite autoperforante - DIN 7504 P

Materiale: acciaio cementato
Testa: TPS
Impronta: Philips
Passo: DIN 7970
Utilizzo: supp. metallici: 0,7 -
5,25 mm
Avvitatore: 2000 giri/min



Zincato bianco Cod.	Vite Ø x L	Supp. metallici spessore	Impronta	Conf.	Imballo	€ 100 pz
39601B35009S0	3,5x9	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	5,21
39601B35013S0	3,5x13	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	5,30
39601B35016S0	3,5x16	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	5,43
39601B35019S0	3,5x19	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	5,44
39601B35022S0	3,5x22	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	5,86
39601B35025S0	3,5x25	0,7-2,25	Philips 2	500	8000	6,37
39601B39013S0	3,9x13	0,7-2,4	Philips 2	500	8000	5,61
39601B39016S0	3,9x16	0,7-2,4	Philips 2	500	8000	5,86
39601B39019S0	3,9x19	0,7-2,4	Philips 2	500	8000	6,37
39601B39022S0	3,9x22	0,7-2,4	Philips 2	500	8000	6,54
39601B39025S0	3,9x25	0,7-2,4	Philips 2	500	8000	7,24
39601B39032S0	3,9x32	0,7-2,4	Philips 2	200	3200	8,25
39601B42013S0	4,2x13	1,75-3	Philips 2	500	8000	6,56
39601B42016S0	4,2x16	1,75-3	Philips 2	500	8000	6,63
39601B42019S0	4,2x19	1,75-3	Philips 2	500	8000	6,79
39601B42022S0	4,2x22	1,75-3	Philips 2	500	8000	7,96
39601B42025S0	4,2x25	1,75-3	Philips 2	500	8000	8,01
39601B42032S0	4,2x32	1,75-3	Philips 2	500	4000	8,59
39601B48016S0	4,8x16	1,75-4,4	Philips 2	500	8000	8,40
39601B48019S0	4,8x19	1,75-4,4	Philips 2	500	4000	8,83
39601B48025S0	4,8x25	1,75-4,4	Philips 2	500	4000	10,41
39601B48032S0	4,8x32	1,75-4,4	Philips 2	200	3200	11,26
39601B48038S0	4,8x38	1,75-4,4	Philips 2	200	1600	12,45
39601B48045S0	4,8x45	1,75-4,4	Philips 2	200	1600	15,85
39601B48050S0	4,8x50	1,75-4,4	Philips 2	200	1600	18,57
39601B48060S0 ⁽¹⁾	4,8x60	1,75-4,4	Philips 2	100	800	23,25
39601B48070S0 ⁽¹⁾	4,8x70/60	1,75-4,4	Philips 2	100	800	26,64
39601B48080S0 ⁽¹⁾	4,8x80/60	1,75-4,4	Philips 2	100	800	34,28
39601B55038S0	5,5x38	1,75-5,25	Philips 3	200	1600	19,03
39601B55045S0	5,5x45	1,75-5,25	Philips 3	200	1600	20,97
39601B55050S0	5,5x50	1,75-5,25	Philips 3	200	1600	22,98
39601B55080S0 ⁽¹⁾	5,5x80/60	1,75-5,25	Philips 3	100	800	57,60

Ogni conf. contiene un inserto

⁽¹⁾ Dimensione non a norma

AP6

Vite autoperforante foratura max. 6 mm EN ISO 15480

Materiale: acciaio cementato
Rivestimento: zincato bianco
Testa: TE con collare piatto Ø12,5
Chiave: 10
Passo: 1,81
Utilizzo: supp. metallici: 1,5 - 6 mm
Avvitatore: 1500 giri/min



Cod.	Vite Ø x L	Sp. fissabile min	Pacchetto fissabile max	Conf.	Imballo	€ 100 pz
19600B06019S0	6,3x19		7	200	1600	11,45
19600B06025S0	6,3x25		13	200	1600	13,21
19600B06032S0	6,3x32		20	200	1600	14,40
19600B06038S0	6,3x38		26	200	1200	14,98
19600B06050S0	6,3x50		38	200	1200	17,68
19600B06060S0	6,3x60		48	200	800	20,52
19600B06070S0	6,3x70	14	58	100	600	24,00
19600B06100S0	6,3x100	44	88	100	600	32,90

AF-STEEL TCEI

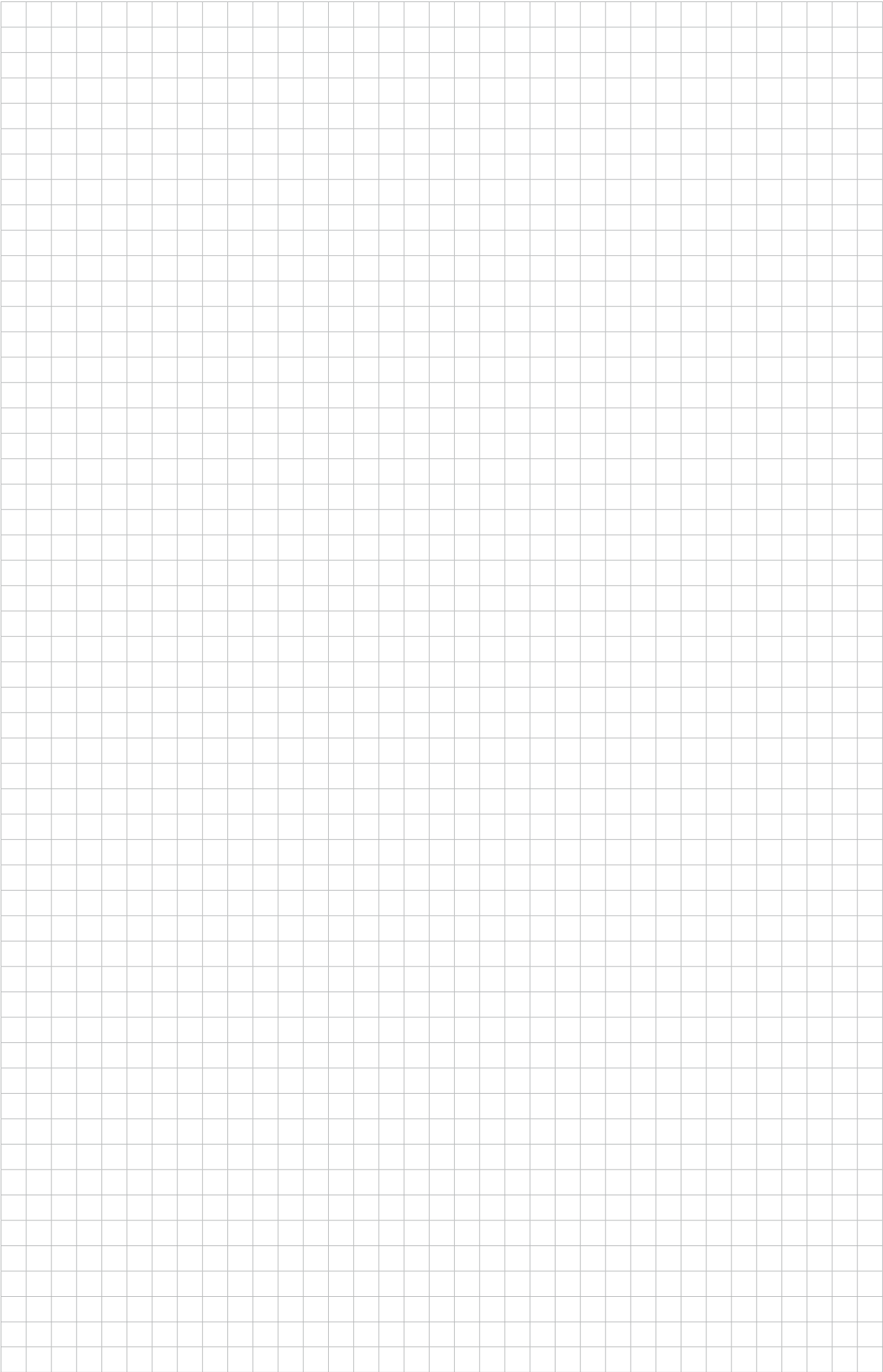
Vite autofilettante

Materiale: acciaio cementato
Rivestimento: zincato bianco
Testa: TCEI
Chiave: 5
Passo: DIN 7970
Utilizzo: supp. metallici
Preforo: UNI 6946-71



Cod.	Vite Ø x L	Chiave	Conf.	Imballo	€ 100 pz
19470B48019S0	4,8x19	5	500	4000	8,46
19470B48022S0	4,8x22	5	500	4000	9,41
19470B48025S0	4,8x25	5	500	3000	9,59
19470B48032S0	4,8x32	5	200	1600	10,65
19470B48038S0	4,8x38	5	200	1600	12,66
19470B48045S0	4,8x45	5	200	1600	13,66
19470B48050S0	4,8x50	5	200	1600	13,73

a stock



Guida al Fissaggio

1.....	INTRO	12
1.1.....	DISCLAIMER	12
1.2.....	DATI DI RIFERIMENTO	12
1.3.....	CERTIFICAZIONE EUROPEA DEGLI ANCORANTI.....	12
2.....	MATERIALE BASE.....	13
2.1.....	CALCESTRUZZO	13
2.2.....	CEMENTO CELLULARE.....	14
2.3.....	INTONACO	14
2.4.....	MURATURE IN BLOCCHI.....	14
2.4.1.....	MATTEONE PIENO	14
2.4.2.....	MATTEONE SEMIPIENO	15
2.4.3.....	MATTEONE FORATO.....	15
2.4.4.....	BLOCCHI PORTANTI IN CALCESTRUZZO	15
2.4.5.....	PIETRA NATURALE.....	15
2.4.6.....	MALTA DI GIUNZIONE	15
2.5.....	PANNELLI	16
2.6.....	LEGNO.....	16
3.....	CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI DI FISSAGGIO	16
3.1.....	SISTEMI DI FISSAGGIO CON FORATURA.....	17
4.....	INSTALLAZIONE DEGLI ANCORANTI.....	18
4.1.....	FORATURA.....	19
4.2.....	PULIZIA DEL FORO	19
4.3.....	INSERIMENTO DELL'ANCORANTE.....	19
5.....	SCELTA DELL'ANCORANTE	19
6.....	PROVE SUGLI ANCORANTI	21
7.....	PROGETTAZIONE DEL FISSAGGIO	21
7.1.....	GENERALITÀ	21
7.1.1.....	MECCANISMI DI ROTTURA	21
7.1.2.....	DISTANZE DAL BORDO E INTERASSI.....	22
7.1.3.....	PROFONDITÀ DI ANCORAGGIO	22

7.1.4.....	SPESSORE DEL CALCESTRUZZO	22
7.1.5.....	FESSURAZIONE.....	23
7.2.....	CALCOLO ALLO STATO LIMITE ULTIMO.....	23
7.2.1.....	EN1992-4:2018 I PRINCIPI DELLA PROGETTAZIONE	23
7.2.1.1.....	VALORI DI PROGETTO E CONCETTO DI SICUREZZA	24
7.2.1.2.....	STATO LIMITE ULTIMO – CARICHI DI TRAZIONE	24
7.2.1.2.1.....	CEDIMENTO LATO ACCIAIO	24
7.2.1.2.2.....	ROTTURA CONICA DEL CALCESTRUZZO	24
7.2.1.2.3.....	CEDIMENTO PER PULL-OUT.....	25
7.2.1.2.4.....	ROTTURA COMBINATA PER PULL-OUT E CONO DI CALCESTRUZZO.....	25
7.2.1.2.5.....	ROTTURA PER SPLITTING.....	26
7.2.1.2.6.....	CEDIMENTO PER BLOW-OUT	26
7.2.1.2.7.....	CEDIMENTO DELL'ARMATURA SUPPLEMENTARE: ROTTURA LATO ACCIAIO	27
7.2.1.2.8.....	CEDIMENTO DELL'ARMATURA SUPPLEMENTARE: FALLIMENTO ANCORAGGIO ..	27
7.2.1.3.....	STATO LIMITE ULTIMO – CARICHI DI TAGLIO	27
7.2.1.3.1.....	CEDIMENTO LATO ACCIAIO	27
7.2.1.3.2.....	CEDIMENTO PER SCALZAMENTO.....	28
7.2.1.3.3.....	CEDIMENTO DEL BORDO DI CALCESTRUZZO	28
7.2.1.3.4.....	CEDIMENTO DELL'ARMATURA SUPPLEMENTARE: ROTTURA LATO ACCIAIO	29
7.2.1.3.5.....	CEDIMENTO DELL'ARMATURA SUPPLEMENTARE: FALLIMENTO ANCORAGGIO ..	29
7.2.1.4.....	CARICHI COMBINATI DI TRAZIONE E TAGLIO	29
7.3.....	ANCORANTI PER APPLICAZIONI SISMICHE.....	30
7.4.....	PROGETTAZIONE DEGLI ANCORANTI SOTTO AZIONI SISMICHE	30
7.5.....	OPZIONI	31
7.6.....	RESISTENZA DI PROGETTO.....	31
7.6.1.....	COMBINAZIONE DI TRAZIONE E TAGLIO.....	32
7.7.....	METODO DI CALCOLO SEMPLIFICATO (CARICHI RACCOMANDATI)	33
7.7.1.....	CARICO DI TRAZIONE.....	33
7.7.2.....	CARICO DI TAGLIO	34
8.....	FERRI D'ARMATURA POST-INSTALLATI	35
8.1.....	DIFFERENTI TIPOLOGIE DI APPLICAZIONE.....	35
8.2.....	TIPOLOGIE DI CONNESSIONI.....	36
8.2.1.....	APPLICAZIONI REBAR CERTIFICATE	36
8.3.....	FORZA DI ADESIONE	37
8.4.....	LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO DI BASE	38
8.5.....	CASO DI ANCORAGGIO	39
8.6.....	CASO DI SOVRAPPOSIZIONE A BARRE ESISTENTI.....	40
8.7.....	LUNGHEZZE DI ANCORAGGIO E SOVRAPPOSIZIONE IN CLS FESSURATO.....	40
8.8.....	COPRIFERRO E SPAZIATURA MINIMI.....	41
8.8.1.....	COPRIFERRO MINIMO	41
8.8.2.....	SPAZIATURA MINIMA	41
9.....	CORROSIONE	41
9.1.....	GENERALITÀ	41
9.2.....	TIPI DI CORROSIONE	41
9.2.1.....	CORROSIONE UNIFORME	41
9.2.2.....	CORROSIONE PER PITTING	42
9.2.3.....	CORROSIONE IN FESSURA	42
9.2.4.....	CORROSIONE PER CONTATTO GALVANICO	42
9.2.5.....	CORROSIONE SOTTO SFORZO	43
9.3.....	PROTEZIONE DALLA CORROSIONE.....	43
9.3.1.....	ZINCATURA	44
9.3.2.....	METALLI RESISTENTI ALLA CORROSIONE.....	44

1 INTRO

1.1 DISCLAIMER

NOTE IMPORTANTI

Istruzioni per l'utilizzo

Le informazioni ed istruzioni per l'utilizzo qui fornite sono soggette ai termini generali di business di Simpson Strong-Tie e si basano su principi, regole, formule e fattori di sicurezza indicati nei documenti tecnici di Simpson Strong-Tie.

Questi documenti sono basati su valori standard ottenuti da test condotti in condizioni controllate e sono considerati corretti ed accurate al momento della pubblicazione.

I prodotti devono essere utilizzati ed applicati esclusivamente in accordo alle correnti istruzioni per l'utilizzo pubblicate da Simpson Strong-Tie.

Caratteristiche dei supporti in cantiere

I materiali da costruzione e le loro condizioni possono variare nei diversi cantieri.

Queste differenze rendono necessari test in cantiere per determinare la performance dei fissaggi in una determinata applicazione. Se si ritiene che il supporto abbia caratteristiche meccaniche inadeguate o scarse per ottenere un fissaggio adeguato, contattare l'Assistenza Tecnica Simpson Strong-Tie. L'utilizzatore deve tenere conto delle condizioni in situ e dell'utilizzo dei prodotti ed è responsabile per la scelta del prodotto più idoneo per una determinata applicazione.

Limitazione della garanzia

Simpson Strong-Tie esclude e declina qualsiasi garanzia implicita, inclusa, ma non limitata alla garanzia di commerciabilità e idoneità per uno scopo particolare.

Limitazione di responsabilità

In nessun caso Simpson Strong-Tie sarà responsabile per eventuali danni diretti, indiretti, incidentali, conseguenze particolari, a proprietà o alla vita, perdite o spese di qualsiasi natura derivanti o correlate all'uso, uso improprio o incapacità di utilizzare i prodotti per qualsiasi scopo.

Modifica dei termini e delle condizioni

A causa del costante sviluppo ed evoluzione di Simpson Strong-Tie, Simpson Strong-Tie si riserva il diritto di modificare i termini, le specifiche e le condizioni alle quali vengono offerti i nostri prodotti, senza preavviso.

1.2 DATI DI RIFERIMENTO

I dati tecnici nella Guida al fissaggio di Simpson Strong-Tie derivano dalle procedure di valutazione da parte di istituti di prova indipendenti accreditati secondo i documenti di valutazione europea (EAD) o le linee guida per l'approvazione tecnica europea (ETAG) per i prodotti approvati, ed in base a test del prodotto eseguiti presso il laboratorio Simpson Strong-Tie di San Giovanni al Natisone (Italia) e valutati dai nostri ingegneri esperti o testati e valutati da istituti di prova indipendenti in Europa.

1.3 CERTIFICAZIONE EUROPEA DEGLI ANCORANTI

Fino al 30 giugno 2013, le linee guida per l'approvazione tecnica europea (linee guida ETA o ETAG) sono state elaborate su mandato della Commissione europea al fine di stabilire come gli organismi di approvazione devono valutare le caratteristiche/requisiti specifici di un prodotto da costruzione o di una famiglia di prodotti da costruzione. Gli ETAG sono stati utilizzati come base per i Benestare Tecnici Europei (ETA), i documenti che forniscono informazioni sulla valutazione delle prestazioni del prodotto riguardo alle sue caratteristiche essenziali.

Dal 1 ° luglio 2013, secondo il nuovo regolamento sui prodotti da costruzione (EU / 305/2011), i documenti per la **valutazione europea (EAD)** hanno iniziato a essere sviluppati come specifiche tecniche armonizzate e non sono stati sviluppati nuovi ETAG. Allo stesso modo la **valutazione tecnica europea (ETA)** ha sostituito i benestare tecnici europei.



Zavod za gradbeništvo Slovenije Slovenian National Building and Civil Engineering Institute Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenia Tel.: +386 (0)1 478 44 72 Fax: +386 (0)1 478 74 63 e-mail: info@zag.si http://www.zag.si		 član EOTA
European Technical Approval ETA-12/0358 (English translation prepared by ZAG – Original version in Slovenian language)		
Konstrukcijska rešitev Trade name	FPN - FPNH - FPNR - FPNHR	
Izveden ekspozit Holder of approval	Simpson Strong-Tite® GmbH Riederhofstrasse 27 65214 Frankfurt am Main Germany	
Tip gradbenega proizvoda in njegova predvidena uporaba Generic type and use of construction product	Plastično sidro za skupinsko nekonstrukcijsko uporabo v betonu in zidkih Plastic anchor for multiple use in concrete and masonry for non-structural applications	
Veljavnost Validity	od from 21.08.2015 do to 13.12.2015	
Proizvodni center Manufacturing plant	Simpson Strong-Tite® Manufacturing Facilities Plant 7	
Ta Evropska tehnična odobritev vsebuje This European Technical Approval contains:	20 strani vključno s 17 prilogami, ki so sestavni del tega soglasja 20 pages including 17 annexes which form an integral part of this document	
 Evropska organizacija za tehnična soglasja European Organisation for Technical Approvals		

La **Dichiarazione di Prestazione (DoP)** è un documento rilasciato dal produttore che dettaglia le informazioni riguardanti la prestazione del prodotto in relazione alle caratteristiche essenziali, assumendosi la responsabilità della conformità del prodotto alla prestazione dichiarata.

Un ancorante con ETA e DoP può avere la **marcatatura CE**, che ne consente la vendita in tutta l'UE e ne garantisce la sicurezza garantendo la conformità alle linee guida EAD (ETAG).

Un sistema di **valutazione e verifica della costanza delle prestazioni (AVCP)** viene applicato a ciascuna famiglia di prodotti da costruzione per garantire che la Dichiarazione di prestazione (DoP) sia rigorosamente rispettata, coinvolgendo il controllo interno permanente della produzione in fabbrica e la sorveglianza continua dell'organismo notificato.

Tutte le linee guida e gli standard europei di riferimento possono essere scaricati dal sito web ufficiale dell'EOTA www.eota.eu

2 MATERIALE BASE

La conoscenza il più possibile precisa del materiale di supporto nel quale andremo ad installare i nostri ancoranti è di primaria importanza per la buona riuscita del fissaggio. Questa fase può presentare spesso delle difficoltà, soprattutto quando si opera su edifici esistenti per i quali non ci sia alcuna documentazione.

In questi casi l'installazione degli ancoranti va preceduta da un'accurata analisi delle caratteristiche, prevedendo dei test per verificare la resistenza del materiale (ad es. sclerometro su calcestruzzo) e successive prove di estrazione da effettuare in zone vicino all'area interessata.

Nel caso permangano incertezze sulla consistenza del supporto preferire sistemi di ancoraggio che non sviluppino sollecitazioni nel materiale per espansione (ad es. ancorante chimico).

2.1 CALCESTRUZZO

Il **calcestruzzo** è un conglomerato costituito da una miscela di legante idraulico (cemento), aggregati (sabbia, ghiaia), additivi, eventuali aggiunte minerali ed acqua. Il legante, idratandosi con l'acqua, indurisce e conferisce alla miscela una resistenza tale da renderlo simile ad una roccia. È il materiale più utilizzato per la realizzazione di parti strutturali degli edifici. La massa volumica del calcestruzzo **normale** è maggiore di 2000 kg/m³ e non maggiore di 2600 kg/m³.

Il calcestruzzo può essere prodotto utilizzando aggregati leggeri, in questo caso si parla di calcestruzzo **leggero** e la massa volumica è non minore di 800 kg/m³ e non maggiore di 2000 kg/m³.

La normativa di riferimento è la EN 206-1. Secondo questa norma il calcestruzzo normale è identificato con la lettera maiuscola "C" e due numeri (ad es. C20/25): il primo numero corrisponde alla resistenza caratteristica a compressione espressa in N/mm² con provino cilindrico con un diametro di 150 mm e un'altezza di 300 mm, il secondo numero corrisponde alla resistenza caratteristica a compressione su provino cubico di lato 150 mm.

Le classi di resistenza del calcestruzzo normale sono:

C12/15, C16/20, **C20/25**, C25/30, C30/37, C35/45, C40/50, C45/50, **C50/60**

Nel caso di calcestruzzo leggero la classe di resistenza è indicata dalle lettere "LC" seguite, come per il calcestruzzo normale, dalla resistenza caratteristica da provino cilindrico e cubico.

Le classi di resistenza del calcestruzzo leggero sono:

LC12/13, LC16/28, LC20/22, LC25/28, LC30/33, LC35/38, LC40/44, LC45/50, LC45/55



Nella linea guida EAD-330232-00-0601 l'uso previsto è limitato al calcestruzzo normale per classi di resistenza da C20/25 a C50/60, non è possibile utilizzare ancoranti metallici strutturali in calcestruzzo a bassa resistenza. Le classi C12/15 e C16/20 sono ammesse solo per ancoranti metallici non strutturali (EAD-330747-00-0601) e per ancoranti plastici (ETAG 020).

Le linee guida non prevedono l'uso degli ancoranti su calcestruzzo leggero.

2.2 CEMENTO CELLULARE

Il Calcestruzzo Aerato Autoclavato (AAC) è costituito da sabbia quarzifera, calce, cemento, acqua e polvere di alluminio (agente lievitante). Questo impasto sviluppa gas al suo interno. Dopo circa 2 ore di lievitazione il materiale viene lavorato e trattato in autoclave a 190-200°C per 10-12 ore.

Il materiale è reperibile in forma di blocchi, architravi, pannelli per solai o pareti.

La norma di riferimento è EN 771/4. Su questo materiale si possono utilizzare solo ancoranti plastici o ancoranti speciali per questo materiale (TML, TRZ). Le resistenze ottenibili dipenderanno dalla densità e dalla resistenza a compressione del materiale utilizzato. Il produttore del AAC dovrà dichiarare la densità a secco e la resistenza a compressione (media o caratteristica) che non può essere meno di 1,5 N/mm². Valori tipici vanno dai 400 ai 700 kg/m³ per la densità e da 2 a 5 N/mm² per la resistenza.

2.3 INTONACO

L'intonaco è uno strato di rivestimento delle murature che ha funzione protettiva, di regolarizzazione della superficie ed estetica. Esso è tradizionalmente composto da un legante che può essere calce idraulica, cemento o gesso, sabbia con granulometria massima di 2 mm e acqua.

Molto usato è l'intonaco monostrato. Si tratta di un materiale preparato industrialmente e distribuito in sacco o in silos. Viene mescolato all'acqua prima dell'uso, distribuito in cantiere con una tubazione ed applicato a spruzzo.

La resistenza meccanica è molto variabile per cui non si può fare affidamento su resistenze elevate. Un buon intonaco può avere una resistenza dai 5 ai 10 N/mm², mentre un intonaco scarso può avere una resistenza molto inferiore. Porre attenzione soprattutto a strati friabili e di spessore eccessivo in quanto possono indurre fenomeni di flessione riducendo di molto la resistenza dell'ancoraggio.

Naturalmente nel caso di fissaggi strutturali l'eventuale intonaco presente sul calcestruzzo va rimosso.

2.4 MURATURE IN BLOCCHI

Non esiste uno standard preciso per la produzione dei blocchi per muratura. A causa di ciò le valutazioni che si possono fare sull'ancorante sono valide solo per il tipo di blocco considerato nelle prove. Facilmente il blocco che sarà effettivamente impiegato in cantiere sarà diverso e il responsabile dovrà valutare se eseguire altre prove in cantiere per determinare i valori reali di resistenza.

2.4.1 MATTONE PIENO

Il mattone pieno è il più antico elemento modulare "industriale" per la costruzione degli edifici. Le dimensioni variano da paese a paese: in Italia sono di 5,5x12x25 cm, in Europa 6x12x25 cm, in Gran Bretagna 7,5x11,2x22,5 cm.

Vengono classificati come mattone pieno tutti i blocchi in laterizio con percentuale di vuoti inferiore al 15%.

La resistenza a compressione è variabile, viene determinata secondo la norma EN 772-1 dove sono considerati valori compresi fra 10 e 80 N/mm². Usualmente la resistenza dovrebbe essere compresa fra 20 e 40 N/mm².

Questo materiale è adatto all'installazione di ancoranti metallici essendo la resistenza a compressione abbastanza alta. Si deve tenere conto che comunque nella muratura è presente la discontinuità dovuta alla giunzione degli elementi, per cui la resistenza del fissaggio dipende anche dal tipo di malta utilizzato e dalla posizione dei fori rispetto alle linee di giunzione.





2.4.2 MATTONE SEMIPIENO

Sono blocchi in laterizio con percentuale di vuoti compresa fra il 15% e il 45% della superficie trasversale (ES. Doppio UNI). I fori vengono tenuti sempre ortogonali al piano di posa.

Con questi elementi si realizzano murature portanti o tamponamenti. Vengono realizzati anche con materiale alleggerito poroso per migliorare le caratteristiche di isolamento termico e acustico, in questo caso si parla di termolaterizio o blocco Poroton.

La maggiore presenza di vuoti non consente la realizzazione di ancoraggi importanti anche se il materiale presenta una buona resistenza alla compressione. Soprattutto è più difficile assorbire le forze di espansione degli ancoranti metallici ad espansione. Per questo sono preferibili gli ancoranti chimici che permettono di distribuire lo sforzo su tutte le costolature interne interessate. Ovviamente non ci sono controindicazioni per ancoranti plastici.



2.4.3 MATTONE FORATO

Sono elementi in laterizio con percentuale di vuoti maggiore del 45%. Di regola sono postati con la foratura orizzontale.

La grande percentuale di vuoti e lo spessore solitamente ridotto degli elementi, non permettono di realizzare ancoraggi importanti. Sono indicati ancoranti plastici possibilmente abbastanza lunghi in modo da interessare almeno un setto interno, oppure ancoranti chimici con retina. In questi casi, la modalità di rottura dell'ancoraggio comporterà quasi sempre il collasso del supporto.

Le resistenze di ancoraggio sono comunque basse e dipende molto dalla presenza di intonaco.



2.4.4 BLOCCHI PORTANTI IN CALCESTRUZZO

Sono blocchi realizzati in calcestruzzo normale o più spesso in calcestruzzo leggero, con forme e dimensioni varie e contenenti parti vuoti.

Per le loro buone caratteristiche di isolamento termico sono molto diffusi i blocchi Leca® prodotti con calcestruzzo alleggerito con argilla espansa.

La grande varietà di forme e dimensioni non permettono di dare valori di resistenza degli ancoranti validi in generale, bensì va fatta di volta in volta una valutazione in base al tipo di elemento utilizzato. La resistenza a compressione è compresa fra i 5 e i 10 N/mm².



2.4.5 PIETRA NATURALE

La pietra naturale è un materiale che si ritrova più facilmente nelle costruzioni più datate e può essere considerato, nonostante sia per sua natura variabile, un buon materiale da costruzione.

Attualmente viene maggiormente utilizzato nelle ristrutturazioni e più raramente, come materiale portante, nelle costruzioni nuove, anche per il suo costo. Più frequentemente viene utilizzato per rivestimenti di facciata o pavimentazioni.

Se il materiale è compatto si riescono ad ottenere ancoraggi con una buona resistenza purché si abbia l'accortezza di realizzare il foro nella massa piena degli elementi evitando le linee di congiunzione.

Materiali porosi quali il tufo non permettono di realizzare ancoraggi importanti. In questo caso evitare l'utilizzo di ancoranti metallici ad espansione, preferire gli ancoranti plastici o il chimico.

I blocchi in pietra sono regolati dalla norma EN 771-6.

2.4.6 MALTA DI GIUNZIONE

Le malte di giunzione dei blocchi sono costituite da una miscela di legante (calce idraulica e/o cemento), aggregati con granulometria massima di 2 mm e acqua.

Lo scopo della malta di giunzione è quello di trasmettere i carichi da fra i blocchi e rendere stabile la muratura.

La norma europea che definisce la malta è la EN 998-2, le classi previste sono le:

M1 - M2,5 - M5 - M10 - M15 - M20

La resistenza minima a compressione è rispettivamente di:

1 N/mm², 2,5 N/mm², 5 N/mm², 10 N/mm², 15 N/mm², 20 N/mm².

Per quanto possibile evitare di installare ancoranti nella giunzione dei blocchi.

2.5 PANNELLI

I pannelli possono essere di cartongesso, legno truciolare, fibrocemento, compensato, ecc.

Vengono utilizzati per la realizzazione di rivestimenti o tramezzature interne. La resistenza dell'ancoraggio che è possibile realizzare sarà comunque molto bassa.

Utilizzare ancoranti per pannelli che ottengono un aggancio o un sottosquadro all'interno del pannello, quali il XP, TMT, AM, TAN, TRZ, TPV, TMC e X1 evo. Per il fissaggio dei pannelli di cartongesso ai profilati metallici di sostegno utilizzare le viti TROMP.



2.6 LEGNO

Il legno è il più antico materiale da costruzione utilizzato dall'uomo. Dopo un lungo periodo di disuso questo materiale, per le sue qualità di peso, resistenza meccanica, resistenza al fuoco, durabilità quando correttamente progettato, è tornato in auge per cui succede spesso di trovarlo anche nelle nuove costruzioni, soprattutto in copertura.

In edilizia viene utilizzato il legno massiccio di diverse essenze. Prevalgono maggiormente le conifere quali l'abete o il larice o latifoglie quali il castagno o il rovere.

Viene sempre più utilizzato il legno lamellare, prevalentemente ricavato da legno di abete. Questo è ottenuto per incollaggio lamelle di legno sovrapposte, con il vantaggio di potere eliminare le parti di legno difettoso e di ottenere travature di grande luce e sezione e di forma anche curvilinea, con un notevole impatto architettonico.

Parallelamente ad una maggiore diffusione delle strutture in legno in Europa ha avuto grande impulso anche la normativa europea sia per il legno massiccio che lamellare: EN 14080 e EN 1194 per il legno lamellare, EN 14081 e EN 388 per il legno massiccio. Per il legname prodotto in Italia vanno considerate anche la UNI 11035 parte 1 e 2 che si riferiscono alle essenze nazionali.

Ormai anche il legno strutturale è soggetto alla marcatura CE, per cui c'è una maggiore sicurezza nel suo utilizzo ed anche l'approccio progettuale è diventato più scientifico.

Per il calcolo i riferimenti in Europa sono la norma tedesca DIN 1052, l'Eurocodice 5, e standard nazionali sviluppati da diversi stati, come le italiane Norme Tecniche per le Costruzioni.

Per i fissaggi e i collegamenti strutturali si utilizzano viti legno tradizionali o tipo le FM-WOOD PRO. Per unioni importanti e soprattutto per i rinforzi del solaio in legno nei lavori di ristrutturazioni viene utilizzata la resina epossidica abbinata a barre d'acciaio oppure il connettore a vite Simpson Strong-Tie.



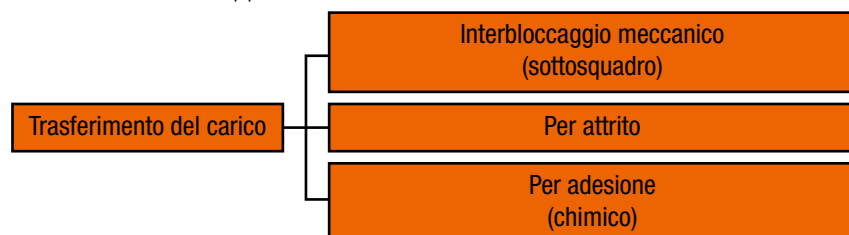
3 CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI DI FISSAGGIO

Una prima classificazione può essere fatta in base al tipo di installazione:



I sistemi di fissaggio offerti in questo catalogo riguardano esclusivamente l'installazione con foratura. Ogni sistema considerato prevede come prima operazione per l'installazione la foratura del supporto.

Un'altra classificazione può essere fatta in base al modo con cui il carico viene trasferito dall'ancorante al supporto:



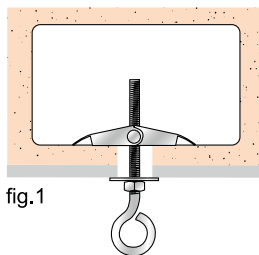


fig.1

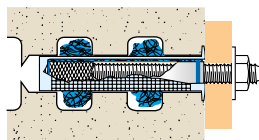


fig.2

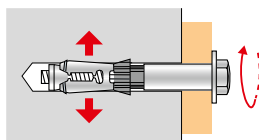


fig.3

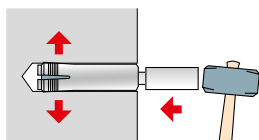


fig.4

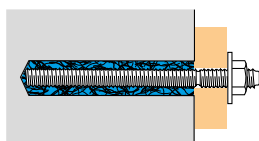


fig.5

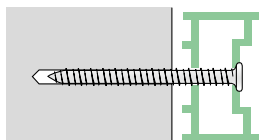


fig.6

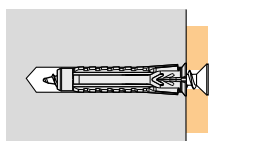


fig.7

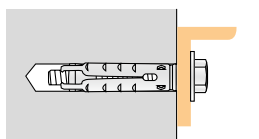


fig.8

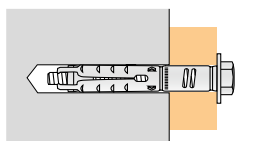


fig.9

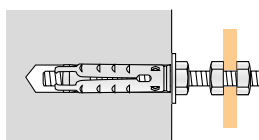


fig.10

Interbloccaggio meccanico (fig.1 e fig.2): il foro viene modificato per creare una cavità, o sottosquadro, di ben definita forma e dimensione, per mezzo di uno speciale dispositivo di foratura o con lo stesso ancorante. La forza viene trasmessa al supporto attraverso la superficie in sottosquadro. Esempi di sottosquadro di realizzazione più semplice si hanno con supporti cavi: in questo caso è il supporto stesso che presenta delle superfici in sottosquadro per cui è sufficiente che l'ancorante sfrutti le cavità proprie del supporto.

Attrito (fig.3 e fig.4): la forza agente sull'ancorante è equilibrata dalle forze di attrito che si generano fra l'ancorante e le pareti del foro a causa dell'espansione che viene data all'ancorante durante l'installazione. In questo caso si parla di ancorante ad espansione. L'espansione dell'ancorante è data solitamente da un cono di espansione che viene forzato, durante l'installazione, contro la parte esterna dell'ancorante.

Adesione (fig.5): la forza agente sull'ancorante viene trasferita al supporto per mezzo di un adesivo chimico che si interpone fra l'ancorante e le pareti del foro. L'adesivo, in genere una resina, aderisce all'ancorante da una parte e alle pareti del foro dall'altra, trasmettendo le forze per mezzo di micro inchievementi. Per l'efficienza del sistema l'ancorante presenta una superficie opportunamente scabra (ad es. una barra filettata) e il foro viene accuratamente pulito per permettere alla resina di penetrare nei micro crateri che si formano nella parete del foro durante le operazioni di foratura.

Tutti i sistemi considerati in questo catalogo sono riconducibili ad uno dei meccanismi descritti.

3.1 SISTEMI DI FISSAGGIO CON FORATURA

Questo tipo di fissaggio è quello che ha avuto il maggiore sviluppo ed è sicuramente il più utilizzato. Per ogni sistema la prima operazione da compiere è la foratura del supporto.

All'interno di questa grande famiglia si possono individuare almeno le sotto elencate categorie:

ancoranti ad espansione a controllo di coppia (fig.3)

ancoranti ad espansione a controllo di deformazione (fig.4)

ancoranti in sottosquadro (fig.1 e fig.2)

ancoranti chimici (fig.5)

ancoranti a vite (fig.6)

ancoranti plastici (fig.7)

Un'altra distinzione importante riguarda la modalità di installazione rispetto al pezzo da fissare. Si hanno tre possibili situazioni:

Ancorante non passante (fig.8): l'ancorante viene posizionato nel foro, successivamente viene posizionato il pezzo e si fissa lo stesso con l'inserimento di una vite. Tipicamente il foro passante nel pezzo è minore del foro nel supporto.

Ancorante passante (fig.9): l'ancorante viene inserito attraverso l'elemento da fissare. Il foro nel pezzo è maggiore o uguale al foro nel supporto. Il pezzo da fissare, se già forato, viene utilizzato come sagoma per la foratura del supporto, oppure viene forato contemporaneamente al supporto.

Fissaggio distanziato (fig.10): l'elemento da fissare è distanziato dalla parete del supporto. In questo caso si utilizza un ancorante con la parte filettata prolungata e l'elemento viene bloccato con dado e controdado. La parte di ancorante che sporge dalla parete sarà soggetta a sforzi, oltre che di taglio, di flessione (ancoraggio con braccio di leva).

L'utilizzo di ancoranti passanti permette di semplificare le operazioni di installazione. Questo tipo di ancoranti è quello che ha avuto la maggiore diffusione.

Una ulteriore classificazione degli ancoranti può essere fatta rispetto alla sicurezza:

ancoranti per fissaggi strutturali; il collasso provoca il crollo dell'edificio o di una sua parte;

ancoranti per fissaggi non strutturali ma per i quali il collasso provoca un rischio immediato per la vita umana;

ancoranti per i quali un collasso non provoca un rischio immediato per la vita umana.

Questa distinzione non è legata tanto o solo alla configurazione dell'ancorante, ma soprattutto all'utilizzo previsto dello stesso. Per questo lo stesso tipo di ancorante potrebbe essere diversamente classificato a seconda dell'utilizzo previsto.

Le linee guida europee differiscono anche per l'uso previsto: la EAD-330232-00-0601 si occupa soprattutto di ancoranti strutturali, la EAD-330747-00-0601 di ancoranti metallici non strutturali.

La ETAG 001 / EAD 330232-00-0601 differenzia anche fra calcestruzzo non fessurato e calcestruzzo fessurato.

Calcestruzzo fessurato (fig.11): per sua natura il calcestruzzo presenta scarsa resistenza alla trazione. Nelle zone tese della struttura gli sforzi vengono assorbiti dalle armature, per cui in queste zone è inevitabile la presenza di cricche. L'armatura viene progettata in modo da limitare l'ampiezza delle cricche a 0,3 mm. La presenza di queste cricche influisce negativamente sulla resistenza e sul comportamento dell'ancorante. Inoltre è molto probabile che la cricca passi proprio per il foro, questo a causa dello stato tensionale indotto proprio dalla presenza dell'ancorante.

La linea guida considera come calcestruzzo fessurato tutte quelle zone della struttura nelle quali la tensione di compressione è inferiore a 3 N/mm².

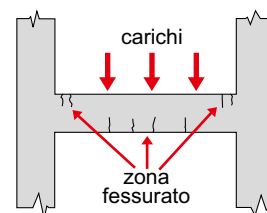


fig.11

Inoltre nella linea guida europea vengono considerate anche la classe del calcestruzzo, la caratterizzazione del prodotto rispetto alla direzione del carico e la determinazione degli interassi minimi e distanze minime dal bordo. Ne risultano 12 Opzioni di valutazione che sono riportate nel seguente specchio:

Opzione n°	Calcestruzzo fessurato e non fessurato	Solo calcestruzzo non fessurato	Solo C20/25	Da C20/25 a C50/60	F _{Rk} valore unico	F _{Rk} funzione della direzione	C _{cr}	S _{cr}	C _{min}	S _{min}	Metodo di calcolo secondo Allegato C
1	x			x		x	x	x	x	x	A
2	x		x			x	x	x	x	x	
3	x			x	x		x	x	x	x	
4	x		x		x		x	x	x	x	B
5	x			x	x		x	x			
6	x		x		x		x	x			C
7		x		x		x	x	x	x	x	
8		x	x			x	x	x	x	x	A
9		x		x	x		x	x	x	x	
10		x	x		x		x	x	x	x	
11		x		x	x		x	x			B
12		x	x		x		x	x			

(Tabella 1)

Da **opzione 1 a 6** l'utilizzo è ammesso anche in calcestruzzo fessurato, quindi nelle zone tese della struttura. Da **opzione 7 a 12** l'ancorante può essere utilizzato solo nelle zone compresse.

L'opzione 1 è una prequalifica obbligatoria per la **certificazione sismica**, che può essere di livello **C1** o di livello **C2**, quest'ultimo soggetto alle procedure di prova più severe.

4 INSTALLAZIONE DEGLI ANCORANTI

Soprattutto nella installazione di ancoranti strutturali non va trascurata l'operazione di installazione. Una installazione male eseguita può portare al fallimento dell'ancoraggio con grave pregiudizio della sicurezza dell'opera costruita.

Dato per scontato che scelta e progetto dell'ancoraggio siano corretti, gli strumenti per una corretta installazione sono:

conoscenza delle istruzioni di installazione allegate al prodotto;

qualifica del personale che opera in cantiere;

presenza del direttore dei lavori che deve sovrintendere alle operazioni di installazione per garantire il rispetto delle prescrizioni.



fig.12

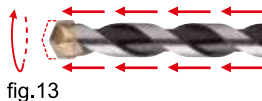


fig.13

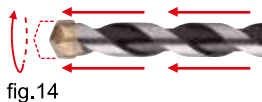


fig.14

4.1 FORATURA

Le tecniche di foratura sono le seguenti:

- **Foratura a rotazione** (fig.12): nell'utensile di foratura viene disinserita la percussione, questo per evitare di provocare rotture nel caso di foratura su materiali friabili o di scarsa resistenza quali mattoni cavi o forati, pannelli, materiali porosi. La percussione potrebbe provocare la demolizione del materiale ben oltre il foro che si vuole ottenere. Questo pregiudicherebbe la possibilità di realizzare l'ancoraggio comportando inoltre onerose operazioni di riparazione.
- **Foratura a rotopercussione** (fig.13): l'utensile di foratura applica alla punta forante brevi e frequenti percussioni. Questa tecnica è adatta per materiali quali il calcestruzzo, i mattoni pieni e la pietra.
- **Foratura a martello** (fig.14): l'utensile di foratura applica alla punta percussioni meno frequenti ma molto più intense, anche la velocità di rotazione è inferiore. In questo caso l'elettro utensile viene chiamato martello perforatore e le punte sono tipo SDS Plus o SDS Max. Questa tecnica è l'ideale per materiali ad alta resistenza quali il calcestruzzo e la pietra compatta in quanto permette di ottenere una perfetta foratura in breve tempo e poca fatica.

Prima di iniziare la foratura controllare lo stato della punta, condizione dei taglienti e diametro effettivo. Non utilizzare punte eccessivamente usurate. Nel caso di foratura su calcestruzzo armato controllare con un rilevatore la posizione dei ferri d'armatura. Si deve evitare di danneggiare l'armatura. Nel caso di contatto accidentale il direttore dei lavori deciderà se proseguire o riprendere la foratura in una posizione diversa con eventuale riparazione del foro errato.

Curare anche la perpendicolarità del foro. Angoli eccessivi possono indurre sollecitazioni di flessione nella parte filettata dell'ancorante con conseguente riduzione della resistenza complessiva.

Prima di inserire l'ancorante nel foro controllare che la profondità non sia inferiore al valore h_0 indicato nelle schede tecniche e nelle istruzioni.

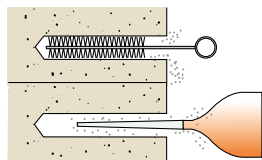


fig.15

4.2 PULIZIA DEL FORO

Eseguire la pulizia del foro secondo le istruzioni allegate al prodotto (fig.15). Questa operazione viene spesso trascurata o sottovalutata. Se teniamo presente che i tasselli ad espansione funzionano principalmente per attrito, si comprende facilmente che la presenza di polvere all'interno del foro può diminuire sensibilmente la resistenza dell'ancoraggio. Anche per gli ancoranti chimici la presenza di polvere è deleteria in quanto ostacola l'adesione della resina alle pareti del foro.

4.3 INSERIMENTO DELL'ANCORANTE

Inserire l'ancorante nel foro prima del pezzo da fissare se l'ancorante è non passante, attraverso il pezzo se è passante. Serrare la vite o il dado alla coppia di serraggio Tinst indicata. Spesso in cantiere non è presente una chiave dinamometrica che permetta di controllare la coppia. Questo può essere accettabile solo per ancoraggi di scarsa importanza. Nel caso di ancoraggi strutturali con carichi da trasmettere importanti è indispensabile dotarsi di uno strumento adatto. Sia una scarsa che una eccessiva coppia di serraggio può compromettere la resistenza. Nel caso di ancoraggi chimici prima di applicare la coppia attendere l'indurimento della resina come indicato nelle istruzioni.

5 SCELTA DELL'ANCORANTE

La selezione dipende dalla considerazione di una varietà di fattori, che devono essere tutti presi in considerazione per una scelta corretta.

I principali fattori di cui tenere conto sono:

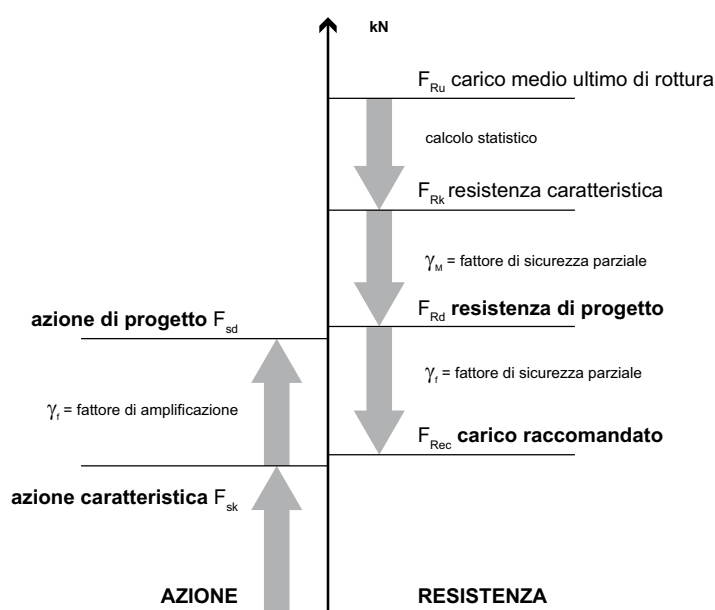
- tipo di materiale di supporto;
- geometria dell'opera;
- direzione, valore e tipo dei carichi (statico, ciclico, sismico, ecc.);
- durabilità attesa e tipo di ambiente;
- onerosità dell'installazione.

Se l'ancoraggio è strutturale o comunque per fissaggi che comportano un rischio per la vita o il cui collasso provochi importanti danni economici, la scelta dell'ancorante va obbligatoriamente verificata con il calcolo.

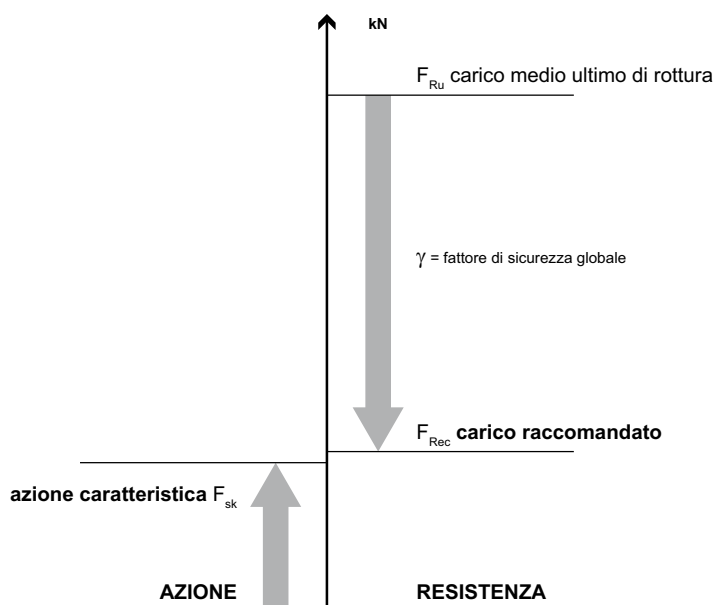
Per contro per applicazioni meno critiche quali ancoraggio di condotte leggere, apparecchi luce, cavi elettrici, accessori di arredamento, ecc. la scelta dell'ancorante può essere fatta in base all'esperienza dell'utilizzatore.

Per il calcolo si possono seguire due strade:

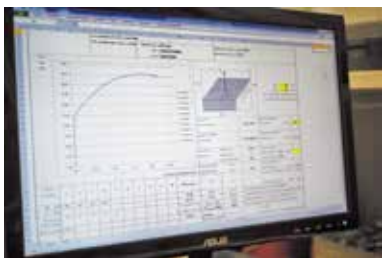
- metodo allo stato limite ultimo con i coefficienti di sicurezza parziale secondo quanto stabilito negli standard EOTA, Eurocodice 2 e gli ETA pertinenti



- metodo dei carichi raccomandati e coefficiente di sicurezza globale secondo il metodo semplificato e le schede tecniche Simpson Strong-Tie



Con il primo metodo si confrontano i valori di progetto della resistenza e delle azioni, dopo averli calcolati mediante l'utilizzo di fattori di sicurezza parziali applicati ai valori caratteristici. Con il secondo metodo, il carico consigliato viene confrontato con un'azione caratteristica e viene applicato un fattore di sicurezza globale unico per calcolare il carico consigliato dalla resistenza finale media.



6 PROVE SUGLI ANCORANTI

Per determinare la capacità degli ancoranti di sopportare i carichi si eseguono un grande numero di prove seguendo i criteri esposti nelle Linee Guida Europee (ETAG/EAD).

Le linee guida prevedono due tipi di prove:

prove nelle condizioni ammissibili di servizio

prove di idoneità

Nelle prove nelle condizioni ammissibili di servizio gli ancoranti vengono installati rispettando tutte le prescrizioni previste quali diametro del foro, pulizia, serraggio, ecc.

Da queste risulteranno i valori di riferimento per la resistenza, oltre alle distanze dal bordo e interasse da considerare nella progettazione (c_{min} , $c_{cr,N}$, $c_{cr,sp}$, s_{min} , $s_{cr,N}$, $s_{cr,sp}$).

Nelle prove di idoneità le linee guida prevedono che nell'installazione non venga rispettata alcuna delle prescrizioni previste. Si va quindi a valutare la capacità dell'ancorante di mantenere un comportamento corretto anche in queste non perfette installazioni. Inoltre si verifica il comportamento dell'ancorante ai carichi ripetuti, l'installazione nella cricca in movimento, la coppia massima di serraggio. L'esito di queste prove potrà comportare una riduzione della resistenza ottenuta dalle prove nelle condizioni ammissibili e permetterà anche di valutare il coefficiente di sicurezza parziale da utilizzare nel calcolo.

Di solito le prove di idoneità sono le più severe e decisive per l'approvazione del prodotto.

Fra i vari criteri di accettazione delle prove il principale è che nella curva sforzo/spostamento, risultato di ogni test di estrazione, non si evidenzino slittamenti incontrollati fino al 70% del carico ultimo del test per prove in calcestruzzo fessurato, al 80% per prove in calcestruzzo non fessurato.

I valori di resistenza, inseriti nell'ETA, sono sempre valori caratteristici ricavati da una valutazione statistica sulle misure risultato delle prove. Per valore caratteristico si intende il frattile del 5% delle misure. In pratica significa che c'è una probabilità del 5% che la grandezza effettivamente riscontrata sia più bassa del valore caratteristico. Questa valutazione permette di tenere conto della dispersione statistica delle resistenze misurate.

Il valore caratteristico si calcola con la seguente formula:

$$F_{5\%} = F_k = \bar{F} - k_s \cdot \sigma \quad (6.1)$$

dove $\bar{F}$ = media delle misure

σ = deviazione standard delle misure

k_s = fattore dipendente dal numero n di misure

e.g.: $n=5$ $k_s=3,401$

$n=10$ $k_s=2,568$

In pratica un ancorante con un comportamento molto costante, per cui le misure di resistenza siano molto vicine al valore medio, avrà una resistenza caratteristica vicina alla media, viceversa un ancorante che evidenzia valori di resistenza molto variabili sarà penalizzato con un valore della resistenza caratteristica molto più basso della media.

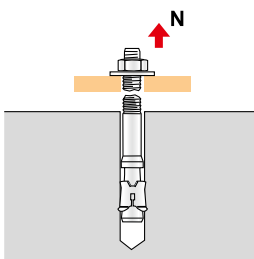


fig.16

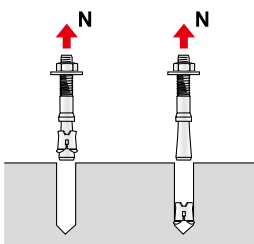


fig.17a

fig.17b

7 PROGETTAZIONE DEL FISSAGGIO

7.1 GENERALITÀ

7.1.1 MECCANISMI DI ROTTURA

La rottura dell'ancoraggio si raggiunge secondo determinati meccanismi di rottura che dipendono, oltre che dall'ancorante, dal tipo di sollecitazione, dalla geometria e dalle caratteristiche del supporto. Per il calcestruzzo si prendono in considerazione i seguenti meccanismi.

Carichi di trazione:

- Rottura per collasso dell'acciaio (fig.16). In questo caso si ipotizza che il limite di resistenza venga raggiunto dall'elemento filettato dell'ancorante.
- Rottura per estrazione. In questo caso si ipotizza che l'ancorante fuoriesca dal foro lasciando integro il supporto. Si distingue il caso di estrazione di tutto l'ancorante, pull out (fig.17a), e di estrazione dell'elemento espandente con il manicotto di espansione che resta entro il foro, pull through (fig.17b).

- Rottura del cono calcestruzzo (fig.18). Lo sforzo di trazione agente sull'ancorante si trasmette al calcestruzzo provocando uno stato tensionale complesso. Il risultato di questo è il collasso del calcestruzzo secondo una superficie conica il cui vertice è in asse all'ancorante e profondità h_{ef} e ampiezza di circa $100^\circ \div 110^\circ$
- Rottura del calcestruzzo per spaccatura (splitting) (fig.19). In questo caso la rottura del calcestruzzo avviene per spaccatura dell'elemento su tutto il suo spessore h .

Carichi di taglio:

- Rottura per collasso dell'acciaio senza braccio di leva (fig.20). Va attentamente valutata la sezione resistente considerando solo la sezione effettivamente coinvolta nel meccanismo di collasso.
- Rottura per collasso dell'acciaio con braccio di leva (fig.21). In questo caso il carico di taglio è applicato ad una certa distanza dalla parete per cui si induce sull'ancorante un momento flettente M proporzionale al carico di taglio V e al braccio di leva. Questa è una modalità di rottura che penalizza molto la resistenza dell'ancorante. La rottura con braccio di leva è spesso quella con la resistenza più bassa.
- Rottura del calcestruzzo per effetto leva (pry out) (fig.22). In questo caso si ipotizza che l'ancorante, agendo come una leva all'interno del calcestruzzo, riesca a scalzare una parte del calcestruzzo dalla parte opposta rispetto alla direzione della forza di taglio.
- Rottura del bordo calcestruzzo (fig.23): Si ipotizza che la forza di taglio agente verso il bordo dell'elemento riesca a spaccare lo stesso.

Per la resistenza dell'ancoraggio sarà determinante il meccanismo che comporta la rottura con il carico minore

7.1.2 DISTANZE DAL BORDO E INTERASSI

Nei meccanismi di rottura sopra descritti hanno un ruolo determinante, oltre agli altri fattori, la geometria del fissaggio, in particolare gli interassi fra gli ancoranti e la distanza dal bordo (fig.24).

Inoltre può accadere che, al di sotto di certe distanze e interassi, a causa degli stati tensionali indotti dalle forze di espansione, la stessa installazione degli ancoranti causi la rottura del supporto (fig. 25). Per evitare questo per ogni ancorante vengono definite la distanza dal bordo minima c_{min} e l'interasse minimo s_{min} (fig.26). Queste distanze determinano delle zone ove è assolutamente proibito installare ancoranti. Fra l'altro sono anche esse un criterio di scelta degli ancoranti, per cui dove gli spazi sono ristretti la scelta dovrà ricadere su ancoranti con c_{min} e s_{min} bassi, mentre se al contrario gli spazi sono abbondanti è possibile fare una scelta diversa privilegiando altri aspetti.

Nelle restanti zone dell'elemento, dove quindi è permesso installare altri ancoranti, ci sono degli ulteriori spazi dove il comportamento dell'ancorante interagisce con il bordo o con gli altri ancoranti. Per questo si definiscono la distanza dal bordo c_{cr} e l'interasse s_{cr} al di sotto dei quali si dovrà considerare una riduzione della resistenza.

Quando per un ancorante abbiamo $c > c_{cr}$ e $s > s_{cr}$ in tutte le direzioni, si parla di ancorante in massa piena. Solo in questa situazione l'ancorante può sviluppare il massimo della resistenza. Si consideri che nella pratica spesso non ci si trova in questa situazione.

7.1.3 PROFONDITÀ DI ANCORAGGIO

Per quanto detto riguardo ai meccanismi di rottura è chiaro che la profondità di ancoraggio h_{ef} è un fattore determinante della resistenza all'estrazione. Per questo è importante nell'installazione rispettare sempre la profondità di ancoraggio indicata nelle schede tecniche e nelle istruzioni.

Se si installa l'ancorante con h_{ef} maggiore del previsto la resistenza aumenta. Questo aumento non viene considerato nel calcolo. Viceversa una diminuzione della profondità non è ammessa.

7.1.4 SPESSORE DEL CALCESTRUZZO

Lo spessore h dell'elemento di calcestruzzo impegnato dall'ancoraggio influisce sui meccanismi di rottura tipo splitting o rottura del bordo. Al di sotto di un certo spessore h_{min} la stessa installazione dell'ancorante può portare alla spaccatura del calcestruzzo per effetto delle forze di espansione. Per gli ancoranti ad espansione usualmente si ha $h_{min} = 2 \cdot h_{ef}$.

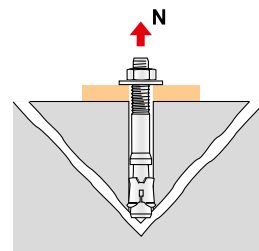


fig.18

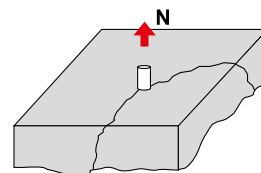


fig.19

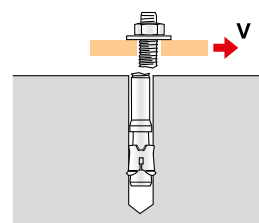


fig.20

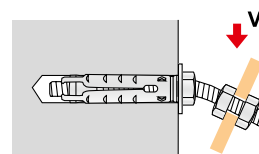


fig.21

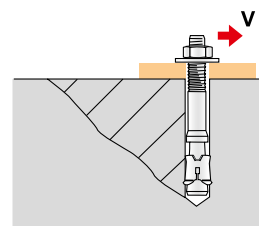


fig.22

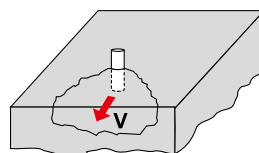


fig.23

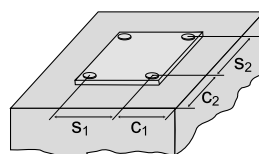


fig.24

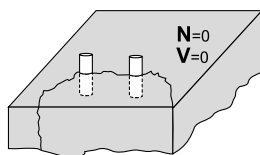


fig.25

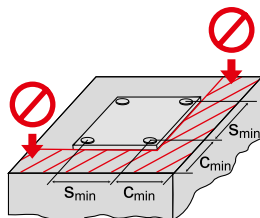


fig.26

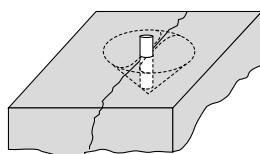


fig.27

7.1.5 FESSURAZIONE

Abbiamo già visto che non è possibile evitare la presenza di cricche nelle zone tese del calcestruzzo. Queste influiscono negativamente sulla resistenza a trazione in quanto riducono il volume di calcestruzzo coinvolto nel meccanismo di rottura. Invece di avere un cono di calcestruzzo, si avrà due coni parziali simmetrici alla cricca (fig.27). Inoltre l'ampiezza della cricca determina una riduzione delle forze di espansione e di conseguenza una riduzione della resistenza per pull out.

7.2 CALCOLO ALLO STATO LIMITE ULTIMO

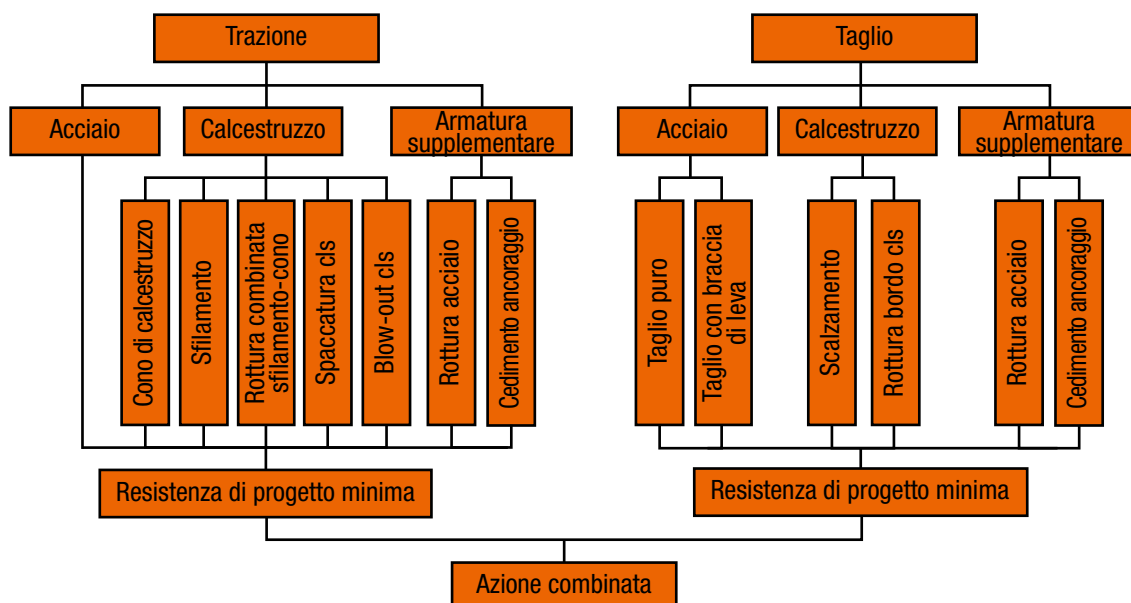
Per il metodo di progettazione allo stato limite ultimo l'Allegato C dell'ETAG 001 (per ancoraggi metallici) e TR029 (per ancoraggi chimici), le norme di progetto di riferimento utilizzate a livello europeo fino all'anno 2018, sono state sostituite dall'Eurocodice 2: EN1992-4: 2018.

La nuova norma, rilasciata dal CEN (Comitato europeo di standardizzazione), è rivolta agli ancoranti post-installati ad espansione meccanici e chimici, oltre ad alcuni tipi di dispositivi di fissaggio da annegare nel getto di calcestruzzo.

Nei capitoli seguenti verranno descritti i principi fondamentali di calcolo per i fissaggi post-installati chimici e meccanici, per i dettagli di progettazione fare riferimento al documento ufficiale.

Per l'utilizzo di questi metodi di calcolo è necessario che l'ancorante abbia ottenuto il Benestare Tecnico Europeo che riporta tutti i valori necessari alla verifica secondo le diverse modalità di rottura. Gli ETAS dei prodotti Simpson Strong-Tie sono scaricabili dal sito www.Simpson Strong-Tie.com

7.2.1 EN1992-4:2018 I PRINCIPI DELLA PROGETTAZIONE



Il nuovo Eurocodice 2 parte 4 include le vecchie verifiche ETAG / TR e prende in considerazione anche modalità di rottura aggiuntive riguardanti l'armatura del calcestruzzo: infatti la progettazione dei fissaggi può fare affidamento su un'armatura supplementare, quindi in questo caso per carichi di trazione non è necessario che la rottura del cono del calcestruzzo sia verificata e per i carichi di taglio non è necessario verificare la rottura del bordo del calcestruzzo, ma la rottura dell'acciaio e dell'ancoraggio dell'armatura supplementare deve essere controllata per entrambi i tipi di carichi.

Per ogni tipologia di cedimento vengono effettuati controlli confrontando l'azione di progetto e la resistenza di progetto. Per i gruppi di fissaggi vengono effettuate due tipologie di verifiche: per le modalità di cedimento dell'acciaio, pull out dell'ancorante e dell'armatura supplementare il confronto è tra l'azione di progetto che agisce sull'ancorante più sollecitato del gruppo e la resistenza dell'ancoraggio singolo; per la rottura del calcestruzzo (cono, spaccatura o blow-out per la trazione, cedimento dello spigolo o scalzamento per il taglio) si confronteranno il risultato delle azioni di progetto e la resistenza di progetto del gruppo.

7.2.1.1 VALORI DI PROGETTO E CONCETTO DI SICUREZZA

Il progetto degli ancoranti deve essere conforme alle regole generali fornite nella EN 1990. Si deve dimostrare che il valore delle azioni di progetto E_d non supera il valore della resistenza di progetto R_d :

$$E_d \leq R_d \quad (7.1)$$

Con: E_d = valore di progetto delle azioni
 R_d = valore di progetto della resistenza

Nello stato limite ultimo i valori di progetto delle azioni e della resistenza derivano da valori caratteristici che vengono moltiplicati (azioni) o divisi (resistenze) per fattori di sicurezza parziali. In caso di resistenza:

$$R_d = R_k / \gamma_M \quad (7.2)$$

Con: R_k = resistenza caratteristica di un singolo ancorante o di un gruppo di ancoranti

γ_M = coefficiente di sicurezza parziale

Sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio i fattori parziali per le azioni devono essere conformi alla EN 1990 e alla EN 1992-4, i fattori parziali per le resistenze devono essere conformi alla EN 1992-4 e all'ETA del prodotto.

7.2.1.2 STATO LIMITE ULTIMO – CARICHI DI TRAZIONE

7.2.1.2.1 CEDIMENTO LATO ACCIAIO

La resistenza caratteristica di un ancorante in caso di rottura dell'acciaio, $N_{Rk,s}$, è indicata nell'ETA pertinente.

Il valore di $N_{Rk,s}$ è ottenuto dalla seguente equazione:

$$N_{Rk,s} = A_s \cdot f_{uk} \quad (7.3)$$

Con: A_s = sezione resistente dell'ancorante
 f_{uk} = resistenza caratteristica nominale dell'acciaio a rottura

7.2.1.2.2 ROTTURA CONICA DEL CALCESTRUZZO

La resistenza caratteristica di un tassello o di un gruppo di tasselli, in caso di rottura del cono di calcestruzzo è (EN1992-4:2018, 7.2.1.4, 7.1):

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N} \quad (7.4)$$

Dove i diversi fattori dell'equazione (7.4) secondo la corrente esperienza sono i seguenti:

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad (7.5)$$

È il valore iniziale della resistenza caratteristica (EN1992-4:2018, 7.2.1.4, 7.2), dove:

h_{ef} = profondità effettiva di ancoraggio

k_1 = è dato nel corrispondente ETA; valori indicativi per ancoranti post-installati sono:

$k_1 = 7.7$ per applicazioni in cls fessurato

$k_1 = 11$ per applicazioni in cls non fessurato

$A_{c,N}/A_{c,N}^0$ tiene conto dell'effetto geometrico dell'interasse tra i tasselli e della distanza dal bordo:

$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \times s_{cr,N}$ = area di calcestruzzo di un singolo ancorante con $s \geq s_{cr,N}$ e $c \geq c_{cr,N}$, idealizzando il cono di calcestruzzo come una piramide con altezza uguale a h_{ef} ed una larghezza di base pari a $s_{cr,N}$.

$A_{c,N}$ = area attuale del cono di calcestruzzo sulla superficie del supporto. E' limitata dalla sovrapposizione dei coni dei tasselli vicini ($s < s_{cr,N}$) e dai bordi del calcestruzzo ($c < c_{cr,N}$).

Con:

$$s_{cr,N} = 2c_{cr,N} = 3h_{ef}$$

Esempi di calcolo della $A_{c,N}$ sono consultabili nella EN 1992-4.

$\psi_{s,N}$ è un fattore che tiene conto del disturbo della distribuzione delle tensioni nel calcestruzzo dovute ai bordi dell'elemento di calcestruzzo.

$\psi_{re,N}$ è detto lo shell spalling factor, tiene conto dell'effetto di eventuale armatura densa tra cui è installato l'ancorante.

$\psi_{ec,N}$ tiene conto dell'effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoraggi di un gruppo.

$\psi_{M,N}$ tiene conto dell'effetto di una forza di compressione tra la piastra e il calcestruzzo in caso di momenti flettenti.

Per ancoraggi con tre o più bordi con una distanza dal bordo $< c_{cr,N}$ il calcolo secondo l'equazione (7.4) porta a risultati conservativi, che sono a favore di sicurezza. Risultati più precisi si ottengono con l'uso di un valore alternativo h'_{ef} per determinare $A_{c,N}$, $A_{c,N}^0$ e $N_{Rk,c}^0$, come spiegato nella EN 1992-4.

7.2.1.2.3 CEDIMENTO PER PULL-OUT

La resistenza caratteristica in caso di rottura per estrazione, $N_{Rk,p}$, è riportata nell'ETA pertinente per quanto riguarda gli ancoranti meccanici.

Per gli ancoranti chimici il cedimento per puro sfilamento non viene verificato.

7.2.1.2.4 ROTTURA COMBINATA PER PULL-OUT E CONO DI CALCESTRUZZO

Questa modalità di rottura viene verificata solo per gli ancoranti chimici, non per quelli meccanici.

La resistenza caratteristica di un tassello o di un gruppo di tasselli, in caso di rottura combinata estrazione/cono di calcestruzzo è (EN1992-4:2018, 7.2.1.6, 7.13):

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{ec,Np} \cdot \psi_{re,Np} \quad (7.6)$$

I diversi fattori dell'equazione (7.6) secondo la corrente esperienza sono i seguenti:

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} \quad (7.7)$$

È il valore iniziale della resistenza caratteristica (EN1992-4:2018, 7.2.1.6, 7.14), dove:

h_{ef} = profondità effettiva di ancoraggio

d = diametro barra

τ_{Rk} = tensione di aderenza caratteristica, data dal rispettivo ETA

ψ_{sus} = fattore che tiene conto dell'influenza del carico permanente sulla forza di adesione e dipende dal rapporto tra le azioni permanenti e le azioni totali, tutte considerate allo SLUS

$A_{p,N}/A_{p,N}^0$ tiene conto dell'effetto geometrico dell'interasse tra i tasselli e della distanza dal bordo:

$A_{p,N}^0 = s_{cr,Np} \times s_{cr,Np}$ = area di calcestruzzo di un singolo ancorante con $s \geq s_{cr,Np}$ e $c \geq c_{cr,Np}$, idealizzando il cono di calcestruzzo come una piramide con altezza uguale a h_{ef} ed una larghezza di base pari a $s_{cr,Np}$.

$A_{p,N}$ = area attuale del cono di calcestruzzo sulla superficie del supporto. E' limitata dalla sovrapposizione dei coni dei tasselli vicini ($s < s_{cr,Np}$) e dai bordi del calcestruzzo ($c < c_{cr,Np}$).

Con:

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot (\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk})^{0,5} \leq 3 h_{ef} \quad (7.8)$$

(EN1992-4:2018, 7.2.1.6, 7.15)

Dove

$\tau_{Rk,ucr}$ = tensione di aderenza caratteristica per C20/25 non fessurato

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} \quad (7.9)$$

(EN1992-4:2018, 7.2.1.6, 7.16)

Le equazioni (7.8) e (7.9) sono valide sia per cls fessurato che non.

Esempi di calcolo della $A_{p,N}$ sono consultabili nella EN 1992-4.

$\psi_{s,Np}$ è un fattore che tiene conto del disturbo della distribuzione delle tensioni nel calcestruzzo dovute ai bordi dell'elemento di calcestruzzo.

$\psi_{g,Np}$ tiene conto dell'effetto di gruppo per i fissaggi ravvicinati.

$\psi_{ec,Np}$ tiene conto dell'effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoraggi di un gruppo.

$\psi_{rs,Np}$ è detto lo shell spalling factor, tiene conto dell'effetto di eventuale armatura densa tra cui è installato l'ancorante.

Per ancoraggi con tre o più bordi con una distanza dal bordo $< c_{cr,Np}$ il calcolo secondo l'equazione (7.6) porta a risultati conservativi, che sono a favore di sicurezza. Risultati più precisi si ottengono con l'uso di un valore alternativo h'_{ef} per determinare $A_{p,N}$, $A_{p,N}^0$ e $N_{Rk,p}^0$, come spiegato nella EN 1992-4.

7.2.1.2.5 ROTTURA PER SPLITTING

Il cedimento per spaccatura del cls può essere causato dalla geometria dell'installazione o dal carico. Il cedimento dovuto alla geometria di installazione viene evitato rispettando i valori minimi di distanza dal bordo c_{min} , distanza dei tasselli s_{min} , spessore dell'elemento h_{min} ed armatura, come indicato nell'ETA pertinente. Per la spaccatura del cls dovuta al carico, vedere la EN 1992-4 per i casi che possono verificarsi.

7.2.1.2.6 CEDIMENTO PER BLOW-OUT

Questa modalità di rottura deve essere verificata nel caso di ancoranti con testa a martello annegati nel getto oppure tasselli meccanici sottosquadro post-installati che agiscono come elementi di fissaggio con testa a martello in caso di distanza dal bordo $c \leq 0,5 h_{ef}$. Ogni bordo deve essere considerato a turno. La resistenza caratteristica è (EN1992-4:2018, 7.2.1.8, 7.25):

$$N_{Rk,cb} = N_{Rk,cb}^0 \cdot \frac{A_{c,Nb}}{A_{c,Nb}^0} \cdot \psi_{s,Nb} \cdot \psi_{g,Nb} \cdot \psi_{ec,Nb} \quad (7.10)$$

I diversi fattori dell'equazione (7.10) in accordo alla corrente esperienza sono i seguenti:

$$N_{Rk,cb}^0 = k_5 \cdot c_1 \cdot \sqrt{A_{h_1}} \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad (7.11)$$

E' il valore iniziale della resistenza caratteristica (EN1992-4:2018, 7.2.1.8, 7.26), dove:

$k_5 = 8,5$ per applicazioni in cls fessurato

$k_5 = 12,2$ per applicazioni in cls non fessurato

A_{h_1} = area di carico della testa dell'ancorante, definita nella EN 1992-4

C_1 = distanza dal bordo

$A_{c,Nb}/A_{c,Nb}^0$ tiene conto dell'effetto geometrico dell'interasse tra i tasselli e della distanza dal bordo:

$A_{c,Nb}^0 = s_{cr,Np} \times s_{cr,Np}$ = area proiettata di riferimento per un singolo fissaggio con una distanza dal bordo c_1

$A_{c,Nb}$ = area attuale proiettata sulla superficie del supporto. E' limitata dalla sovrapposizione dei corpi di espulsione dei tasselli vicini e dai bordi del calcestruzzo.

Esempi di calcolo della $A_{c,Nb}$ sono consultabili nella EN 1992-4.

$\psi_{s,Nb}$ è un fattore che tiene conto del disturbo della distribuzione delle tensioni nel calcestruzzo dovute ai bordi dell'elemento di calcestruzzo.

$\psi_{g,Nb}$ tiene conto dell'effetto di gruppo per una fila di ancoranti parallela a un bordo.

$\psi_{ec,Nb}$ tiene conto dell'effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoraggi di un gruppo.

7.2.1.2.7 CEDIMENTO DELL'ARMATURA SUPPLEMENTARE: ROTTURA LATO ACCIAIO

La resistenza caratteristica allo snervamento dell'armatura supplementare per un ancorante è (EN1992-4:2018, 7.2.1.9.1, 7.31):

$$N_{Rk,re} = \sum_{i=1}^n A_{s,re,i} \cdot f_{yk,re} \quad (7.12)$$

dove:

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

n_{re} = numero di barre effettive per un singolo ancorante

$A_{s,re,i}$ = sezione della barra

7.2.1.2.8 CEDIMENTO DELL'ARMATURA SUPPLEMENTARE: FALLIMENTO ANCORAGGIO

La resistenza di progetto dell'armatura supplementare per un ancorante associata al cedimento dell'ancoraggio nel cono di calcestruzzo è (EN1992-4:2018, 7.2.1.9.2, 7.32):

$$N_{Rd,a} = \sum_{i=1}^n N_{Rd,a,i}^0 \quad (7.13)$$

dove $N_{Rd,a,i}^0$ è il valore minimo di resistenza di progetto tra quello dello snervamento dell'acciaio e quello della forza di adesione massima, come descritto nella EN 1992-4.

7.2.1.3 STATO LIMITE ULTIMO – CARICHI DI TAGLIO**7.2.1.3.1 CEDIMENTO LATO ACCIAIO**

Carico di taglio senza braccio di leva

La resistenza caratteristica di un ancorante in caso di rottura dell'acciaio, $V_{Rk,s}$, è data nell'ETA pertinente. Un metodo per ottenere la resistenza caratteristica dal calcolo e un metodo per tenere conto della duttilità del dispositivo di fissaggio in un gruppo sono descritti in dettaglio nella EN 1992-4.

Carico di taglio con braccio di leva

La resistenza caratteristica di un ancorante, $V_{Rk,s}$, è data da (EN1992-4:2018, 7.2.2.3.2, 7.37):

$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{l} \quad (7.14)$$

Con:

α_M = dipende dal grado di vincolo dell'ancorante sul lato dell'elemento fissato e deve essere valutato secondo la buona pratica ingegneristica; il valore può essere compreso tra 1.0 e 2.0.

$$l = a_3 + e_1$$

$$a_3 = 0.5d \text{ (0 se una rondella e un dado sono serrati direttamente sulla superficie del cls)}$$

e_1 = distanza tra il punto di applicazione del taglio e la superficie del cls

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot (1 - N_{Ed} / N_{Rd,s}) \quad (7.15)$$

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

$N_{Rk,s}$, γ_{Ms} sono dati dall'ETA dell'ancorante

$M_{Rk,s}^0$ = resistenza caratteristica a flessione di un singolo ancorante, che è fornita dal relative ETA.

La formula (7.15) può essere utilizzata solo nel caso di carico di trazione N_{Ed} ; quando N_{Ed} è un carico di compressione, l'elemento di fissaggio deve essere progettato come un elemento in acciaio secondo EN 1993-1-8.

7.2.1.3.2 CEDIMENTO PER SCALZAMENTO

Gli ancoraggi possono cedere a causa di una rottura del calcestruzzo per scalzamento sul lato opposto alla direzione del carico.

Per gli ancoranti meccanici post-installati la resistenza caratteristica corrispondente $V_{Rk,cp}$ deve essere calcolata dalle seguenti equazioni:

caso senza armatura supplementare (EN1992-4:2018, 7.2.2.4, 7.39a):

$$V_{Rk,cp} = k_g \cdot N_{Rk,c} \quad (7.16)$$

caso con armatura supplementare (EN1992-4:2018, 7.2.2.4, 7.39b):

$$V_{Rk,cp} = 0,75 \cdot k_g \cdot N_{Rk,c} \quad (7.17)$$

Con:

k_g = fattore dato dall'ETA relativo

$N_{Rk,c}$ = da calcolare secondo l'equazione (7.4)

Per gli ancoranti chimici la resistenza caratteristica allo scalzamento $V_{Rk,cp}$ deve essere calcolata dalle seguenti equazioni:

caso senza armatura supplementare (EN1992-4:2018, 7.2.2.4, 7.39c):

$$V_{Rk,cp} = k_g \cdot \min(N_{Rk,c}, N_{Rk,p}) \quad (7.18)$$

caso con armatura supplementare (EN1992-4:2018, 7.2.2.4, 7.39d):

$$V_{Rk,cp} = 0,75 \cdot k_g \cdot \min(N_{Rk,c}, N_{Rk,p}) \quad (7.19)$$

Con:

$N_{Rk,p}$ = da calcolare secondo l'equazione (7.6)

7.2.1.3.3 CEDIMENTO DEL BORDO DI CALCESTRUZZO

Non è necessario verificare il cedimento del bordo di calcestruzzo per gruppi con non più di 4 ancoranti quando la distanza dal bordo in tutte le direzioni è $c > 10 h_{ef}$ e $c > 60 d$.

La resistenza caratteristica di un tassello o di un gruppo di ancoranti in caso di rottura del bordo in calcestruzzo corrisponde a (EN1992-4:2018, 7.2.2.5, 7.40):

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad (7.20)$$

Dove i diversi fattori dell'equazione sono i seguenti:

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad (7.21)$$

(EN1992-4:2018, 7.2.2.4, 7.41)

Con:

$k_g = 1.7$ per applicazioni in cls fessurato

$k_g = 2.4$ per applicazioni in cls non fessurato

$$\alpha = 0.1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0.5} \quad (EN1992-4:2018, 7.2.2.4, 7.42)$$

$$\beta = 0.1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0.2} \quad (EN1992-4:2018, 7.2.2.4, 7.43)$$

c_1 = distanza tra l'ancoraggio più vicino al bordo e il bordo

$A_{c,V}/A_{c,V}^0$ tiene conto dell'effetto geometrico dell'interasse tra i tasselli, della distanza dal bordo e dello spessore dell'elemento in calcestruzzo:

$A_{c,V}^0 = 4.5 c_1^2$ = area del cono di calcestruzzo di un ancorante singolo sulla superficie laterale del calcestruzzo non intercettata da bordi paralleli alla direzione di carico presunta, dallo spessore del supporto o da ancoraggi adiacenti, assumendo la forma dell'area di frattura come una mezza piramide con un'altezza pari a c_1 e una larghezza della base di $1.5 c_1$ e $3 c_1$ (fig. 28).

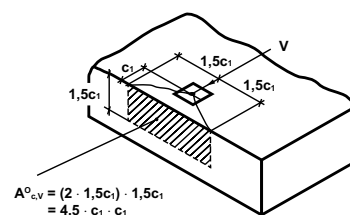


fig.28

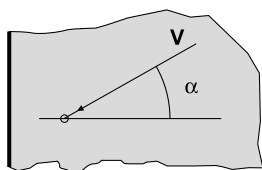


fig.29

$A_{c,V}$ = area effettiva del cono sulla superficie laterale del calcestruzzo. È limitata dalla sovrapposizione dei coni degli ancoranti adiacenti ($s < 3 c_1$), nonché dai bordi paralleli alla direzione di carico ($c_2 < 1,5 c_1$) e dallo spessore del supporto ($h < 1,5 c_1$). Esempi per il calcolo di $A_{c,V}$ sono forniti nella EN 1992-4.

$\psi_{s,V}$ è un fattore che tiene conto dell'influenza della distribuzione delle tensioni nel calcestruzzo dovuta ad ulteriori spigoli dell'elemento in calcestruzzo sulla resistenza al taglio.

$\psi_{h,V}$ tiene conto del fatto che la resistenza al taglio non diminuisce proporzionalmente allo spessore dell'elemento come ipotizzato dal rapporto $A_{c,V}/A_{c,V}^0$.

$\psi_{\alpha,V}$ tiene conto dell'angolo α_V tra il carico applicato, V_{sd} , e la direzione perpendicolare al bordo libero dell'elemento di calcestruzzo (fig. 29).

$\psi_{ec,V}$ è un fattore che tiene conto dell'effetto di gruppo quando diversi carichi di taglio agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo.

$\psi_{re,V}$ tiene conto dell'armatura presente nel bordo.

Quando gli ancoraggi sono posti in un angolo, devono essere calcolate le resistenze rispetto ad entrambi i bordi e il valore minore è decisivo.

Per gli ancoraggi in un elemento stretto e sottile, dove la maggiore delle due distanze dal bordo parallele alla direzione del carico è $\leq 1,5 c_1$ e $h \leq 1,5 c_1$, il calcolo secondo la formula (7.20) porta a risultati conservativi. Risultati più precisi possono essere raggiunti con la valutazione di c_1' come spiegato nella EN 1992-4.

7.2.1.3.4 CEDIMENTO DELL'ARMATURA SUPPLEMENTARE: ROTTURA LATO ACCIAIO

La resistenza caratteristica di un ancorante in caso di cedimento dell'acciaio dell'armatura supplementare è:

$$N_{Rk,re} = k_{10} \cdot \sum_{i=1}^n A_{s,re,i} \cdot f_{yk,re} \quad (7.22)$$

(EN1992-4:2018, 7.2.2.6.2, 7.51)

dove:

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

n_{re} = numero di barre efficaci per un ancorante

$A_{s,re,i}$ = sezione di ogni barra

K_{10} = fattore di efficacia che può essere pari a 1,0 or 0,5 in base al tipo di armatura – come spiegato sulla EN 1992-4

7.2.1.3.5 CEDIMENTO DELL'ARMATURA SUPPLEMENTARE: FALLIMENTO ANCORAGGIO

La resistenza di progetto dell'armatura supplementare non a contatto con l'ancorante associata al cedimento dell'ancoraggio nel corpo di rottura del bordo in calcestruzzo è (EN1992-4:2018, 7.2.2.6.3, 7.52):

$$N_{Rd,a} = \sum_{i=1}^n N_{Rd,a,i}^0 \quad (7.23)$$

dove $N_{Rd,a,i}^0$ è il valore minimo di resistenza di progetto tra quello dello snervamento dell'acciaio e quello della forza di adesione massima, come descritto nella EN 1992-4.

7.2.1.4 CARICHI COMBINATI DI TRAZIONE E TAGLIO

Quando un ancorante singolo o un gruppo è caricato da carichi combinati di trazione e taglio, la resistenza deve essere calcolata confrontando N_{Rd} e V_{Rd} con N_{Ed} e V_{Ed} combinandoli mediante formulazioni con la seguente forma:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \right)^\alpha + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \right)^\alpha \leq k \quad (7.24)$$

Dove i fattori α e k variano a seconda del tipo di verifica da effettuare e sono spiegati nella EN 1992-4.

7.3 ANCORANTI PER APPLICAZIONI SISMICHE

La qualifica degli ancoranti in caso di azioni sismiche è stata disciplinata in Europa a partire dalla pubblicazione della linea guida ETAG001 Allegato E all'inizio del 2013, sostituita poi dal TR049.

Gli ancoranti soggetti a questa procedura di certificazione devono comprendere nell'E-TA tutti i dati tecnici richiesti per la progettazione sotto azioni sismiche.

L'idoneità ai carichi sismici è definita secondo due categorie:

- **Categoria sismica C1:** simile alla procedura di qualifica USA ICC-ES e comporta test ciclici su una fessura fino a 0,5mm.

Le applicazioni più frequenti sono:

- Supporti per impianti meccanici ed elettrici;
- Corpi illuminanti e controsoffitti;
- Ancoraggio di elementi in acciaio (macchinari industriali, scale, parapetti, scaffalature);
- Sistemi per facciate ventilate;
- Sistemi antincendio.

- **Categoria sismica C2:** la più restrittiva e severa. Comprende prove dinamiche con variazione di ampiezza della fessura fino a 0,8 mm e carichi pulsanti ciclici.

Le applicazioni più frequenti sono:

- Interventi di miglioramento sismico;
- Fissaggio di strutture in acciaio su calcestruzzo;
- Fissaggio di macchine industriali;
- Ancoraggio sul basamento in cls di strutture in legno.

La certificazione europea per la resistenza alle azioni sismiche prevede protocolli di prova più severi di quelli americani, infatti il massimo livello di severità dei test previsti dalle norme statunitensi ICC-ES è paragonabile a quello richiesto in Europa per la certificazione in categoria C1.

7.4 PROGETTAZIONE DEGLI ANCORANTI SOTTO AZIONI SISMICHE

L'Eurocodice 2 parte 4 ha sostituito anche la linea guida EOTA TR045, lo standard precedente per la progettazione di ancoraggi sotto azioni sismiche. Questo documento è conforme alla procedura di prova e valutazione TR049. Di seguito una breve presentazione dei principi di progettazione, per una spiegazione dettagliata fare riferimento alla norma originale.



7.5 OPZIONI

Nella progettazione degli ancoranti è possibile scegliere le seguenti opzioni:

Progettazione senza requisiti sulla duttilità degli ancoranti

Si presume che gli ancoranti siano elementi non dissipativi e non siano in grado di dissipare energia per mezzo di un comportamento isteretico duttile, inoltre che non contribuiscano al comportamento duttile complessivo della struttura.

a1) Progettazione in capacità: l'ancorante o il gruppo di ancoranti è progettato per la massima tensione e/o carico di taglio che può essere trasmesso al fissaggio in base allo sviluppo di un meccanismo di snervamento nell'elemento fissato.

a2) Progettazione elastica: il fissaggio è progettato per il carico massimo ottenuto dalle combinazioni di carico di progetto che includono azioni sismiche $E_{E,d}$ corrispondenti allo stato limite ultimo (EN 1998-1) assumendo un comportamento elastico del fissaggio e della struttura. Inoltre devono essere prese in considerazione le incertezze nel modello per calcolare le azioni sismiche sul fissaggio.

Progettazione con requisiti sulla duttilità degli ancoranti

L'ancorante o il gruppo di ancoranti è progettato per le azioni di progetto comprese le azioni sismiche $E_{E,d}$ corrispondenti allo stato limite ultimo (EN 1998-1). La resistenza alla trazione dell'acciaio deve essere inferiore alla resistenza all'estrazione regolata dalle modalità di rottura del calcestruzzo. È richiesta una capacità di allungamento sufficiente degli ancoraggi. Il fissaggio non deve essere considerato per la dissipazione di energia nell'analisi strutturale globale o nell'analisi di un elemento non strutturale a meno che giustificazione adeguata non sia fornita da un'analisi storica (dinamica) non lineare (secondo EN 1998-1) e il comportamento isteretico dell'ancora sia fornito dall'ETA. Questo approccio è applicabile solo per la componente di trazione del carico che agisce sull'ancoraggio.

7.6 RESISTENZA DI PROGETTO

La resistenza sismica di progetto $R_{d,eq}$ ($N_{rd,eq}$, $V_{rd,eq}$) è data da (EN1992-4:2018, C.5, C.7):

$$R_{d,eq} = \frac{R_{k,eq}}{\gamma_{M,eq}} \quad (7.25)$$

Dove il fattore parziale di sicurezza $\gamma_{M,eq}$ sarà secondo il paragrafo 4.2.2 della EN 1992-4.

La resistenza sismica caratteristica $R_{k,eq}$ ($N_{Rk,eq}$, $V_{Rk,eq}$) si calcola secondo la seguente equazione (EN1992-4:2018, C.5, C.8):

$$R_{k,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot R_{k,eq}^0 \quad (7.26)$$

Con:

α_{gap} = fattore di riduzione per tenere conto degli effetti di inerzia dovuti ad uno spazio anulare tra ancoraggio e fissaggio in caso di carico di taglio; indicato nell'ETA pertinente o, in assenza, preso dalla EN 1992-4 come segue:

$\alpha_{gap} = 1,0$ in caso di assenza di gioco nel foro tra ancoraggio ed elemento fissato;

$\alpha_{gap} = 0,5$ in caso di connessioni con gioco foro/perno secondo tabella 2.1 della EN 1992-4.

α_{eq} = fattore di riduzione per tenere conto dell'influenza di grandi fessure e dispersione delle curve di spostamento dovuto al carico, vedere la tabella successiva;

$R_{k,eq}^0$ = resistenza sismica caratteristica di base per una data modalità di rottura determinata secondo le prescrizioni della EN 1992-4: 2018 capitolo C.5.

Valori di α_{gap} (EN1992-4:2018, C.5, Tab. C.3):

α_{eq} TABELLA VALORI

Carico	Modalità di cedimento	Ancorante singolo 1)	Gruppo di ancoranti
trazione	Rottura acciaio	1,0	1,0
	Cedimento per sfilamento	1,0	0,85
	Rottura combinata per sfilamento e cono (ancorante chimico)	1,0	0,85
	Rottura del cono di cls - fissaggi con testa a martello ed ancoranti sottosquadro con fattore k_1 uguale ai fissaggi con testa a martello - tutti gli altri ancoranti	1,00 0,85	0,85 0,75
	Spaccatura del cls	1,0	0,85
	Cedimento per blow-out	1,0	0,85
	Rottura lato acciaio dell'armatura	1,0	1,0
	Cedimento dell'ancoraggio dell'armatura	0,85	0,75
taglio	Rottura acciaio	1,0	0,85
	Rottura del bordo di cls	1,0	0,85
	Scalzamento - fissaggi con testa a martello ed ancoranti sottosquadro con fattore k_1 uguale ai fissaggi con testa a martello - tutti gli altri ancoranti	1,00 0,85	0,85 0,75
	Rottura lato acciaio dell'armatura	1,0	1,0
	Cedimento dell'ancoraggio dell'armatura	0,85	0,75

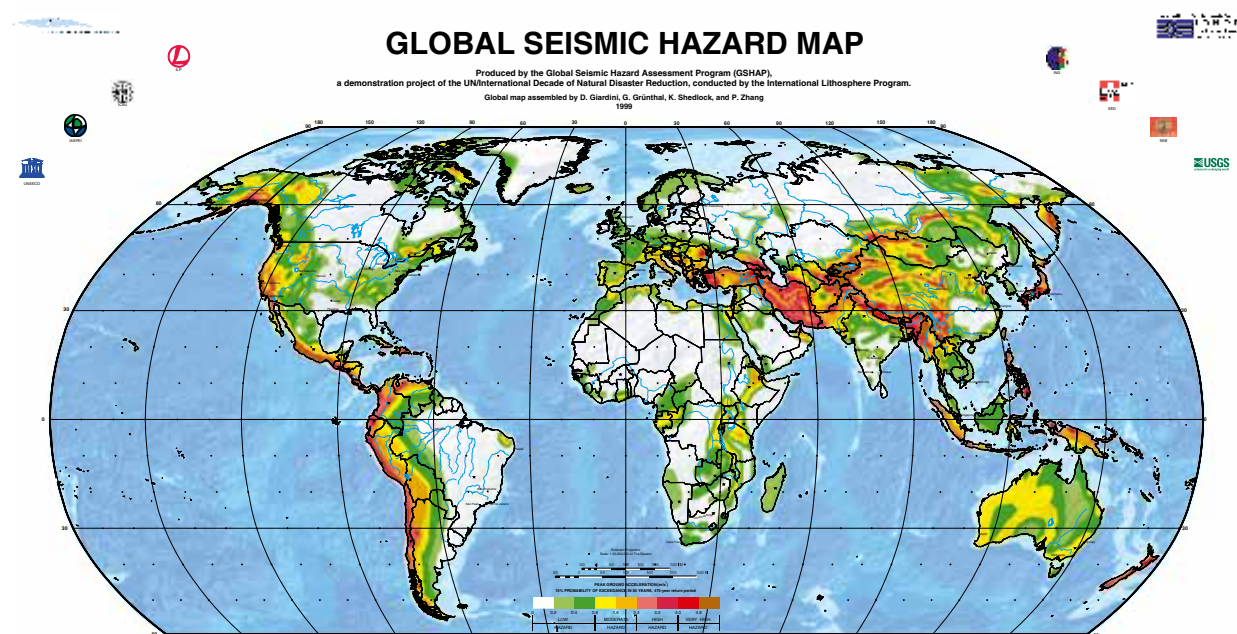
1) compreso anche il caso in cui 1 ancorante in un gruppo è soggetto a trazione.

7.6.1 COMBINAZIONE DI TRAZIONE E TAGLIO

Quando un singolo elemento di fissaggio o un gruppo è caricato da carichi combinati di trazione e taglio, la resistenza deve essere calcolata combinando N_{Rd} e V_{Rd} e confrontandoli con N_{Ed} e V_{Ed} mediante formulazioni con la seguente forma (EN1992-4:2018, C.5, C.9):

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd,i,eq}} \right)^{k_{15}} + \left(\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,i,eq}} \right)^{k_{15}} \leq 1 \quad (7.27)$$

Dove il fattore k_{15} varia a seconda della modalità di cedimento presa in considerazione ed è spiegato nella EN 1992-4.



7.7 METODO DI CALCOLO SEMPLIFICATO (CARICHI RACCOMANDATI)

7.7.1 CARICO DI TRAZIONE

La verifica viene eseguita con la formula:

$$N_s \leq N_{red} \quad (7.28)$$

N_s è il carico di trazione sul singolo ancorante, N_{red} è il carico ammissibile ridotto per tenere conto della geometria del fissaggio, della resistenza del calcestruzzo, dello stato tensionale del calcestruzzo (calcestruzzo fessurato o non fessurato).

Per cui si considera:

$$N_{red} = N \cdot \psi_r \cdot \psi_a \cdot \psi_c \cdot \psi_{ucr,N} \quad (7.29)$$

N è ricavato dalla resistenza a trazione N_u dell'ancorante:

$$N = \frac{N_u}{\gamma} \quad (7.30)$$

Il coefficiente di sicurezza γ varia, oltre che per altri fattori, se applicato al valore medio della resistenza o al valore caratteristico. Nel caso si consideri la resistenza media, andrà applicato un coefficiente γ maggiore che tenga conto della variabilità nel comportamento dell'ancorante.

Nelle nostre schede tecniche il coefficiente di sicurezza γ si riferisce al valore medio della resistenza.

In linea di massima si considera $\gamma=4$ per gli ancoranti metallici e $\gamma=6$ per gli ancoranti plastici. Fare riferimento alle schede tecniche per conoscere il coefficiente γ utilizzato.

Per i prodotti certificati ETA il valore N viene calcolato applicando un coefficiente di sicurezza parziale γ al carico di progetto N_{rd} .

I fattori ψ factors hanno il seguente significato:

a) Il fattore ψ_r tiene conto dell'interasse degli ancoranti. Sotto un interasse critico $s_{cr,N}$, usualmente uguale a $3 \cdot h_{ef}$, la resistenza si riduce in quanto le zone di calcestruzzo che ogni ancorante coinvolge nel meccanismo di rottura si sovrappongono. Il fattore si calcola con la seguente formula:

$$\psi_r = 0,5 + 0,5 \cdot \frac{s}{s_{cr,N}} \quad (7.31)$$

b) Il fattore ψ_a tiene conto della distanza dal bordo. Al di sotto di una distanza $c_{cr,N}$ dal bordo, usualmente uguale a $0,5 \cdot s_{cr} = 1,5 \cdot h_{ef}$, la resistenza si riduce in quanto la zona di calcestruzzo coinvolta nel meccanismo di rottura è limitata dal bordo. Il fattore si calcola con la seguente formula:

$$\psi_a = 0,25 + 0,75 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \quad (7.32)$$

c) I carichi consigliati riportati in scheda tecnica si riferiscono a calcestruzzo C20/25. Se il calcestruzzo considerato è di classe diversa va tenuto in conto il fattore correttivo:

$$\psi_c = \sqrt{\frac{f_{ck,cube}}{25}} \quad (7.33)$$

con $f_{ck,cube}$ corrispondente alla classe in esame.

Per gli ancoranti in plastica considerare sempre $\psi_c=1$.

d) I carichi ammissibili sono ricavati da test effettuati su calcestruzzo non fessurato. Nel caso di installazione in calcestruzzo fessurato la resistenza va ridotta. Per cui considerare:

$$\begin{aligned} \psi_{ucr,N} &= 1 && \text{calcestruzzo non fessurato} \\ \psi_{cr,N} &= 0,6 && \text{calcestruzzo fessurato} \end{aligned}$$

I coefficienti di riduzione del carico per interasse e distanza dal bordo vanno calcolati in tutte le direzioni, per cui se per un ancorante è vicino ad un angolo e abbiamo $c_1 < c_{cr}$ e $c_2 < c_{cr}$, si dovrà applicare nella formula sia il coefficiente $\psi_{a,N1}$ che $\psi_{a,N2}$:

$$N_{red} = N \cdot \psi_{a,N1} \cdot \psi_{a,N2}$$

7.7.2 CARICO DI TAGLIO

La verifica viene eseguita con la formula:

$$V_s \leq V \quad (7.34)$$

V_s è il carico di taglio sul singolo ancorante, V è il carico ammissibile valutato tenendo conto della modalità di rottura prevalente fra acciaio e bordo calcestruzzo.

Nelle schede tecniche viene riportato il valore di resistenza a taglio V per $c \geq 10 \cdot h_{ef}$, per il quale si considera prevalente la rottura acciaio, e la resistenza a taglio V_c^0 in corrispondenza a $c = c_{min}$, per il quale si considera prevalente la rottura bordo calcestruzzo. per il quale si considera prevalente la rottura bordo calcestruzzo c_1 , si applica la seguente formula:

$$V_c = V_c^0 \cdot \psi_b \cdot \psi_e \cdot \psi_c \cdot \psi_h \cdot \psi_\alpha \cdot \psi_{ucr,V} \quad (7.35)$$

I fattori ψ hanno il seguente significato:

a) Il fattore ψ_b tiene conto contemporaneamente di distanza dal bordo e interasse. Considerando il caso generale di n ancoranti allineati parallelamente al bordo a distanza dal bordo c_1 e interassi $s_1, s_2, \dots, s_{n-1}$, si ha (fig.30):

$$\psi_b = \frac{3 \cdot c_1 + \sum_{i=1}^{n-1} s_i'}{3 \cdot n \cdot c_{min}} \cdot \sqrt{\frac{c_1}{c_{min}}} \quad (7.36)$$

dove $s_i' = \min(s_i; 3 \cdot c_1)$

Nel caso di ancorante singolo diventa:

$$\psi_b = \frac{c_1}{c_{min}} \cdot \sqrt{\frac{c_1}{c_{min}}} \quad (7.37)$$

nel caso di ancoraggio doppio (interasse s) (fig.31):

$$\psi_b = \frac{3 \cdot c_1 + s'}{6 \cdot c_{min}} \cdot \sqrt{\frac{c_1}{c_{min}}} \quad (7.38)$$

b) Il fattore ψ_e tiene conto della presenza di un bordo lateralmente agli ancoranti più esterni del gruppo. Se la distanza del bordo laterale è c_2 abbiamo (fig.32):

$$\psi_e = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1 \quad (7.39)$$

c) Il fattore ψ_c che tiene conto della resistenza effettiva del calcestruzzo è lo stesso della (7.33) valido per la trazione.

d) Il fattore ψ_h tiene conto dello spessore h dell'elemento di calcestruzzo nel caso in cui si abbia $h < 1,5 \cdot c_1$.

$$\psi_h = \left(\frac{h}{1,5 \cdot c_1} \right)^{\frac{2}{3}} \leq 1 \quad (7.40)$$

e) Il fattore ψ_α tiene conto dell'angolo fra la forza di taglio e la normale al bordo ($\alpha = 0^\circ$ per taglio ortogonale verso il bordo, $\alpha = 180^\circ$ per taglio ortogonale al bordo e verso contrario) (fig. 33).

$$\begin{aligned} \psi_\alpha &= 1 && \text{per } 0^\circ \leq \alpha \leq 55^\circ \\ \psi_\alpha &= \frac{1}{\cos \alpha + 0,5 \cdot \sin \alpha} && \text{per } 55^\circ < \alpha < 90^\circ \\ \psi_\alpha &= 2 && \text{per } 90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ \end{aligned} \quad (7.41)$$

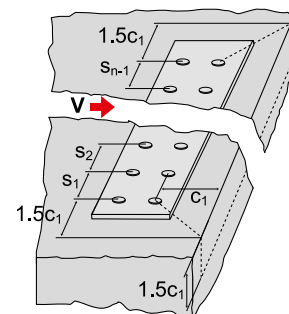


fig.30

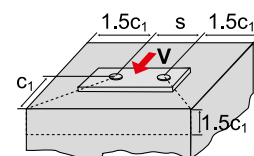


fig.31

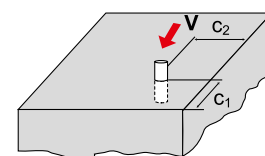


fig.32

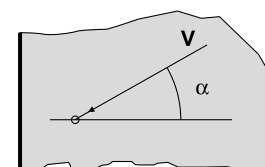


fig.33

- f) Il fattore $\Psi_{ucr,V}$ tiene conto del calcestruzzo fessurato o non fessurato:
- | | |
|----------------------|---|
| $\Psi_{ucr,V} = 1,0$ | per calcestruzzo fessurato |
| $\Psi_{ucr,V} = 1,4$ | per calcestruzzo non fessurato o calcestruzzo armato con armatura di bordo $\geq \varnothing 12$ e staffe con interasse $a \leq 100$ mm |

Si dovrà considerare:

$$V = \min (V_c; V_{steel}) \quad (7.42)$$

Nel caso di ancoraggio con braccio di leva si dovrà verificare (fig.34a e:34b):

$$M_s \leq M_{cons} \quad (7.43)$$

dove

$$M_s = V_s \cdot \frac{l}{\alpha_M} \quad (7.44)$$

- con
- $l = e_1 + a_3$
 - $a_3 = 0,5 \cdot d$
 - $a_3 = 0$ se un dado o una rondella sono serrati direttamente alla parete
 - d = diametro nominale della vite
 - $\alpha_M = 1$ se il pezzo fissato non può ruotare
 - $\alpha_M = 2$ se il pezzo fissato è libero di ruotare

Il carico ammissibile M è dato dalle schede tecniche.

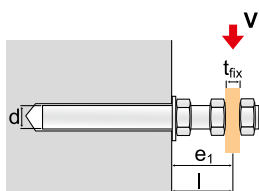


fig.34a

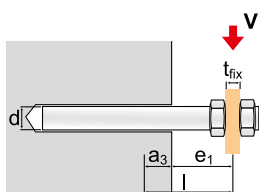


fig.34b

8 FERRI D'ARMATURA POST-INSTALLATI

8.1 DIFFERENTI TIPOLOGIE DI APPLICAZIONE

Le barre d'armatura post-installate sono utilizzate in molte applicazioni diverse, sia nel caso di errori di esecuzione che di pianificazione consapevole (estensione di edifici esistenti, rinforzo/retrofitting per nuovi carichi da considerare).

Le applicazioni più frequenti sono:

- Connessione di nuovi setti
- Chiusura di aperture
- Estensione di solette
- Estensione di terrazze
- Connessione di scale
- Nuove colonne
- Estensione di colonne
- Connessione di travi
- Allargamento di ponti
- Estensione di setti

Se la progettazione e l'installazione vengono eseguite correttamente, la nuova struttura insieme alla struttura esistente possono essere considerate come un corpo unico monolitico.

Un'armatura post-installata può essere progettata secondo due diversi tipi di funzionamento:

- **Rebar come tassello**

quando il calcestruzzo deve riprendere il carico di trazione del ferro o il ferro è progettato per portare carichi di taglio: in questo caso la norma di riferimento del progetto è l'Euro-codice 2-4.

- **Rebar come ferro d'armatura**

quando la barra è progettata per portare solo carichi di trazione e vengono generate solo forze di compressione nel calcestruzzo, secondo i principi di progettazione del cemento armato strutturale. Lo standard di riferimento è l'Eurocodice 2-1.

In questo secondo caso, si assume che il comportamento di un'armatura post-installata sia lo stesso di una barra d'armatura gettata in opera.

Nei seguenti paragrafi tratteremo questo secondo caso.

8.2 TIPOLOGIE DI CONNESSIONI

L'unica configurazione possibile per le armature post-installate è quella diritta, perché non si possono ottenere ganci o curve una volta maturato il calcestruzzo e le tipologie di connessione realizzabili sono due:

Ancoraggio

è il caso in cui una barra non è più necessaria, considerando ad esempio un modello a puntone e tirante, dove la tensione dell'armatura viene compensata senza provocare tensioni di trazione nel calcestruzzo.

Sovrapposizione a barre esistenti

quando le nuove barre vengono installate in sovrapposizione a quelle esistenti in modo da trasmettere le forze di trazione.

In entrambi i casi la forza viene trasmessa al calcestruzzo mediante la forza di adesione della resina.

8.2.1 APPLICAZIONI REBAR CERTIFICATE

In Europa non tutte le resine possono essere utilizzate per applicazione di armature post-installate, ma solo quelle che hanno ottenuto la Valutazione Tecnica Europea secondo la procedura EOTA EAD 330087-00-0601, che ha sostituito il TR023. Questo standard specifica una serie di test che devono essere eseguiti per qualificare i prodotti per le applicazioni di armature post-installate. Una volta soddisfatti tutti i requisiti, si ottiene l'ETA e significa che il sistema di barre d'armatura post-installato qualificato ha almeno lo stesso comportamento dei ferri d'armatura pre-installati.

Tutti i sistemi di barre d'armatura post-installate certificati ETA secondo EAD 330087-00-0601 possono essere progettati seguendo l'Eurocodice 2-1.

Il campo di applicazione dei prodotti valutati secondo EAD 330087-00-0601 è riportato nelle seguenti figure, tratte direttamente dalla norma:

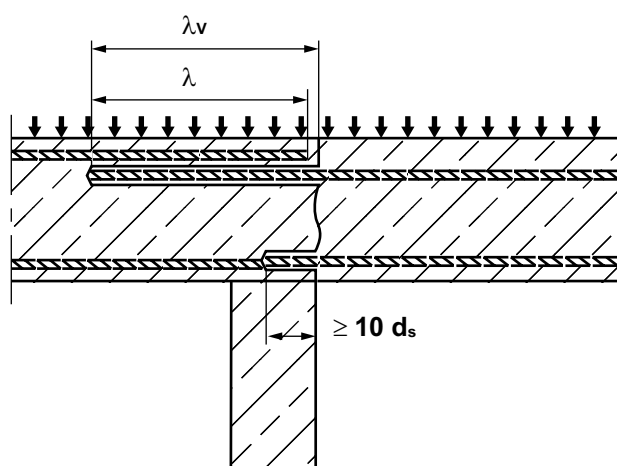


Figure 1.1: Giunto per sovrapposizione di solette e travi

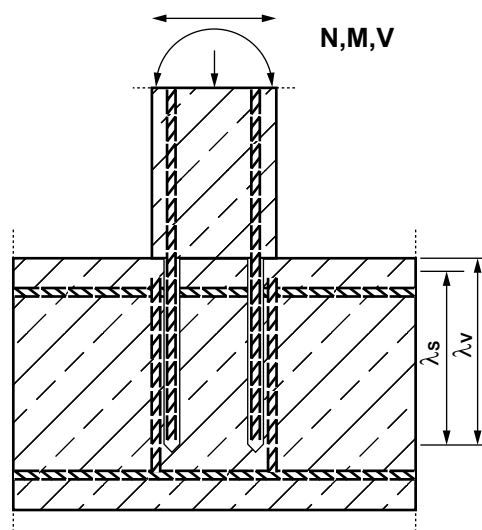


Figure 1.2 Giunto per sovrapposizione in fondazione di sotto o colonna dove le barre sono sollecitate a trazione

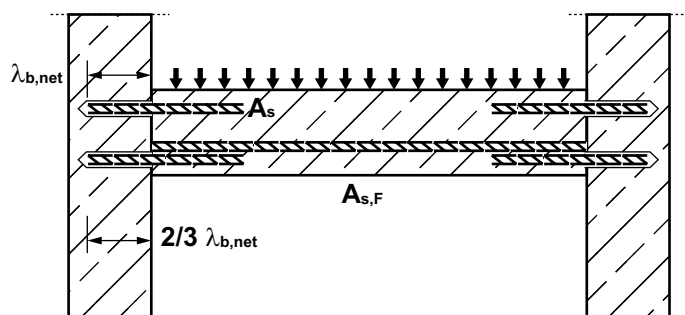


Figure 1.3: Ancoraggio di estremità soletta o trave progettate come semplicemente appoggiate

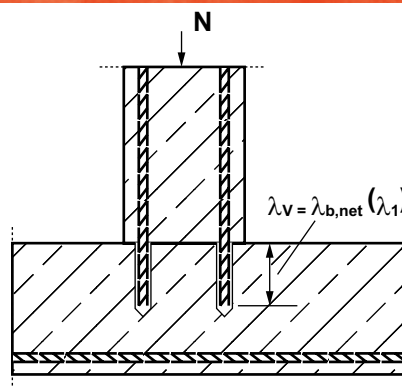


Figure 1.4: Connessioni dove le barre sono sollecitate a compressione

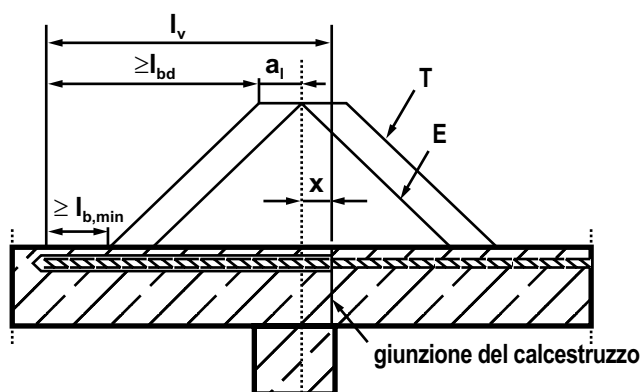


Figure 1.5: Ancoraggio dell'armatura per coprire l'involuppo della sollecitazione a trazione

Legenda Fig. 1.5

T forza di trazione agente

E involucro $M_{ed}/z + N_{ed}$ (vedere EN 1992-1-1, Fig. 9.2)

x distanza tra il punto teorico di appoggio ed il giunto del cls

Note alle Fig. 1.1 a 1.5

Nelle figure non è rappresentata nessuna armatura trasversale, ma dovrà essere presente come da EN 1992-1-1.

La trasmissione del taglio tra cls esistente e nuovo sarà progettata secondo EN 1992-1-1.

8.3 FORZA DI ADESIONE

L'efficienza dei collegamenti delle barre d'armatura post-installate dipende dalla capacità di trasferimento del carico dalle nervature della barra alla resina e dalla resina alla superficie in calcestruzzo del foro. La forza di adesione delle resine è solitamente superiore a quella delle barre gettate in opera, ma nei calcoli vengono adottati valori inferiori perché solitamente gli interassi tra le armature e la distanza dal bordo del calcestruzzo sono molto ridotti. I valori di progetto della forza di adesione da utilizzare nei calcoli delle barre d'armatura post-installati sono indicati in ogni ETA.

Nell'Eurocodice 2-1, capitolo 8.4.2, è definito il valore di progetto della tensione di adesione ultima, f_{bd} , per le barre nervate (EN1992-1-1:2004, 8.4.2, 8.2):

$$f_{bd} = 2.25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd} \quad (8.1)$$

Con:

$\eta_1 = 1.0$ per buone condizioni di adesione

$= 0.7$ per tutte le altre condizioni

(vedere le figure seguenti per la definizione di "buone condizioni di adesione")

$\eta_2 = 1.0$ per $\phi \leq 32$ mm

$= (132 - \phi)/100$ per $\phi > 32$ mm

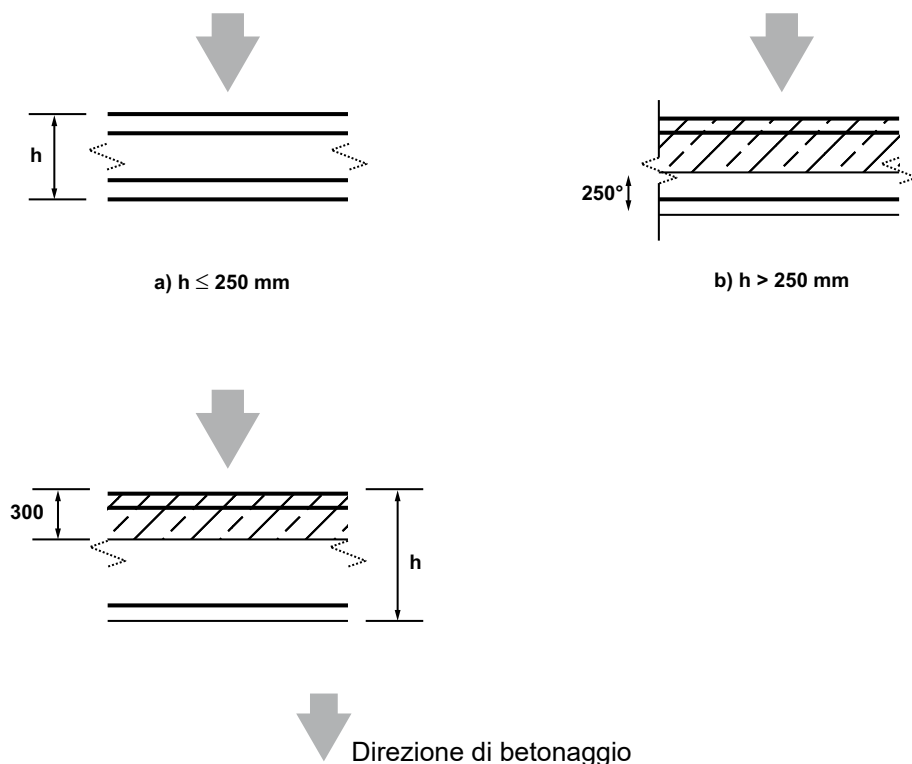
$f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk,0.05}/\gamma_c$

α_{ct} = influenza a comportamento a lungo termine = 1.0

$f_{ctk,0.05}$ = resistenza caratteristica a trazione del cls (frattile 5%),

i valori sono riportati sulla tabella 3.1, cap. 3.1.2 dell'Eurocodice

γ_c = fattore di sicurezza del calcestruzzo = 1.5



(EN1992-1-1:2004, 8.4.2, Fig.8.2)

Le “buone condizioni di adesione” sono in corrispondenza delle aree non tratteggiate, mentre le “condizioni di scarsa adesione” si trovano in corrispondenza delle aree tratteggiate.

Le buone condizioni di adesione si hanno quando:

Nel caso a) quando lo spessore dell'elemento in cls è 250 mm o meno nella direzione di getto.

Nel caso b) quando lo spessore dell'elemento in cls è maggiore di 250 mm e le barre post-installate sono posizionate entro i 250 mm inferiori.

Nel caso c) quando lo spessore della parte strutturale è maggiore di 600 mm e le armature sono posizionate ad almeno 300 mm dal lato superiore del componente.

8.4 LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO DI BASE

Per entrambi i casi di applicazione di barre d'armatura post-installate, ancoraggio e sovrapposizione, la lunghezza richiesta viene calcolata a partire da un valore iniziale comune, che è la lunghezza di ancoraggio di base.

È definita come la lunghezza richiesta per trasferire mediante la tensione di aderenza, ipotizzata costante, la forza massima che l'armatura può portare.

La resistenza massima dell'acciaio di un ferro d'armatura è:

$$N_{rd,s} = \frac{\pi}{4} \phi^2 \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \quad (8.2)$$

Con:

$N_{rd,s}$ = resistenza di progetto della barra rispetto alla rottura dell'acciaio

ϕ = diametro della barra

f_{yk} = tensione di snervamento

γ_s = fattore di sicurezza parziale per l'acciaio = 1.15

fattore di sicurezza parziale per l'acciaio = 1.15

$$N_{rd,c} = \pi \cdot \phi \cdot l \cdot f_{bd} \quad (8.3)$$

Con:

$N_{rd,c}$ = resistenza di progetto rispetto al cedimento dell'adesione

ϕ = diametro della barra

l = profondità di posa

f_{bd} = valore di progetto della tensione di aderenza

Uguagliando le due resistenze:

$$N_{rd,s} = N_{rd,c} \quad (8.4)$$

Per cui la **lunghezza di ancoraggio di base** è definita come (EN1992-1-1:2004, 8.4.3, 8.3):

$$l_{b,rqd} = \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} \quad (8.5)$$

Con:

$$\sigma_{sd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \text{massima tensione di progetto della barra}$$

Note: incrementare la profondità di posa oltre la lunghezza base di ancoraggio non aumenta la capacità portante del collegamento in quanto la massima resistenza dell'acciaio è già raggiunta.

8.5 CASO DI ANCORAGGIO

Nel caso in cui la barra non è più necessaria, il valore di progetto della lunghezza di ancoraggio l_{bd} è il seguente (EN1992-1-1:2004, 8.4.4, 8.4):

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min} \quad (8.6)$$

Con:

α_1 = influenza della forma della barra

α_2 = influenza del copriferro

α_3 = influenza dell'armatura trasversale (non saldata)

α_4 = influenza dell'armatura trasversale (saldata)

α_5 = influenza della pressione trasversale

$l_{b,rqd}$ = lunghezza base di ancoraggio

$l_{b,min}$ = lunghezza minima di ancoraggio

E dove (EN1992-1-1:2004, 8.4.4, 8.5):

$$\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0.7$$

I valori dei fattori α_1 , α_2 , α_3 , α_4 , α_5 sono dati dalla tabella 8.2 dell'Eurocodice 2 parte 1 paragrafo 8.4.4, e qui sotto sono riassunti:

Fattore d'influenza	Tipo di ancoraggio (barra dritta o piegata)	Barra	
		In tensione	In compressione
Forma della barra	Barra dritta	$\alpha_1 = 1,0$	$\alpha_1 = 1,0$
Ricoprimento di calcestruzzo	Barra dritta	$\alpha_2 = 1 - 0,15(C_d - \emptyset)/\emptyset$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_2 = 1,0$
Confinamento mediante armature trasversale non saldata alla principale	Tutti i tipi	$\alpha_3 = 1 - k\lambda$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_3 = 1,0$
Confinamento mediante armature trasversale saldata alla principale*	Tutti i tipi, posizione e misura come specificato nella Fig. 8.1 (e) della norma	$\alpha_4 = 0,7$	$\alpha_4 = 0,7$
Confinamento mediante pressione trasversale	Tutti i tipi	$\alpha_5 = 1 - 0,04p$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	-

* vedere note in calce alla Tab. 8.2 della norma

Dove:

C_d = vedere fig. 8.3 dello stesso paragrafo

$$\lambda = (\sum A_{st} - \sum A_{st,min}) / A_s$$

$\sum A_{st}$ = area della sezione retta dell'armatura trasversale lungo l_{bd}

$\sum A_{st,min}$ = area della sezione retta della minima armatura
reinforcement = 0.25 A_s per le travi e 0 per le piastre

A_s = area di una singola barra ancorata del massimo diametro

K = valori riportati nella fig. 8.4 dello stesso paragrafo

p = pressione trasversale (MPa) allo stato limite ultimo lungo l_{bd}

I valori della lunghezza minima di ancoraggio sono i seguenti:

- Barra in trazione

$$l_{b,min} > \max \{0.3 l_{b,rqd}; 10\phi; 100 \text{ mm}\}$$

- Barra in compressione

$$l_{b,min} > \max \{0.6 l_{b,rqd}; 10\phi; 100 \text{ mm}\}$$

8.6 CASO DI SOVRAPPOSIZIONE A BARRE ESISTENTI

Nel caso in cui la barra deve trasferire la sollecitazione ad un'altra per sovrapposizione, la lunghezza di sovrapposizione viene calcolata come segue (EN1992-1-1:2004, 8.7.3, 8.10):

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad (8.7)$$

Con α_1 , α_2 , α_3 , α_5 ed $l_{b,rqd}$ calcolati come appena visto.

Il fattore α_6 dipende dalla percentuale di barre sovrapposte rispetto all'area totale trasversale entro la lunghezza $0.65 l_0$; i suoi valori sono riportati nella Tab. 8.3 dell'Eurocodice 2 parte 1 paragrafo 8.7.3, e sono:

Percentuale di barre sovrapposte rispetto all'area totale trasversale	< 25%	33%	50%	>50%
α_6	1	1,15	1,4	1,5
Note: i valori intermedi si possono ottenere per interpolazione				

Nel caso tutte le barre siano sovrapposte nella stessa sezione trasversale avremo $\alpha_6 = 1.5$.

La distanza tra due barre sovrapposte dovrebbe essere al massimo pari a 4ϕ : se tale distanza fosse $s > 4\phi$ la lunghezza di sovrapposizione l_0 sarà aumentata di $s - 4\phi$.

La lunghezza di sovrapposizione minima è:

$$l_{0,min} > \max \{0.3 \alpha_6 l_{b,rqd}; 15\phi; 200 \text{ mm}\}$$

8.7 LUNGHEZZE DI ANCORAGGIO E SOVRAPPOSIZIONE IN CLS FESSURATO

Per tenere conto del comportamento potenzialmente diverso delle armature post-installate e gettate in opera nel calcestruzzo fessurato, in generale, la lunghezza minima di ancoraggio $l_{b,min}$ e la lunghezza minima di sovrapposizione $l_{0,min}$ fornite nella EN1992-1-1 devono essere moltiplicate per il fattore di amplificazione di α_{lb} , riportato negli ETA delle resine.

Ricerche hanno dimostrato che le armature post-installate hanno una riduzione della forza di adesione di circa il 50% da calcestruzzo non fessurato a fessurato, mentre per le armature gettate in opera la riduzione è di circa il 25%. Tuttavia non tutti i sistemi post-installati hanno lo stesso comportamento, in alcuni casi l'influenza delle fessure può essere minore, quindi anche il fattore di amplificazione può essere minore o addirittura = 1.

8.8 COPRIFERRO E SPAZIATURA MINIMI

8.8.1 COPRIFERRO MINIMO

Per le armature post-installate il copriferro minimo deve essere valutato non solo secondo l'Eurocodice 2 (parte 1, paragrafo 4.4.1), ma esistono anche limitazioni derivanti dal metodo di foratura utilizzato per l'installazione, pertanto vengono date ulteriori limitazioni nell'EAD 330087-00-0601 tabelle 1.1 e 1.2 e talvolta anche nei relativi certificati ETA.

8.8.2 SPAZIATURA MINIMA

Per le barre d'armatura post-installate la spaziatura libera minima tra due barre è aumentata rispetto ai valori dell'Eurocodice (parte 1, paragrafo 8.7.2). L'EAD 330087-00-0601 fornisce i seguenti valori di riferimento:

$$s_{\min} = 40 \text{ mm} \geq 4\phi$$

con

ϕ = diametro della barra

Se si utilizza un supporto per la foratura il requisito minimo di 4ϕ può ridursi a 2ϕ .

Ulteriori valori minimi sono riportati sugli ETA delle resine, che possono essere più stringenti

9 CORROSIONE

9.1 GENERALITÀ

La corrosione è un processo naturale, che converte un metallo raffinato in una forma più chimicamente stabile, come il suo ossido, idrossido o solfuro. È la graduale degradazione del materiale per reazione chimica e/o elettrochimica con l'ambiente: il caso più comune è l'ossidazione dei metalli in reazione con un ossidante come ossigeno o zolfo.

Generalmente i metalli reagiscono al contatto con l'ossigeno in due modi:

a) Formazione di uno strato di ossido compatto sulla superficie del pezzo. Questo strato previene la formazione di ulteriore ossidazione. In questi casi si parla di passivazione del pezzo. La passivazione può essere naturale o forzata artificialmente. Con questo meccanismo molti materiali non nobili acquistano una notevole durabilità. Esempi di questo fenomeno si hanno con l'alluminio e il cromo. Per l'acciaio questo tipo di fenomeno si ottiene con gli acciai autopatinabili tipo il Cor-Ten o con gli acciai inossidabili dove la patina viene formata dagli elementi di lega contenuti.

b) La reazione con l'ossigeno forma uno strato di ossidi poroso che favorisce l'ulteriore ossidazione degli strati più interni. Il risultato di questo processo progressivo è la completa distruzione del materiale. Il caso più tipico di questo fenomeno è la corrosione dell'acciaio a contatto dell'aria che porta alla formazione della ruggine.

9.2 TIPI DI CORROSIONE

9.2.1 CORROSIONE UNIFORME

Il materiale è in contatto continuamente con l'agente corrosivo e si corrode uniformemente e continuamente su tutta la superficie del pezzo. Dalla velocità di corrosione si può valutare la durata del materiale. Ad esempio per lo zinco in contatto con l'aria si può valutare la durata della resistenza alla corrosione per un certo tipo di atmosfera, tenendo conto dei μm corrosi per unità di tempo e dello spessore di materiale che è possibile sacrificare.

La velocità della corrosione uniforme è data dalla tabella

Tipo atmosfera	Perdita zinco (µm/anno)
Rurale	1.3 – 2.5
Urbana	1.9 – 5.2
Industriale	6.4 – 13.8
Prossimità del mare	2.2 – 7.2

9.2.2 CORROSIONE PER PITTING

La corrosione da pitting si presenta in quei materiali che presentano un certo grado di autoprotezione con la presenza di un film passivato.

L'attacco inizia in modo molto aggressivo da una rottura localizzata del film protettivo e viene accelerato da un effetto di corrosione galvanica localizzata fra la superficie dell'alveolo e il film passivato.

Una valutazione di resistenza al pitting è dato dal PREN = pitting resistance equivalent number dato da:

$$\text{PREN} = \%Cr + 3.3\%Mo + x\%N$$

Con x=per acciai ferritici, 16 per austenitici e 30 per austeno-ferritici.

Un indice pari almeno a 26 come per l'inossidabile AISI 316 garantisce dalla corrosione in presenza di acque salmastre, con bassi tenori di cloruri.

9.2.3 CORROSIONE IN FESSURA

La corrosione in fessura si riferisce alla corrosione che si verifica in spazi ristretti a cui l'accesso dall'ambiente è limitato, come ad esempio spazi vuoti e aree di contatto tra le parti, sotto guarnizioni o tenute, all'interno di crepe e giunture, spazi riempiti di depositi che diventano stagnanti. Il fenomeno si manifesta in corrispondenza a interstizi sotto i 0,1 mm che si possono avere ad esempio tra due superfici metalliche a contatto o tra superficie metallica e non metallica. Particolarmente soggetti a questo tipo di corrosione gli acciai austenitici in presenza di cloruri.

9.2.4 CORROSIONE PER CONTATTO GALVANICO

Quando due materiali metallici diversi a contatto fra loro sono esposti all'azione di un ambiente aggressivo, si osserva un aumento della velocità di corrosione dell'elemento meno nobile. La presenza di un film passivato influisce sulla "nobiltà" del materiale.

Una sequenza parziale di materiali dal meno nobile al più nobile è la seguente:

Magnesio

Zinco

Alluminio

Acciaio al carbonio

Acciaio inox tipo AISI 304 non passivato

Acciaio inox tipo AISI 316 non passivato

Piombo

Stagno

Nichel non passivato

Ottone

Rame

Bronzo

Nichel passivato

Acciaio inox tipo AISI 304 passivato

Acciaio inox tipo AISI 316 passivato

Argento

Titanio

Oro

Platino

Per limitare questo effetto si deve evitare di mettere a contatto materiali lontani nella scala delle nobiltà, evitare che l'area esposta del metallo meno nobile sia piccola rispetto al metallo più nobile, isolare fra loro i metalli.

Un metodo di protezione è connettere elettricamente il materiale da proteggere con un materiale meno nobile che verrà sacrificato (ad esempio zinco o alluminio che fanno da anodo rispetto all'acciaio).

Elemento fissato	Fissaggio			
	Inox	Acciaio zincato a caldo	Acciaio elettrozincato	Acciaio rivestito di zinco lamellare
Inox	●	*	*	*
Acciaio zincato a caldo	**	●	●	●
Acciaio elettrozincato	**	●	●	●
Alluminio e sue leghe	**	***	***	***
Rame e sue leghe	**	*	*	*
Acciaio a basso tenore di carbonio	**	*	*	*

● Contatto permesso

* Il fissaggio si corrode

** L'elemento fissato si corrode

*** Il fissaggio può essere soggetto a lieve corrosione, accettabile

9.2.5 CORROSIONE SOTTO SFORZO

Questo tipo di corrosione si manifesta in presenza simultaneamente di particolari ambienti aggressivi, che normalmente sarebbero blandamente aggressivi, e di tensioni di trazione.

Si originano delle cricche orientate perpendicolarmente alla direzione degli sforzi.

Per gli acciai al carbonio sono più suscettibili quelli ad alto limite di snervamento, oltre i 1100 N/mm² possono manifestarsi cricche da stress anche in presenza di semplice aria umida.

Gli inox austenitici possono corrodersi in presenza di cloruri a 70÷80°C o in ambienti caustici a temperature più elevate.

9.3 PROTEZIONE DALLA CORROSIONE

Per la protezione dei materiali soggetti a corrosione è possibile intervenire in due modi:

a) Utilizzo di un materiale con caratteristiche intrinseche di resistenza alla corrosione. Il caso più tipico è quello degli acciai inossidabili nei quali cromo, nichel e molibdeno assicurano il mantenimento delle prestazioni del prodotto per una lunga durata e per le più diverse condizioni ambientali.

b) Trattamento superficiale del prodotto in modo che il materiale sensibile alla corrosione non venga in contatto con l'agente corrosivo. Esempi di questo tipo di misura sono la zincatura o la verniciatura. La protezione è garantita fino a quando la superficie del rivestimento protettivo non viene danneggiata.

La scelta del tipo di protezione da adottare va fatta in base all'ambiente nel quale si prevede sarà installato l'ancorante.

Nei prodotti Simpson Strong-Tie si utilizza diversi metodi di protezione.

9.3.1 ZINCATURA

Lo zinco è uno dei materiali più utilizzati per realizzare e rivestimenti protettivi. Questo perché lo zinco in contatto con l'atmosfera forma uno strato compatto di ossidi sulla sua superficie che ostacola l'ulteriore ossidazione. Inoltre, essendo meno nobile dell'acciaio, ha un effetto sacrificale rispetto ad esso per cui si ossida offrendo una protezione catodica che è in grado di permanere anche in presenza di piccole zone danneggiate nello strato di zinco (auto-riparazione).

Si possono avere i seguenti tipi di zincatura:

Zincatura galvanica. Si ottiene immergendo il pezzo, dopo decapaggio, in un bagno contenente sali di zinco. Viene creata una corrente fra pezzo e soluzione che fa depositare lo zinco sulla superficie del pezzo. Normalmente si applica uno spessore minimo di 5 µm. Successivamente, per migliorare il grado di protezione, si può passivare la superficie e immergere i pezzi in un bagno lubrificante che consente di controllare l'attrito nella zona di espansione dell'ancorante. Simpson Strong-Tie, oltre alla zincatura galvanica standard, offre una zincatura ad alta resistenza denominata **3DG**.

Zincatura a caldo. Si ottiene immergendo il pezzo in un bagno di zinco fuso a 455°C. I pezzi vanno preventivamente decapati, flussati e riscaldati a circa 100°C. Gli spessori ottenibili sono molto superiori alla zincatura galvanica. Lo spessore è compreso fra 43 e 100 µm. La maggiore protezione è dovuta al maggior spessore di zinco. Spesso si utilizza la zincatura a caldo come alternativa economica all'acciaio inossidabile.

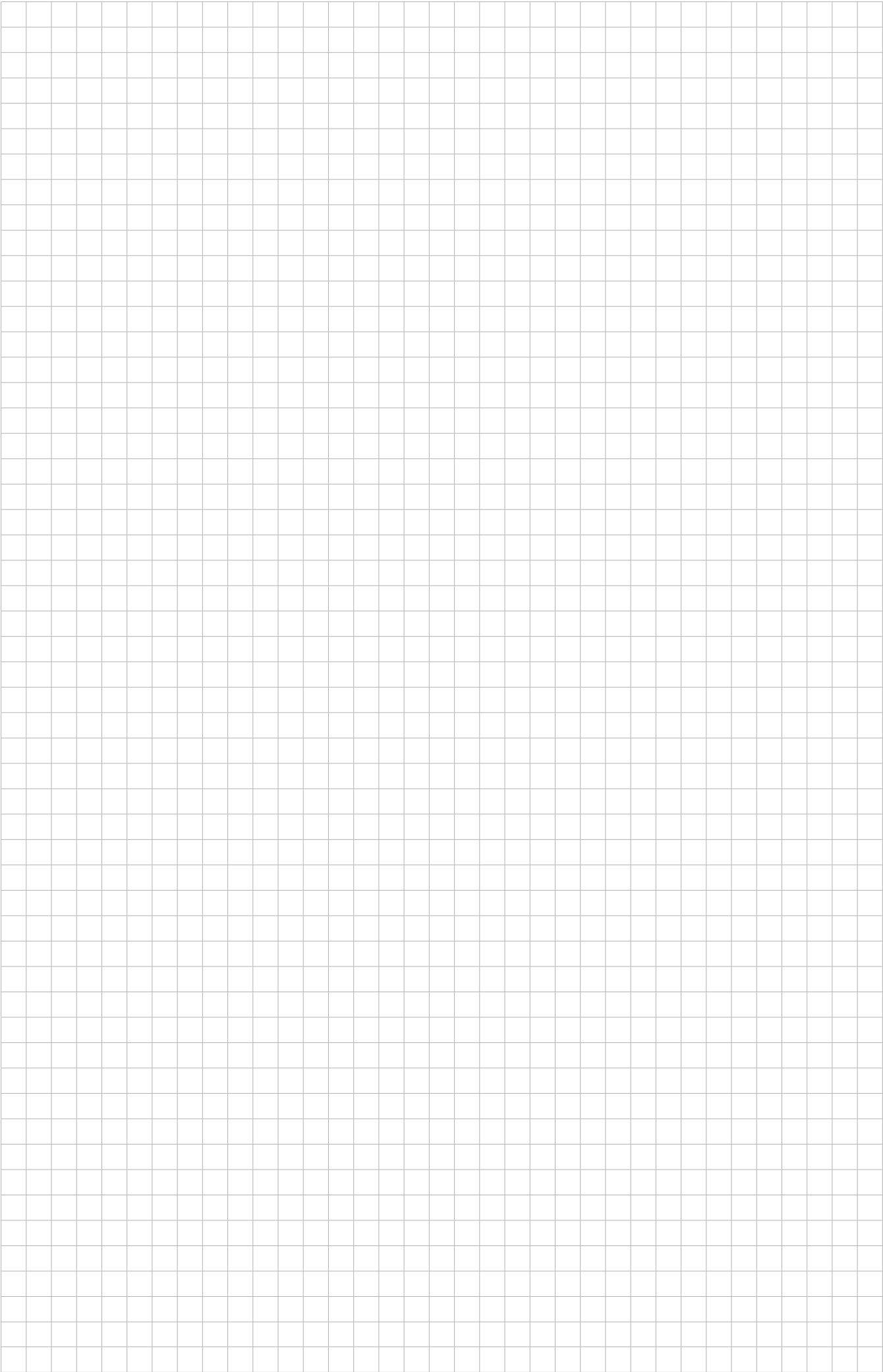
Zincatura a freddo. Il processo è più vicino alla verniciatura, ma la proprietà anticorrosiva è dovuta allo zinco. Il rivestimento è costituito da polvere di zinco legato da una resina. Il processo prevede immersione del pezzo, centrifuga e polimerizzazione in forno a bassa temperatura (170-200°C).

9.3.2 METALLI RESISTENTI ALLA CORROSIONE

Nei prodotti Simpson Strong-Tie si utilizzano prevalentemente acciai austenitici tipo AISI 316 (numero materiale 1.4401, classe A4). I prodotti in questo materiale sono in grado di garantire una lunga durata in ambienti interni umidi soggetti a condensa, in ambienti esterni anche in prossimità del mare e in ambienti aggressivi in genere.

Categorie corrosività secondo norma ISO 9223			ACCIAIO	ACCIAIO	INOX A4 (wr.1.4404 EN10088)
			ZINCATO BIANCO 5µm ISO4042	3DG	-
C5-I	molto alta	Industriale			✱
C5-M	molto alta	Marina			✱
C4-I	alta	Industriale			●
C4-M	alta	Marina		✱	●
C3	media	Industriale-Marina-Urbana		●	●
C2	bassa	Urbana		●	●
C1	molto bassa	Rurale	✱	●	●

● Indicato ✱ Parzialmente indicato



SIMPSON

Strong-Tie®



visita il sito

L0050CAT02026 rev01
04/2026/300