



CITTA' DI TORINO

DIREZIONE SERVIZI TECNICI – COORDINAMENTO
SERVIZIO EDIFICI COMUNALI GESTIONE TECNICA

PROGETTO CO-CITY- UIA (URBAN INNOVATIVE ACTIONS)
MANUTENZIONE STABILI
VIA ABETI 13, VIA LE CHIUSE 66, VIA FOLIGNO 14



Progetto architettonico:

*arch. Cristina BANFO
arch. Eleonora MANFREDI*

*Collaboratori: arch. Rossella VISSICCHIO
geom. Pasquale CASTALDO
geom. Fabrizio NEGRO*

*Progetto impianti elettrici e speciali: p.i. Uliano ALBERTINETTI
p.i. Gianni LOMANTO*

*Progetto strutturale: CMC studio ing. ass.
ing. Stefano Meluzzi*

*Progetto impianti fluidomeccanici: ing. Laura IDRAME
p.i. Mauro RAIMONDO*

*Progetto acustico: Microbel S.a.
ing. Franco BERTELLINO*

*Coordinamento Sicurezza
in fase di Progettazione:*

ing. Alberto VESPA

*Responsabile del procedimento
e Dirigente Servizio Tecnico: ing. Eugenio BARBIRATO*

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
DISPOSIZIONI TECNICA
OPERE STRUTTURALI

DATA

Luglio 2018

ELABORATO

T_ST

Sommario

Capitolo 1	DATI GENERALI DELL'APPALTO.....	4
Art. 1	Oggetto dell'appalto	4
Art. 2	Descrizione sommaria delle opere	4
Capitolo 2	NORME SULL'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	5
Art. 3	Requisiti e accettazione.....	5
Art. 4	Norme di riferimento	5
Art. 5	Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche	5
Capitolo 3	MATERIALI E PRODOTTI PER IMPIEGHI STRUTTURALI	6
Art. 6	Materiali e prodotti per uso strutturale.....	6
6.1.	Identificazione e certificazione.....	6
6.2.	Prove sperimentali	6
6.3.	Procedure di controllo di produzione in fabbrica	6
6.4.	Certificato d'accettazione	6
Art. 7	Componenti del conglomerato cementizio.....	7
7.1.	Leganti per opere strutturali	7
7.2.	Aggregati	8
7.3.	Aggiunte	11
7.4.	Additivi.....	11
7.5.	Acqua di impasto	14
7.6.	Classi di resistenza del conglomerato cementizio	14
Art. 8	Acciaio per cemento armato	15
8.1.	Requisiti principali	15
8.2.	Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio	15
8.3.	Acciaio per cemento armato e cemento armato precompresso	18
8.4.	Controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione delle barre. Accettazione in cantiere	22
8.5.	Norme di riferimento	24
Art. 9	Acciaio per strutture metalliche	24
9.1.	Generalità	24
9.2.	Acciaio laminato.....	25
9.3.	Acciaio per getti	26
9.4.	Acciaio per strutture saldate	26
9.5.	Bulloni e Chiodi	26
9.6.	Procedure di controllo su acciai da carpenteria	27
9.7.	Norme di riferimento	33

Capitolo 4	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE.....	35
Art. 10	Demolizioni	35
10.1.	Interventi preliminari.....	35
10.2.	Sbarramento della zona di demolizione.....	35
10.3.	Idoneità delle opere provvisionali	35
10.4.	Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione.....	35
10.5.	Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta	36
10.6.	Proprietà degli oggetti ritrovati.....	36
10.7.	Proprietà dei materiali da demolizione	36
Art. 11	Scavi e sbancamenti in generale	36
11.1.	Ricognizione.....	36
11.2.	Viabilità nei cantieri	36
11.3.	Splateamento e sbancamento.....	37
11.4.	Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli	37
11.5.	Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento	37
11.6.	Impiego di esplosivi	38
11.7.	Deposito di materiali in prossimità degli scavi.....	38
11.8.	Presenza di gas negli scavi	38
11.9.	Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi	38
11.10.	Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione	39
Art. 12	Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi	39
Art. 13	Riparazione di sottoservizi.....	39
Art. 14	Rilevati e rinterri.....	39
Art. 15	Fondazioni dirette	40
15.1.	Scavi di fondazione	40
15.2.	Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica di progetto e la situazione effettiva.....	40
15.3.	Magrone	40
Art. 16	Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo.....	40
16.1.	Calcestruzzo per strutture in c.a. normale	40
16.2.	Prescrizioni per il calcestruzzo a faccia vista	46
Art. 17	Armature degli elementi strutturali in cemento armato	47
17.1.	Controllo del peso e della sezione	47
17.2.	Giunzioni e saldature.....	47
17.3.	Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.	47
17.4.	Armature minime degli elementi strutturali in c.a.....	47
Art. 18	Regole di esecuzione per le strutture in acciaio	49
18.1.	Composizione degli elementi strutturali	49

18.2.	Unioni a taglio con bulloni normali.....	49
18.3.	Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza.....	50
18.4.	Unioni saldate.....	50
18.5.	Unioni per contatto.....	51
Art. 19	PROVE DI CARICO	51
19.1.	Generalità	51

Capitolo 1 DATI GENERALI DELL'APPALTO

Art. 1 Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutti i lavori, le forniture e le prestazioni necessarie per gli interventi strutturali contenuti all'interno del Progetto Esecutivo della nuova scala metallica esterna di sicurezza presso il fabbricato in Torino Via Le Chiuse 66 nonché gli interventi di ripristino strutturale degli elementi esistenti degradati e la fornitura in opera di un parapetto metallico di delimitazione della copertura piana esistente presso una porzione dell'immobile in Torino Via Foligno 14.

Tutte le prestazioni saranno compensate secondo quanto stabilito nell'elenco prezzi contrattuali.

Art. 2 Descrizione sommaria delle opere

Via Le Chiuse 66 – Torino

La nuova scala di sicurezza realizzata in carpenteria metallica zincata a servizio di due livelli fuori terra, è prevista in corrispondenza del cortile interno sul prospetto nord-est del fabbricato con accesso da Via Le Chiuse 66. L'impostazione strutturale prevede le seguenti opere:

- fondazione in c.a. mediante travi 430x 100 cm sp. 40 cm, posto ad una quota di approfondimento di circa 1,30 m dall'attuale piano campagna;
- n.4 pilastri principali in c.a. 50x50 h = 83 cm (fino a poco al di sopra del quota piano campagna), in maniera tale da evitare la presenza di strutture metalliche interrate;
- carpenteria metallica zincata della scala realizzata mediante pilastri HEA 200, travi principali HEA 200 di collegamento tra i pilastri, cosciali di rampa e di piano UPN 180, gradini e pianerottoli in grigliato elettrofuso sp. 30 mm;
- montanti delle ringhiere costituiti da n.2 piatti 90x6 mm, pannellature in lamiera striata e corrimano con tubolare diametro 48,3 sp. 2,6 mm;
- controventi di piano realizzati con angolari 50x5;
- pannellatura di protezione REI dei due pianerottoli di collegamento all'edificio esistente fissati direttamente alle strutture portanti della scala;
- la nuova struttura in esame è collegata all'edificio esistente solo per i carichi verticali del tratto terminale del pianerottolo di sbarco mentre, per quanto riguarda gli spostamenti orizzontali e di conseguenza eventuali azioni di martellamento, presenta un giunto di dimensioni minime calcolate secondo le prescrizioni del punto 7.2.1 delle NTC 2018;

Via Foligno 14 – Torino

Presso una porzione del fabbricato ad un unico livello in Via Foligno 14, sono previsti interventi di ripristino di parte delle strutture esistenti in c.a. e dell'orizzontamento di chiusura della copertura che, a causa della vetustà, di scarsa manutenzione e di alcune infiltrazioni di acqua, ad oggi presentano dei degradi superficiali che richiedono specifici interventi di ripristino e recupero, per garantire la durabilità ed un corretto funzionamento.

In aggiunta il progetto prevede la realizzazione di un parapetto metallico autozavorrato da posizionare sulla copertura piana esistente dove, la presenza della impermeabilizzazione a vista impedisce l'esecuzione di ancoraggi e/o fissaggi alla struttura sottostante. Tale parapetto è previsto con montanti delle ringhiere costituiti da n.2 piatti 80x4 mm disposti ad interasse massimo di 100 cm, elementi orizzontali con tondi fi 10/100 mm, corrimano con tubolare diametro 43 sp. 2,6 mm ed elemento di zavorra bullontato ai montanti costituito da un piatto 80x8 con sottostante piastra 1300x300 sp. 2mm con all'estremità un elemento in calcestruzzo di dimensioni 25x50x11 cm.

Capitolo 2 **NORME SULL'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

Art. 3 **Requisiti e accettazione**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque momento i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, il committente può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri del committente in sede di collaudo tecnico-amministrativo.

Art. 4 **Norme di riferimento**

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali, in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme univoci vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture provverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione dei lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

Art. 5 **Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche**

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatori, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori, ed a carico dell'Appaltatore. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvederà al prelievo del relativo campione e alla redazione di apposito verbale di prelievo redatto alla presenza dell'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporterà espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori potrà disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere strutturali le verifiche tecniche dovranno essere condotte in applicazione delle Norme tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Capitolo 3 MATERIALI E PRODOTTI PER IMPIEGHI STRUTTURALI

Art. 6 **Materiali e prodotti per uso strutturale**

6.1. **Identificazione e certificazione**

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente oppure, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle presenti norme per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

6.2. **Prove sperimentali**

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione sia per quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei Laboratori ufficiali depositato presso il Servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale sia prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le presenti norme, la relativa "attestazione di conformità" deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei LL.PP., che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste nelle Norme tecniche per le costruzioni.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, o internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato.

Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale devono essere misurate mediante prove sperimentali, definite su insiemi statistici significativi.

6.3. **Procedure di controllo di produzione in fabbrica**

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle Norme tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018 devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

6.4. **Certificato d'accettazione**

Il direttore dei lavori per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e in generale nelle opere di ingegneria civile, ai sensi delle Norme tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018, dovrà redigere il relativo certificato d'accettazione.

Art. 7 Componenti del conglomerato cementizio

7.1. Leganti per opere strutturali

Nelle opere strutturali oggetto delle Norme tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018 devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965, n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN 197-1 ed EN 197-2.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi di tipo C, richiamati nella legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si deve far riferimento ai cementi previsti dalle norme UNI 9156 (cementi resistenti ai solfati) e UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce).

7.1.1 Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa dovrà disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

7.1.2 Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- a) nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente il loro marchio o i marchi di identificazione;
- b) ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- c) numero dell'attestato di conformità;
- d) descrizione del cemento;
- e) estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella 7.1 - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione [N/mm ²]				Tempo presa [min]	Espansione [mm]
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7 giorni	28 giorni			
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	-			≥ 45	
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-		
52,5 R	> 30	-				

Tabella 7.2 - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti (1)
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati (come SO ₃)	EN 196-2	CEM I	32,5	≤ 3,5%
		CEM II (2)	32,5 R	
		CEM IV	42,5	
		CEM V	42,5 R	≤ 4,0%
		CEM III (3)	52,5	
			52,5 R	
			Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

- (1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa
 (2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO₃, per tutte le classi di resistenza
 (3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO₃
 (4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

Tabella 7.3 - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza [N/mm ²]	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore [min]		45			40		
Stabilità [mm] - Limite superiore		11					
Contenuto di SO ₃ [%] Limite superiore	Tipo I Tipo II (1) Tipo IV Tipo V	4,0		4,5			
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
	Contenuto di cloruri [%] - Limite superiore (2)		0,11				
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					
(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO ₃ per tutte le classi di resistenza							
(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri							

7.1.3 Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche.

UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi.

UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità.

UNI ENV 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione quantitativa dei costituenti.

UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici.

UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza.

UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento.

UNI EN 196-21 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento.

UNI ENV 197-1 - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità. Cementi comuni.

UNI ENV 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità.

UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata.

UNI 10517 - Cementi comuni. Valutazione della conformità.

UNI ENV 413-1 - Cemento da muratura. Specifica.

UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Metodi di prova.

7.2. Aggregati

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 12620**.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

7.2.1 Sistema di attestazione della conformità

I sistemi di attestazione della conformità degli aggregati, infatti, prevedono due livelli:

- livello di conformità 4, che prevede lo svolgimento del Controllo di Produzione da parte del produttore;
- livello di conformità 2+, che comporta l'intervento di un Organismo notificato certificante il Controllo svolto dal produttore.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella 7.4.

Tabella 7.4 – Sistemi di attestazione della conformità

Specifica tecnica europea di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+
UNI EN 12620-13055	Uso non strutturale	4

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensivo della sorveglianza, giudizio ed approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Il sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 3, del D.P.R. n. 246/1993.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 7.5 a condizione che la miscela di conglomerato cementizio confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica, di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea **UNI EN 12620**, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 7.5 – Limiti dell'utilizzo del materiale da riciclo

Origine del materiale da riciclo	R _{ck} del calcestruzzo [N/mm ²]	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	<15	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ 35	≤ 30 %
	≤ 25	fino al 60 %
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

Per quanto riguarda gli aggregati leggeri, questi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 13055**; il sistema di attestazione della conformità è quello riportato nella tabella 7.4.

7.2.2 Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nel seguente prospetto:

	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	EN 13043
Aggregati leggeri - Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (<i>armourstone</i>) - Parte 1	EN 13383-1
Aggregati per malte	EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	EN 13450

La produzione dei prodotti sopraelencati deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un Organismo notificato.

7.2.3 Controlli d'accettazione

Gli eventuali controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 7.6, insieme ai relativi metodi di prova.

Tabella 7.6 - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	EN 933-1
Indice di appiattimento	EN 933-3
Dimensione per il filler	EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$)	EN 1097-2

7.2.4 Sabbia

La sabbia, fermo restando le considerazioni dei parafi precedenti, per il confezionamento delle malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

7.2.4.1 Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito a esami eseguiti da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

7.2.5 Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo il direttore dei lavori, fermo restando i controlli della tabella 7.6, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

UNI 8520-1 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche.

UNI 8520-2 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti.

UNI 8520-7 - Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332.

UNI 8520-8 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili.

UNI 8520-13 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini.

UNI 8520-16 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro).

UNI 8520-17 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi.

UNI 8520-20 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi.

UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note.

UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali.

UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio.

UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento.

UNI EN 12620: 2003 - Aggregati per calcestruzzo.

UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica.

7.3. Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma **EN 450** e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalla **UNI EN 206-1** e dalla **UNI 11104**.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

7.4. Additivi

L'impiego di additivi, come quello di ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea EN 934-2.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- devono essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non devono contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non devono provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non devono interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo; in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

7.4.1 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare a un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento; in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso esso dovrà essere opportunamente diluito.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo quanto previsto dal paragrafo 11.2.9.4. del D.M. 17 gennaio 2018 e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

7.4.2 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.9.4. del D.M. 17 gennaio 2018 e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

7.4.3 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso esso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.9.4. del D.M. 17 gennaio 2018 e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

7.4.4 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima additivazione e quello di seconda additivazione dovranno essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo; la direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla UNI 8020;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.9.4. del D.M. 17 gennaio 2018 e norme UNI vigenti;
- la prova di essudamento prevista dalla UNI 7122.

7.4.5 Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la UNI 6395;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal paragrafo 11.2.9.4. del D.M. 17 gennaio 2018 e norme UNI vigenti;
- prova di resistenza al gelo secondo la UNI 7087;
- prova di essudamento secondo la UNI 7122.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

7.4.6 Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che quando è indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7% e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.

UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.

UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.9.4. del D.M. 17 gennaio 2018 e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

7.4.7 Antievvaporanti

Gli eventuali prodotti antievvaporanti filmogeni devono rispondere alle norme UNI, da UNI 8656 a UNI 8660. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

7.4.8 Prodotti disarmanti

Come disarmanti è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866 parti 1 e 2 per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

7.4.9 Metodi di prova

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

UNI 7110 - Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce.

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti.

UNI 10765 - Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.

7.5. Acqua di impasto

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o uso, potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008** come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Tabella 7.7 – Acqua di impasto

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati		SO ₄ ²⁻ minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri		Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico		minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali		minore 3.000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche		minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solidese spese		minore 2.000 mg/litro

7.6. Classi di resistenza del conglomerato cementizio

Sulla base della titolazione convenzionale del conglomerato mediante la resistenza cubica R_{ck} vengono definite le classi di resistenza riportate nella tabella 7.8.

Tabella 7.8 – Classi di resistenza dei calcestruzzi (D.M. 17 gennaio 2018)

Classe di resistenza	R_{ck} [N/mm ²]
Molto bassa	$5 < R_{ck} \leq 15$
Bassa	$15 < R_{ck} \leq 30$
Media	$30 < R_{ck} \leq 55$
Alta	$55 < R_{ck} \leq 85$

I conglomerati delle diverse classi di resistenza di cui alla tabella 7.8 trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella 7.9.

Tabella 7.9 – Classi di impiego dei calcestruzzi (D.M. 17 gennaio 2018)

Classe di impiego	Utilizzo	Classe di resistenza
A	Per strutture in conglomerato cementizio non armato o a bassa percentuale di armatura (punto 5.1.11 delle N.T.)	Molto bassa
B	Per strutture semplicemente armate	Bassa e media
C	Per strutture precomprese o semplicemente armate	Media
D	Per strutture semplicemente armate e/o precomprese	Alta

Per le classi di resistenza molto bassa, bassa e media, la resistenza caratteristica R_{ck} deve essere controllata durante la costruzione secondo le prescrizioni del capitolo 11 delle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Per la classe di resistenza alta, la resistenza caratteristica R_{ck} e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato vanno accertate prima dell'inizio dei lavori e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

Art. 8 Acciaio per cemento armato

8.1. Requisiti principali

Gli acciai per strutture in cemento armato devono rispettare le prescrizioni delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17 gennaio 2018.

L'appaltatore non deve porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o che siano ricoperte da sostanze che riducono sensibilmente l'aderenza al conglomerato cementizio.

8.2. Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio

8.2.1 Controlli di produzione in fabbrica e procedure di qualificazione

Tutti gli acciai oggetto delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 17 gennaio 2018, siano essi destinati a utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o a utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche, devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee disponibili **EN 10080, EN 10138, EN 10025, EN 10210, EN 10219**.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della **direttiva 89/106/CE**, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.3 del D.M. 17 gennaio 2018 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Il Servizio tecnico centrale della Presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

La procedura di qualificazione del prodotto prevede:

- esecuzione delle prove di qualificazione a cura del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato dal Servizio tecnico centrale su proposta del produttore;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio tecnico centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio tecnico centrale provvede al rilascio dell'Attestato di qualificazione al produttore e inserisce il produttore nel Catalogo ufficiale dei prodotti qualificati che sarà reso disponibile sul sito internet;
- in caso di giudizio negativo, il produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio tecnico centrale che al laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di qualificazione. La qualificazione ha validità cinque anni.

8.2.2 Mantenimento e rinnovo della Qualificazione

Per il mantenimento della qualificazione i produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio tecnico centrale:

- dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;
- i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove;
- i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;
- la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti 2) e 3). Per la conformità statistica tra i risultati dei controlli interni e i risultati dei controlli effettuati dal laboratorio incaricato devono essere utilizzati test statistici di confronto delle varianze e delle medie delle due serie di dati, secondo i procedimenti del controllo;
- della qualità (**UNI 6809-72 e 6806-72**).

Il produttore deve segnalare al Servizio tecnico centrale ogni eventuale modifica al processo produttivo o al sistema di controllo anche temporanea.

Il Servizio tecnico centrale esamina la documentazione, ne accerta la conformità ai requisiti previsti e rilascia l'Attestato di conferma della qualificazione.

Ogni sospensione della produzione deve essere tempestivamente comunicata al Servizio tecnico centrale indicandone le motivazioni. Qualora la produzione venga sospesa per oltre un anno, la procedura di qualificazione deve essere ripetuta. La sospensione della produzione non esenta gli organismi incaricati dall'effettuare le visite di ispezione periodica della qualità di cui ai punti 11.3.2.10 e 11.3.4.11. del D.M. 17 gennaio 2018.

Il Servizio tecnico centrale può effettuare o far effettuare, in qualsiasi momento, al laboratorio incaricato ulteriori visite ispettive finalizzate all'accertamento della sussistenza dei requisiti previsti per la qualificazione.

Al termine del periodo di validità di cinque anni dell'Attestato di qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo; il Servizio tecnico centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei cinque anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio tecnico centrale di rilevanti non conformità comportano la sospensione o la decadenza della qualificazione.

8.2.3 Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e deve costantemente essere riconducibile allo stabilimento di produzione tramite la marcatura indelebile depositata presso il Servizio tecnico centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, diversi possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhetatura, la sigillatura dei fasci e altri.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo; ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio tecnico centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatura del prodotto, è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio tecnico centrale.

In tal caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio tecnico centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

In tal caso il materiale non può essere utilizzato e il laboratorio incaricato informa di ciò il Servizio tecnico centrale.

8.2.4 I controlli e la documentazione di accompagnamento

La vigente normativa prevede le seguenti forme di controllo obbligatorie:

- controlli di produzione in stabilimento;
- controlli di accettazione nei centri di trasformazione e in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.

I controlli di accettazione eseguiti in cantiere, o nei centri di trasformazione, sono riferiti a lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- *lotti di produzione*: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito o del fascio di barre). Un lotto di produzione è compreso tra 30 e 100 tonnellate;
- *lotti di spedizione*: sono lotti formati da un massimo di 30 t, spediti in cantiere o nei centri di trasformazione.

Tutti i lotti di spedizione di acciaio, anche se parte di un'unica fornitura, devono essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del produttore rilasciato dal Servizio tecnico centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto del produttore.

Tutti i lotti di spedizione effettuati da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnati dalla copia dell'attestato di qualificazione del produttore, sul quale deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto fino al commerciante o al trasformatore intermedio. I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione; in quest'ultimo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione. Nel caso in cui il centro di trasformazione proceda a eseguire i controlli di cui sopra, ha l'obbligo di nominare un direttore tecnico che, in possesso dei requisiti definiti per norma per il direttore dei lavori, assume la responsabilità del controllo dei materiali.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate al punto 11.3.3.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

Il direttore dei lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

8.2.5 Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio tecnico centrale; i certificati di prova emessi dovranno essere uniformati a un modello standard elaborato dal Servizio tecnico centrale.

I relativi certificati devono contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio tecnico centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto e i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
- le elaborazioni statistiche previste nei punti: 11.3.2.10, 11.3.3.5 e 11.3.4.11 del D.M. 17 gennaio 2018.

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del produttore, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata.

Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate.

In caso di risultato negativo delle prove il produttore deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica.

Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate rispettivamente nei punti seguenti del D.M. 17 gennaio 2018:

- punto 11.2.2.10, per acciai per cemento armato in barre o rotoli;
- punto 11.2.3.5, per acciai per cemento armato precompresso;
- punto 11.2.4.8, per acciai per carpenterie metalliche.

8.3. Acciaio per cemento armato e cemento armato precompresso

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente punto 21.2.5 e controllati con le modalità riportate nei punti: 11.3.2.10 e 11.3.3.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

8.3.1 Acciaio per cemento armato laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato *B450C*, deve essere caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$f_{v\ nom}$	450 N/mm ²
$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella 8.1:

Tabella 8.1 – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{v\ nom}$ [N/mm ²]
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$ [N/mm ²]
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,13$ $\leq 1,35$
$(f_v/f_{v\ nom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7\%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
$\emptyset < 12\text{mm}$	4 \emptyset
$12 \leq \emptyset \leq 16\text{mm}$	5 \emptyset
per $16 < \emptyset \leq 25\text{mm}$	8 \emptyset
per $25 < \emptyset \leq 50\text{mm}$	10 \emptyset

8.3.2 Acciai per cemento armato trafilati a freddo

L'acciaio trafilato a freddo, denominato *B450A*, è caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio laminato a caldo *B450C*, e deve rispettare i requisiti nella seguente tabella 8.2.

Tabella 8.2 – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450A

	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$ [N/mm ²]
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$ [N/mm ²]
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 3\%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: per $\varnothing < 12\text{mm}$	4 \varnothing

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al punto 8.3.

Nel caso in cui l'acciaio trafilato a freddo rispetti le prescrizioni di cui alla tabella 8.1, valgono le prescrizioni relative all'acciaio laminato a caldo.

8.3.3 Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

La prova di piegamento e raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di $20 + 5$ °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

8.3.4 Caratteristiche dimensionali

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralici, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati o preassemblati in appositi centri di trasformazione, a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera, quali:

- elementi presagomati (staffe, ferri piegati, ecc);
- elementi preassemblati (gabbie di armatura, ecc.).

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti vale quanto indicato al punto 11.3.1.4. delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 11.3.1.5. delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

8.3.4.1 Barre e rotoli

Le barre sono caratterizzate dal diametro \varnothing della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

Il diametro \varnothing delle barre deve essere compreso tra 6 e 50 mm. Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\varnothing \leq 16$. Nel luogo di lavorazione, dove avviene il raddrizzamento, per tenere in conto del danneggiamento della superficie del tondo ai fini dell'aderenza opportune prove dovranno essere condotte così come indicato al punto 11.3.2.10.5 delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Quando il raddrizzamento avviene a caldo, bisogna verificare che siano mantenute le caratteristiche meccaniche dell'acciaio.

8.3.5 Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.3.2.10 delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018; tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

prove di qualificazione;

prove di verifica della qualità;

controlli sui singoli lotti di produzione.

8.3.6 Reti e tralici elettrosaldati

Si intende per *reti elettrosaldate* le armature costituite da due sistemi di barre parallele ortogonali equidistanziate, assemblate per saldatura negli incroci chiamati *nodi*. Gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili. La equidistanza non può superare 330 mm.

I tralici sono elementi reticolari composti da barre, assemblati mediante saldature. Gli acciai per i tralici elettrosaldati devono essere saldabili. Le reti ed i tralici costituiti con acciaio di cui al punto 11.3.2.2 delle Norme tecniche di cui D.M. 17 gennaio 2018 devono avere diametro \varnothing compreso tra 5 e 12 mm.

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la **UNI EN ISO 15630-2** pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo va controllata e certificata dal produttore di reti.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

La produzione di reti e tralici elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralici formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi devono essere dotati della prevista qualificazione. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marcatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marcatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, oppure da una marcatura supplementare indelebile identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Nel caso di reti e tralici formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento la marcatura del prodotto finito può coincidere con la marcatura dell'elemento base.

Tabella 8.3 - Peso delle reti elettrosaldate in una direzione, espresso in [kg/m²]

Diametro \varnothing [mm]	Peso barra [kg/m]	Interasse tondini [mm]								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

Tabella 8.4 - Sezioni delle reti elettrosaldate, espresse in cm² per metro

Diametro \varnothing [mm]	Sezione barra [cm ²]	Tipologia di barre								
		Portanti					Trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24

11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

8.3.6.1 Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.3.2.11 delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018; tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

8.3.7 Saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate in tabella 8.5 dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tabella 8.5 – Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale

Elemento chimico	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

Nota: È possibile eccedere il valore max di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore di C_{eq} venga ridotto dello 0,02% in massa. Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

8.3.8 Tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nella tabella 8.6.

Tabella 8.6 – Deviazione ammissibile

Diametro nominale [mm]	5 a ≤ 8	> 8 ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	±6	±4,5

8.3.9 Altri tipi di acciai

8.3.9.1 Acciai inossidabili

È ammesso l'impiego di acciai inossidabili purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai di cui al punto 11.3.2 del D.M. 17 gennaio 2018, con l'avvertenza di sostituire al termine f_t della tabella 11.3.1 delle Norme tecniche di cui D.M. 17 gennaio 2018, il termine $f_{7\%}$, ovvero la tensione corrispondente a un allungamento $A_{gt} = 7\%$. La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore.

Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

8.3.9.2 Acciai zincati

È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali.

La qualificazione e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate devono essere effettuate sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

La marcatura deve consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura; pertanto, nel caso in cui la zincatura venga effettuata su prodotti già qualificati all'origine e, quindi, dotati di marcatura indelebile, deve essere prevista una marcatura aggiuntiva che identifichi lo stabilimento di zincatura.

Per essi la qualificazione con le successive verifiche è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

8.4. Controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione delle barre. Accettazione in cantiere

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10 del D.M. 17 gennaio 2018, in ragione di tre spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Il campionamento e le prove devono essere eseguiti entro 30 giorni dalla consegna delle barre in cantiere e comunque sempre prima della messa in opera del prodotto.

Il controllo della resistenza, la verifica dell'allungamento e del piegamento, per uno stesso diametro, viene eseguito secondo le prescrizioni di cui alle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**. I valori minimi, limite, che devono essere rispettati per ciascun provino sono riportati in tabella 8.7.

Tabella 8.7 – Valori limite di accettazione

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450x(1, 25+0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 5.0%	per acciai laminati a caldo
A_{gt} minimo	≥ 1.0%	per acciai trafilati a freddo
Rottura/snervamento	$1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$	per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$	per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire impiegando diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso in cui l'esito delle prove determini una non conformità si dovrà procedere dallo stesso fascio ma da barre diverse dello stesso diametro al prelievo e alle prove di tre ulteriori provini, salvo quando l'esito negativo sia riconducibile a un difetto o si abbia ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, in questo caso il risultato della prova stessa deve essere ignorato ed è sufficiente prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se ciascuno dei tre risultati validi della prova è compreso nei limiti sopra richiamati, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da elementi diversi del lotto in presenza del produttore o di un suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove che devono essere eseguite presso un laboratorio inserito nell'Albo dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico di progetto e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori o di tecnico di sua fiducia e nel caso di un centro di trasformazione dal direttore tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al direttore dei lavori, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico, e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo e deve essere integrata dalla dichiarazione, rilasciata dal legale rappresentante del centro di trasformazione, di impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al direttore tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione e assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi della vigente normativa e non possono essere accettate.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori di resistenza misurati e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I controlli in cantiere sono obbligatori, devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri richiamati al punto 11.3.2.10 del D.M. 17 gennaio 2018 e le proprietà meccaniche devono essere ricavate secondo le disposizioni di cui al punto 11.3.2.3 dello stesso decreto.

I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in questo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere richiesta dal direttore tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al direttore dei lavori, e deve essere specifica per ciascun cantiere e per ogni consegna oltre a riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione.

Resta a discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (per esempio, indice di aderenza, saldabilità).

8.4.1 Prove di aderenza

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza secondo il metodo *Beam-test* da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con le modalità specificate nella **CNR-UNI 10020** (gennaio 1971). La tensione di aderenza τ_d valutata secondo la **CNR-UNI 10020** (gennaio 1971) verrà riferita a una resistenza nominale del calcestruzzo di 27 N/mm², mediante l'applicazione della seguente formula di correzione:

$$\tau_c = \tau_d - (R_c - 27) \cdot 0,2 \quad [\text{N/mm}^2]$$

valida nell'intervallo:

$$22 \leq R_c \leq 32 \quad [\text{N/mm}^2]$$

essendo:

τ_c = tensione di aderenza corretta;

τ_d = tensione di aderenza rilevata sperimentalmente;

R_c = resistenza del calcestruzzo all'atto della prova.

Le tensioni tangenziali di aderenza τ_m e τ_r desunte dalla prova, come media dei risultati ottenuti sperimentando almeno quattro travi per ogni diametro, devono soddisfare le condizioni seguenti:

$$\tau_m \geq \tau_m^* = 8 - 0,12 \varnothing$$

$$\tau_r \geq \tau_r^* = 13 - 0,19 \varnothing$$

ove τ_m , τ_m^* , τ_r , τ_r^* sono espressi in N/mm² e \varnothing è espresso in mm.

Per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si calcolerà per un numero significativo di barre il valore dell'indice di aderenza I_a definito dall'espressione:

$$I_R = \frac{2 \cdot a_m \cdot l_R \cdot \cos(90^\circ - \beta)}{\pi \cdot \varnothing_n \cdot c}$$

confrontando quindi il valore medio di I_R con il corrispondente $I_R(L)$ valutato sulle barre provate in laboratorio. La partita è ritenuta idonea se è verificata almeno una delle due seguenti ineguaglianze (A) e (B):

$$\frac{I_R}{I_R(L)} \geq \frac{\tau_m^*}{\tau_m} \quad (A)$$

$I_R \geq 0,048$ per $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 6 \text{ mm}$

$I_R \geq 0,055$ per $6 \text{ mm} < \varnothing \leq 8 \text{ mm}$ (B)

$I_R \geq 0,060$ per $8 \text{ mm} < \varnothing \leq 12 \text{ mm}$

$I_R \geq 0,065$ per $\varnothing > 12 \text{ mm}$

essendo:

τ_m^* = valore limite di τ_m quale sopra definito per il diametro considerato;

τ_m, τ_r = valori desunti dalle prove di laboratorio;

\varnothing_n = diametro nominale della barra;

c = interasse delle nervature;

a_m = altezza media delle nervature;

β = inclinazione delle nervature sull'asse della barra espressa in gradi;

l_R = lunghezza delle nervature;

I_R = valore di I_R determinato sulle barre della fornitura considerata;

$I_R(L)$ = valore di I_R determinato sulle barre provate in laboratorio.

Qualora il profilo comporti particolarità di forma non contemplate nella definizione di I_R (per esempio nocciolo non circolare), l'ineguaglianza (A) deve essere verificata per i soli risalti o nervature.

Nel certificato di prova devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature e deve, inoltre, essere indicata quale delle due disuguaglianze (A) o (B) viene rispettata.

8.5. Norme di riferimento

UNI 8926 - Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.

UNI 8927 - Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.

UNI 9120 - Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri.

UNI 10622 - Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.

CNR UNI 10020 - Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.

UNI ENV 10080 - Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.

UNI ISO 10065 - Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.

UNI ISO 3766 - Disegni di costruzioni e d'ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo.

UNI ISO 10287 - Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.

UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato.

UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Art. 9 Acciaio per strutture metalliche

9.1. Generalità

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della **direttiva 89/106/CEE**. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle infrastrutture, Servizio tecnico centrale.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045 -1**.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla **EN 1090**.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

Modulo elastico	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
Modulo di elasticità trasversale	$G = E/2(1 + \nu) \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$
Coefficiente di espansione termica lineare (per temperature fino a 100°C)	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
Densità	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

9.2. Acciaio laminato

9.2.1 Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma **EN 10025-1+6** e devono essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio tecnico centrale secondo le procedure di cui al punto 14.7.

Il produttore dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.I dell'appendice ZA della norma europea **EN 10025-1**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

9.2.2 Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo) devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle specifiche norme europee elencate nella successiva tabella 9.1 nelle classi di duttilità JR, JO, J2 e K2.

Il produttore dichiara le caratteristiche tecniche che devono essere contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

Le caratteristiche tecniche per i profilati cavi devono essere in accordo con quanto previsto dalle tabelle delle norme di riferimento: **EN 10210-1** e **EN 10219-1**, e riassunte come riportato nella tabella 9.1.

Tabella 9.1 - Caratteristiche tecniche per i profilati cavi

Acciaio	Norma europea	Tabelle di riferimento
Profilati cavi finiti a caldo	EN 10210-1	Non legati: A1, A.2, A.3 A grano fine: B1, B.2 - B.3
Profilati cavi saldati formati a freddo	EN 10219-1	A1, A2, A3 Materiale di partenza allo stato: Normalizzato: B1, B3, B4 Termomeccanico: B2, B3, B5

Le prove e i metodi di misura sono quelli previsti dalle norme suddette.

9.2.3 Controlli sui prodotti laminati

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui al punto 9.7.

9.2.4 Fornitura dei prodotti laminati

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 8.2.4.

9.3. Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare getti di acciaio Fe G 400, Fe G 450, Fe G 520, **UNI 3158** ed **UNI 3158 FA 152-85** o equivalenti.

Quando tali acciai debbano essere saldati, devono sottostare alle stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza simile.

9.4. Acciaio per strutture saldate

9.4.1 Composizione chimica degli acciai

Gli acciai da saldare, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 9.2.1, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti previsti dalle norme europee applicabili.

9.4.2 Fragilità alle basse temperature

La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura T alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza KV , secondo le norme europee applicabili.

La temperatura T deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, o accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura T può innalzarsi a giudizio del progettista fino ad una temperatura di circa 30°C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri.

Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

9.5. Bulloni e Chiodi

9.5.1 Bulloni

I bulloni, conformi per le caratteristiche dimensionali alle **UNI EN ISO 4016** ed alle **UNI 5592**, devono appartenere alle sotto indicate classi delle **UNI EN 20898**, associate nel modo indicato nella tabella 9.2.

Tabella 9.2 – Classi di bulloni (UNI EN 20898)

Elemento	Normali			Ad alta resistenza	
	Vite	4.6	5.6	6.8	8.8
Dado	4	5	6	8	10

9.5.2 Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 9.2, viti e dadi devono essere associati come indicato nella tabella 9.3.

Viti, dadi, rosette e/o piastrine devono provenire da un unico produttore.

Tabella 9.3 – Riferimenti normativi

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 - 10.9 secondo UNI EN 898-1	UNI 5712
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2	UNI 5713
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI 5714
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI 5715 UNI 5716

9.5.3 Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla **UNI EN 10263-1 a 5**.

9.6. Procedure di controllo su acciai da carpenteria

9.6.1 Generalità

I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione, suddivisi per gamma merceologica, sono:

- laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi a I e profilati a U;
- lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;
- profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

9.6.1.1 Elementi di lamiera grecata e profilati formati a freddo

Gli elementi di lamiera grecata e i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine, qualificati secondo le procedure indicate ai successivi punti.

Il produttore dichiara, nelle forme, previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea **EN 14782**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche, e sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

I produttori possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al punto 11.3.1. delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, qualificati all'origine, da essi utilizzati.

Il produttore di lamiere grecate deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche dei prodotti e che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I produttori sono tenuti a dichiarare al Servizio tecnico centrale la fabbricazione dei prodotti, realizzati con materiale base qualificato.

I prodotti finiti devono essere marcati, secondo le modalità previste dal punto 11.3.1. delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018, e il marchio deve essere depositato presso il Servizio tecnico centrale.

La dichiarazione sopracitata e il deposito del marchio devono essere confermati annualmente al Servizio tecnico centrale, con una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, oppure con una dichiarazione che descrive le avvenute variazioni.

Il Servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica, e inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

9.6.2 Controlli in stabilimento

9.6.2.1 Suddivisione dei prodotti

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**.

Sempre agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo di 40 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i

profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

9.6.2.2 Prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione il produttore deve produrre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita a una produzione consecutiva relativa a un periodo di tempo di almeno sei mesi e a un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa, e comunque ≥ 2.000 t o ad un numero di colate o di lotti ≥ 25 .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

9.6.2.3 Controllo continuo della qualità della produzione

Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo. In particolare, per quanto riguarda i prodotti finiti, deve procedere a una rilevazione di tutte le caratteristiche chimiche, ove applicabili, e meccaniche previste dalle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

La rilevazione dei dati di cui sopra deve essere ordinata cronologicamente su appositi registri distinti per qualità, per prodotto o per gruppi di prodotti (come sopra indicato) e per gamme di spessori, come specificato nella norma di prodotto.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata, e comunque un saggio ogni 80 t, oppure un saggio per lotto, e comunque un saggio ogni 40 t o frazione; per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne f_y e f_t i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle Norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limiti la produzione e di provvedere a ovviarne le cause. I diagrammi sopra indicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

9.6.2.4 *Verifica periodica della qualità*

Il laboratorio incaricato effettua periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di 30 prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativi alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopraddetto.

Infine si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso che i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non siano rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio tecnico centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai con snervamento o resistenza inferiori al tipo S235 si utilizza un coefficiente di variazione pari a 9%.

Per gli stessi acciai con caratteristiche comprese tra i tipi S235 e S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli stessi acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

9.6.2.5 *Controlli su singole colate*

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** ed i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.

9.6.2.6 *Officine di trasformazione*

Si definisce *officina di trasformazione* un impianto che riceve dal produttore di acciaio elementi base e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in acciaio.

L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dall'attestato di qualificazione del Servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nell'officina di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate nel controllo di produzione in fabbrica.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo di lavorazione e deve assicurarsi che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla consegna.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali devono comprendere l'attestato di qualificazione del Servizio tecnico centrale degli elementi base e il certificato del sistema di gestione della qualità.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura sarà depositata presso il Servizio tecnico centrale.

Le officine di trasformazione sono identificate come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenute ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere.

A tal fine è fatto obbligo a tali officine di nominare un direttore tecnico dello stabilimento che assume le responsabilità affidate, per norma, al direttore dei lavori.

L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il direttore dei lavori dell'opera, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere tutti gli eventuali ulteriori controlli che ritenga opportuni.

Le officine di trasformazione sono tenute a dichiarare al Servizio tecnico centrale la loro attività, indicando la loro organizzazione, i procedimenti di saldatura e di sagomatura impiegati, i materiali utilizzati, nonché le modalità di marcatura per l'identificazione dell'officina, e inoltre devono fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

Nella dichiarazione deve, inoltre, essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al direttore tecnico dell'officina, controfirmata dallo stesso per accettazione e assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.

Il Servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, oppure una in cui siano descritte le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata, in aggiunta alla documentazione relativa all'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio tecnico centrale, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore tecnico responsabile dello stabilimento e della sopra citata dichiarazione.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

9.6.2.7 Centri di prelavorazione di componenti strutturali

Si definiscono centri di prelavorazione o di servizio, quegli impianti che, ricevendo dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di trasformazione per la realizzazione di strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

Il centro di prelavorazione deve dotarsi di un sistema di garanzia della qualità delle lavorazioni allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche del materiale e che il prodotto finito abbia i requisiti previsti dalle presenti norme.

È fatto obbligo a tali centri di nominare un responsabile tecnico che dovrà certificare che tutte le prelavorazioni siano state eseguite in conformità alle specifiche richieste. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

9.6.3 Controlli in cantiere

I controlli in cantiere sono obbligatori.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Si deve inoltre controllare che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nella **EN 1090** e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

9.6.3.1 Prelievo e domanda di prova al laboratorio

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, dal direttore tecnico, o da un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dell'officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine, e dalla nota di incarico al direttore tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali; la domanda deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 17 gennaio 2018 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

9.6.3.2 *Certificato di prova*

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i risultati delle prove eseguite.

I certificati devono, inoltre, riportare l'indicazione del marchio identificativo rilevato. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza con riferimento alle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

9.6.4 *Bulloni e chiodi*

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato, con livello di attestazione della qualità 2+, da parte di un organismo notificato, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, oppure una in cui siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio tecnico centrale. I controlli di accettazione sono obbligatori e devono rispettare i piani di campionamento e le prescrizioni di cui alla **UNI EN 20898/1**, della quale si riportano in estratto nelle successive tabelle 9.4 e 9.5, e **UNI EN 20898/2**.

Tabella 9.4 – Direttiva per i programmi di prova

Dimensioni	Viti con diametro di filettatura $d < 4$ mm o con lunghezza nominale $l < 2.5d$ ¹⁾	Viti con diametro d filettatura $d > 4$ mm e con lunghezza nominale $l > 2.5d$
Prova per l'accettazione	○	●

1) Inoltre, viti con particolari configurazioni della testa e del gambo meno resistenti della parte filettata.

Tabella 9.5 – Programmi di prova A e B per l'accettazione (si riferiscono alle caratteristiche meccaniche e non a quelle chimiche)

Gruppo di prova	Caratteristica		Programma di prova A				Programma di prova B			
			Metodo di prova		Classi di resistenza		Metodo di prova		Classi di resistenza	
					3.6	8.8			3.6	8.8
					4.6	9.8			4.6	9.8
					5.6	10.9			4.8	10.9
						12.9			5.6	12.9
									5.8	
									6.6	
I	5.1 e	Carico di rottura minimo, R_m	8.1	Prova di trazione	●	●	8.2	Prova di trazione ¹⁾	●	●
	5.2									
	5.3	Durezza minima ²⁾			○	○			○	○
	5.4 e	Durezza massima			●	●			●	●
III	5.5		8.3	Prova di durezza ³⁾	○	○	8.3	Prova di durezza ³⁾	○	○
	5.6	Durezza massima superficiale				●			●	○
II	5.7	Carico unitario di snervamento minimo, R_{eL}	8.1	Prova di trazione su provetta	●					
	5.8	Carico unitario di scostamento della proporzionalità, $R_{p0,2}$	8.1	Prova di trazione		●				
	5.9	Carico unitario di prova, S_p					8.4	Prova di carico	●	●
III	5.10	Allungamento percentuale minimo dopo rottura, A_{min}	8.1	Prova di trazione	●	●				
	5.11	Resistenza a trazione con appoggio a cuneo ⁴⁾					8.5	Prova di trazione con appoggio a cuneo ¹⁾	●	●
IV	5.12	Resilienza minima	8.6	Prova di resilienza ⁵⁾	● ⁶⁾	●	8.6			
	5.13	Tenacità della testa ⁷⁾					8.7	Prova di tenacità della testa	○	○
V	5.14	Zona massima di decarburazione	8.8	Prove di decarburazione		●	8.8	Prova di decarburazione		●
	5.15	Temperatura minima di rinvenimento	8.9	Prova di secondo rinvenimento		●	8.9	Prova di secondo rinvenimento		●
	5.16	Difetti superficiali	8.10	Controllo dei difetti superficiali	●	●	8.10	Controllo dei difetti superficiali	●	●
					○	○			○	○

1) Se la prova di trazione con appoggio a cuneo è soddisfacente, non è necessario eseguire la prova di trazione assiale su vite.
2) La prova di durezza minima viene eseguita solamente su prodotti aventi lunghezza nominale $l < 2.5d$ e su altri prodotti che non possono essere sottoposti a prove di trazione (per esempio a causa della forma della testa).
3) La prova di durezza può essere eseguita secondo i metodi Vickers, Brinnell o Rockwell. In caso di incertezza è comunque decisiva la prova Vickers.
4) Le viti aventi teste di forma particolare che siano meno resistenti della sezione resistente sono escluse dalla prova di trazione con cuneo.
5) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura $d \geq 18$ mm, e solo su richiesta del committente.
6) Solamente per la classe di resistenza 5.6.
7) Solamente per viti di diametro nominale di filettatura $d \leq 16$ mm e di lunghezza troppo corta per poter eseguire la prova di trazione con appoggio a cuneo.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, dal direttore tecnico, o da un tecnico di sua fiducia, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale

rappresentante dell'officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al direttore tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 17 gennaio 2018 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

9.7. Norme di riferimento

9.7.1 Esecuzione

UNI 552:1986 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni.

UNI 3158:1977 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove.

UNI ENV 1090-1:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici.

UNI ENV 1090-2:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo.

UNI ENV 1090-3:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento.

UNI ENV 1090-4:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi.

UNI ENV 1090-6:2003 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile.

UNI EN ISO 377:1999 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche.

UNI EN 10002-1:1992 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente).

UNI EN 10045-1:1992 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

9.7.2 Elementi di collegamento

UNI EN ISO 898-1:2001 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere.

UNI EN 20898-2:1994 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso.

UNI EN 20898-7:1996 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm.

UNI 5592:1968 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C.

UNI EN Iso 4016:2002 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

9.7.3 Profilati cavi

UNI EN 10210-1:1996 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10210-2:1999 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.

UNI EN 10219-1:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10219-2:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.

9.7.4 Prodotti laminati a caldo

UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10025-2:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali.

UNI EN 10025-3:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato.

UNI EN 10025-4:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica.

UNI EN 10025-5:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica.

UNI EN 10025-6:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

9.7.5 Saldature

9.7.5.1 *Raccomandazioni e procedure*

UNI EN 288-3:1993 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai.

UNI EN ISO 4063:2001 - Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni.

UNI EN 1011-1:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco.

UNI EN 1011-2:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici.

UNI EN 1011-3:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili.

UNI EN 1011-4:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio.

UNI EN 1011-5:2004 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati.

9.7.5.2 *Preparazione dei giunti*

UNI EN 29692:1996 - Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

9.7.5.3 *Qualificazione dei saldatori*

UNI EN 287-1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai.

UNI EN 1418:1999 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici.

9.7.5.4 *Controlli non distruttivi*

UNI EN 1713:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature.

UNI EN 1714:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.

UNI EN 1289:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità.

UNI EN 1290:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature.

UNI EN 12062:2004 - Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici.

UNI EN 473:2001 - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

Capitolo 4 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

Art. 10 **Demolizioni**

10.1. **Interventi preliminari**

L'appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature, e dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto".

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- altri materiali tra i quali, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

10.2. **Sbarramento della zona di demolizione**

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta e il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento e il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

10.3. **Idoneità delle opere provvisionali**

Le opere provvisionali, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine gli elementi maggiormente soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisionali impiegati dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.

In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

10.4. **Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione**

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quegli eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma, che deve essere firmato dall'appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal direttore dei lavori e deve essere tenuto a disposizione degli ispettori del lavoro.

10.5. Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica od altra discarica autorizzata; diversamente l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

10.6. Proprietà degli oggetti ritrovati

Il committente, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenivano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli al committente, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nell'esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

10.7. Proprietà dei materiali da demolizione

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà del committente; quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli; in tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio ecc.

Art. 11 Scavi e sbancamenti in generale

11.1. Ricognizione

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo.

11.2. Viabilità nei cantieri

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato a un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso e ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

11.3. **Splateamento e sbancamento**

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

11.4. **Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli**

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, salvo che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo e all'esportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

11.5. **Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento**

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è facoltà della direzione dei lavori ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei o il prosciugamento.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi saranno eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

11.6. **Impiego di esplosivi**

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

11.7. **Deposito di materiali in prossimità degli scavi**

È vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro si deve provvedere alle necessarie puntellature.

11.8. **Presenza di gas negli scavi**

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure di sicurezza contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

11.9. **Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom, P.T., Comuni, Consorzi, Società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere suaccennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltre che, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Rimane stabilito che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'impresa, restando del tutto estraneo il committente e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico al committente gli oneri relativi a spostamenti temporanei e/o definitivi dei cavi o condotte che si rendessero necessari.

11.10. Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

Art. 12 Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

Art. 13 Riparazione di sottoservizi

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla direzione dei lavori.

Art. 14 Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, in conformità con quanto previsto dagli artt. 185-186 del D.Lgs. n. 152/2006 e dei suoi regolamenti attuativi emanati dalle Amministrazioni Locali, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati ed evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Art. 15 **Fondazioni dirette**

15.1. **Scavi di fondazione**

Fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni e alle condizioni idrogeologiche.

Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno e essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

15.2. **Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica di progetto e la situazione effettiva**

In corso d'opera il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva del terreno.

15.3. **Magrone**

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il costipamento dello stesso secondo le modalità previste dal presente Capitolato speciale, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro sarà desunto dagli elaborati progettuali esecutivi.

Art. 16 **Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo**

16.1. **Calcestruzzo per strutture in c.a. normale**

16.1.1 **Trasporto e consegna**

Il direttore dei lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.

Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo ed alle condizioni atmosferiche

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in mc del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206-1;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;

- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza caratteristica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

16.1.1.1 Norma di riferimento

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

16.1.2 Getto

16.1.2.1 Modalità

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare la corretta posizione delle armature metalliche; la rimozione di polvere, terra, ecc, dentro le casseformi; i giunti di ripresa delle armature; la bagnatura dei casseri; le giunzioni tra i casseri; la pulizia dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali; la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni ad armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno *slump* non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno quindici giorni e comunque fino a 28 giorni in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0°C salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

16.1.2.2 Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori.

Le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo.

Le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo. La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta:

- con la scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta collegamento a ritiro compensato.

16.1.2.3 *Getti in climi freddi*

I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0°C. Nei casi estremi la direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore ed acqua con temperatura tra 50 e 90°C, avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.

A discrezione della direzione dei lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda od altro.

16.1.2.4 *Getti in climi caldi*

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzo dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto. Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, ad esempio tenendo all'ombra gli inerti ed aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

16.1.3 *Vibrazione e compattazione*

La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico ed il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

16.1.4 *Stagionatura e protezione*

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della direzione dei lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione e, in ultimo, allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc. Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento al prospetto 12 della norma **UNI EN 206-1**.

L'appaltatore deve quindi garantire un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, il calcestruzzo potrà raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa e in particolare nella zona superficiale.

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre serve ad evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dal progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Tutte le superfici delle strutture gettate dovranno essere mantenute umide per almeno 15 gg. dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi, e comunque fino a 28 gg. in climi caldi e secchi.

Per le solette è preferibile utilizzare i prodotti filmogeni citati o eseguire la bagnatura continuamente rinnovata. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in c.a. sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

16.1.5 Fessurazione superficiale

Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori. Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

16.1.6 Norma di riferimento

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

UNI 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti.

UNI 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua.

UNI 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento.

UNI 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco.

UNI 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

16.1.7 Maturazione accelerata a vapore

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80°C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60°C, il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

16.1.8 Disarmo delle strutture

Il disarmo deve avvenire per gradi, adottando gli opportuni provvedimenti necessari ad evitare l'innescio di azioni dinamiche; non deve comunque avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del direttore dei lavori.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:

- centine per ponti ad arco;

- coperture ad ampia luce e simili;
- altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente;

deve essere eseguito:

- con cautela,
- da operai pratici,
- sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere,
- solo dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni, soprattutto agli spigoli delle strutture.

L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni 28 dalla data di esecuzione del getto.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo ed i carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:

D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

Tabella 16.1 – Tempi minimi in giorni per il disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto

Tipologia di struttura	Calcestruzzo normale	Calcestruzzo ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette si luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

16.1.9 Casseforme e puntelli

16.1.9.1 Caratteristiche delle casseforme

Nella realizzazione delle strutture in c.a. devono essere impiegate casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso le casseforme dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Potranno essere adottate apposite matrici se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Tabella 16.2. Legname per carpenteria

Legname	Utilizzo	Dimensioni
Tavolame	Tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m

Legname segato	Travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candele	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	Da tavole (mascelle)	lunghezza >20 cm
	Da travi (mozzature)	
Fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria		

16.1.9.2 Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non altera il colore.

16.1.9.3 Giunti e riprese di getto

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature; potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

Le riprese di getto saranno, sulla faccia vista, delle linee rette e, qualora richiesto dalla direzione lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm, che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

16.1.9.4 Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo, in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

16.1.9.5 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

16.1.10 Disarmo

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri e i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno stati raggiunti i tempi di stagionatura ritenuti ottimali dal direttore dei lavori, se maggiori, i tempi prescritti dal progettista per ottenere le resistenze richieste.

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1,0 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

16.1.10.1 Disarmanti

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali; in generale le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore; lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.

Norme di riferimento:

UNI 8866-1 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione.

UNI 8866-2 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80°C, su superficie di acciaio o di legno trattato.

16.1.10.2 Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori, che dovrà autorizzare i materiali e la metodologia, proposti dal progettista, da utilizzare per l'intervento.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura con idonei prodotti delle superfici del getto.

16.2. Prescrizioni per il calcestruzzo a faccia vista

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe, la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a "faccia a vista" che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura; in particolare si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo; qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica. Si dovranno evitare inoltre macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa; in tali casi occorrerà prendere i dovuti provvedimenti evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

Art. 17 **Armature degli elementi strutturali in cemento armato**

17.1. **Controllo del peso e della sezione**

Per il controllo del peso effettivo da ogni partita dovranno essere prelevati dei campioni di barra. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste nel D.M. attuativo della Legge n. 1086/1971 il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze previste nel D.M. 17 gennaio 2018, dovranno essere aggiunte (modificando i disegni di progetto e informando il direttore dei lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

Non esiste tolleranza sul peso teorico di campione spazzolato del diametro nominale dell'acciaio costituente l'armatura delle strutture.

17.2. **Giunzioni e saldature**

Eventuali giunzioni, quando non evitabili, dovranno essere realizzate tramite manicotti filettati.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare.

L'impiego di saldature non è di norma consentito e può essere applicato per le gabbie di armatura dei pali di fondazione e in casi speciali dietro autorizzazione della direzione dei lavori.

Per le gabbie di armatura dovranno comunque essere effettuati prelievi barre con elementi di staffa saldati da sottoporre a prove di trazione presso i laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 con lo scopo di verificare che la saldatura non abbia provocato una riduzione di resistenza nelle barre. Negli altri casi le modalità di saldatura, che devono essere descritte in apposita procedura redatta dall'appaltatore, devono essere approvate dalla direzione dei lavori prima dell'inizio delle attività.

Nel corso dei lavori il direttore dei lavori, per giustificati motivi, potrà comunque richiedere ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

17.3. **Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.**

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

17.4. **Armature minime degli elementi strutturali in c.a**

17.4.1 **Generalità**

Le armature di elementi strutturali in c.a. devono rispettare le dimensioni minime stabilite dalle norme tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

17.4.2 **Armatura longitudinale**

Gli elementi strutturali devono possedere una sufficiente robustezza. Per gli elementi strutturali delle costruzioni civili consistenti in travi, pilastri, ecc, l'armatura parallela all'asse dell'elemento non deve essere inferiore allo 0,3% dell'area totale della sezione di conglomerato cementizio, opportunamente distribuita sulla sezione in funzione del tipo di sollecitazione prevalente.

Nelle sezioni a spigoli vivi, occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per le sezioni a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 200 mm. Per le strutture in zona sismica, il rapporto tra le aree delle armature longitudinali ai due lembi non può essere inferiore a 0,5.

17.4.3 Travi: armatura trasversale, a taglio e a torsione

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/m$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque interasse non inferiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In prossimità di carichi concentrati o delle zone d'appoggio, per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione da ciascuna parte del carico concentrato, il passo delle staffe non dovrà superare il valore $12 \phi_l$, essendo ϕ_l il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

In presenza di significative sollecitazioni torsionali dovranno disporsi nelle travi staffe aventi sezione complessiva, per metro lineare, non inferiore a $2,0 b \text{ mm}^2$, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurata in millimetri; il passo delle staffe non dovrà superare $1/8$ della lunghezza della linea media della sezione anulare resistente e comunque non superiore a 200 mm.

Per le strutture in zona sismica, e per una distanza da un nodo strutturale pari a 2 volte l'altezza della trave, le prescrizioni precedenti vanno raddoppiate.

17.4.4 Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere adeguatamente protetta dall'ambiente esterno dal conglomerato. La superficie dell'armatura resistente principale, per le varie sollecitazioni prevalenti, deve distare dalle facce esterne del conglomerato cementizio di almeno 20 mm. Tali misure vanno congruentemente aumentate in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

17.4.5 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali non possono essere interrotte o sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri), bensì nelle zone di minore sollecitazione lungo l'asse della trave.

Quando invece si deve realizzare la continuità con altra barra in zona tesa, la continuità deve essere realizzata con sovrapposizioni o altri dispositivi possibilmente posizionati nelle regioni di minor sollecitazione. In ogni caso le sovrapposizioni o i dispositivi utilizzati devono essere opportunamente sfalsati.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati e la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- manicotto filettato o presso-estruso. Tale tipo di giunzione deve essere preventivamente validata mediante prove sperimentali.

17.4.6 Strutture bidimensionali piane e curve

Nel caso di strutture bidimensionali piane, con sforzo prevalente agente nel piano medio dello spessore (lastre, setti, travi parete), le reti di armatura disposte su entrambe le facce devono essere tra loro collegate con ganci e devono rispondere ai seguenti requisiti:

- a) diametro minimo delle barre disposto nella direzione degli sforzi prevalenti = 10 mm;
- b) diametro minimo delle barre trasversali = 6 mm;
- c) elementi di collegamento tra le due reti: almeno 6 per ogni m^2 di parete;
- d) percentuale minima di armatura nelle due direzioni per ogni strato di rete pari allo 0,15 %.

Particolare attenzione deve essere posta nella disposizione delle armature nelle zone di introduzione di forze, in corrispondenza degli appoggi o di aperture.

Per strutture bidimensionali piane, con carico prevalente agente ortogonalmente al piano medio dello spessore (piastre o solette), si devono rispettare i seguenti requisiti:

- diametro minimo delle barre = 6 mm;
- percentuale minima di armatura nelle due direzioni principali di flessione pari allo 0,15%;
- elementi di sostegno per le armature superiori: almeno 6 per ogni m²;
- armature di intradosso ancorate in corrispondenza degli appoggi e in quantità sufficiente da assorbire la reazione d'appoggio.

Nelle strutture a guscio, a semplice o doppia curvatura, valgono le regole riportate per le lastre, ma con un numero di collegamenti tra le due reti di armatura adeguato all'entità degli sforzi e alla curvatura.

Art. 18 Regole di esecuzione per le strutture in acciaio

18.1. Composizione degli elementi strutturali

18.1.1 Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4$ mm.

Tali limitazioni non riguardano ovviamente elementi e profili sagomati a freddo.

18.1.2 Impiego di ferri piatti

L'impiego di piatti o larghi piatti, in luogo di lamiere, per anime e relativi coprigiunti delle travi a parete piena, e in genere per gli elementi in lastra soggetti a stati di tensione biassiali appartenenti a membrature aventi funzione statica non secondaria, è ammesso soltanto se i requisiti di accettazione prescritti per il materiale (in particolare quelli relativi alle prove di piegamento a freddo e resilienza) sono verificati anche nella direzione normale a quella di laminazione.

18.1.3 Variazioni di sezione

Le eventuali variazioni di sezione di una stessa membratura devono essere il più possibile gradualità, soprattutto in presenza di fenomeni di fatica. Di regola sono da evitarsi le pieghe brusche. In ogni caso si dovrà tener conto degli effetti dell'eccentricità.

Nelle lamiere o piatti appartenenti a membrature principali e nelle piastre di attacco le concentrazioni di sforzo in corrispondenza di angoli vivi rientranti devono essere evitate mediante raccordi i cui raggi saranno indicati nei disegni di progetto.

18.1.4 Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

18.2. Unioni a taglio con bulloni normali

18.2.1 Bulloni

La lunghezza del tratto non filettato del gambo del bullone deve essere in generale maggiore di quella della parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne deve tenere adeguato conto nelle verifiche di resistenza.

In presenza di vibrazioni o inversioni di sforzo, si devono impiegare controdadi oppure rosette elastiche, tali da impedire l'allentamento del dado. Per bulloni con viti 8.8 e 10.9 è sufficiente l'adeguato serraggio.

18.2.2 Tolleranze foro-bullone. Interassi dei bulloni e distanze dai margini

I fori devono avere un diametro uguale a quello del bullone maggiorato non più di 1 mm per diametri del bullone inferiori a 20 mm e di 1,5 mm per diametri dei bulloni superiori a 20 mm.

18.3. Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

18.3.1 Pulizia delle superfici

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica. Le giunzioni calcolate con $\mu = 0,45$ devono comunque essere sabbiate al metallo bianco.

18.3.2 Bulloni

I bulloni, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la UNI EN 20898.

18.3.3 Interasse dei bulloni e distanze dai margini

Valgono le limitazioni di cui al punto 34.2.2.

18.3.4 Serraggio dei bulloni

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata; tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di $\pm 5\%$.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- a) si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- b) dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

18.3.5 Prescrizioni particolari

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non hanno giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

18.4. Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo EN 287-1 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN 2883.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termicamente alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della EN 1011 punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la EN 29692.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal progettista ed eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori, che potrà integrarli ed estenderli in funzione dell'andamento dei lavori, e accettati ed eventualmente integrati dal collaudatore.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della EN 12062. Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo EN 473 almeno di secondo livello.

È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché garantiti da adeguata documentazione tecnica. Le saldature dovranno in ogni caso essere sottoposte a controlli non distruttivi finali al fine di accertare la rispondenza ai livelli di qualità richiesti dal progetto. L'entità e il tipo di controlli sono definiti nel capitolo 11 delle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

18.5. Unioni per contatto

Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.

Le membrature senza flange di estremità devono avere le superfici di contatto segate o, se occorre, lavorate con la piallatrice, la fresatrice o la molatrice.

Per le membrature munite di flange di estremità si devono distinguere i seguenti casi:

- per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm è sufficiente la spianatura alla pressa o con sistema equivalente;
- per flange di spessore compreso tra i 50 e i 100 mm, quando non sia possibile una accurata spianatura alla pressa, è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio;
- per flange di spessore maggiore di 100 mm le superfici di contatto devono sempre essere lavorate alla pialla o alla fresa.

Nel caso particolare delle piastre di base delle colonne si distingueranno i due casi seguenti:

- per basi senza livellamento con malta occorre, sia per la piastra della colonna che per l'eventuale contropiastra di fondazione, un accurato spianamento alla pressa e preferibilmente la piallatura o la fresatura;
- per basi livellate con malta non occorre lavorazione particolare delle piastre.

Art. 19 PROVE DI CARICO

19.1. Generalità

Le prove di carico (collaudo statico) dovranno essere eseguite in accordo alle normative vigenti ed alle indicazioni del Collaudatore e della DL.

L'effettuazione delle prove dovrà essere programmata, con adeguato anticipo, con la DL. Sarà cura dell'Appaltatore verificare e fare in modo che al momento del collaudo risulti disponibile tutta la certificazione prevista dalle norme vigenti e dal "Specifiche di Controllo Qualità".

Prima della effettuazione delle prove l'Appaltatore dovrà concordare con la DL la quantità ed il tipo delle apparecchiature, degli strumenti e dei materiali da utilizzare, garantendo la operabilità e la precisione richiesta e facendo eseguire le tarature eventualmente necessarie.

Sarà cura dell'Appaltatore assicurare, nel rispetto delle norme di sicurezza, la completa accessibilità sia alle opere da collaudare che agli strumenti di misura.

Rimangono a carico dell'Appaltatore il prelievo, il confezionamento e la conservazione dei provini e dei campioni oggetto di prove certificate in laboratorio autorizzato (art. 20 L. 1086/71 e s.m.i.) sotto il coordinamento della Direzione Lavori per i materiali in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso in base alle norme UNI EN 12390:2002 e per le strutture metalliche in base alle norme UNI EN 10002/2004 nonché in conformità con le NTC DM 17/01/2018 e la L. 1086/71.