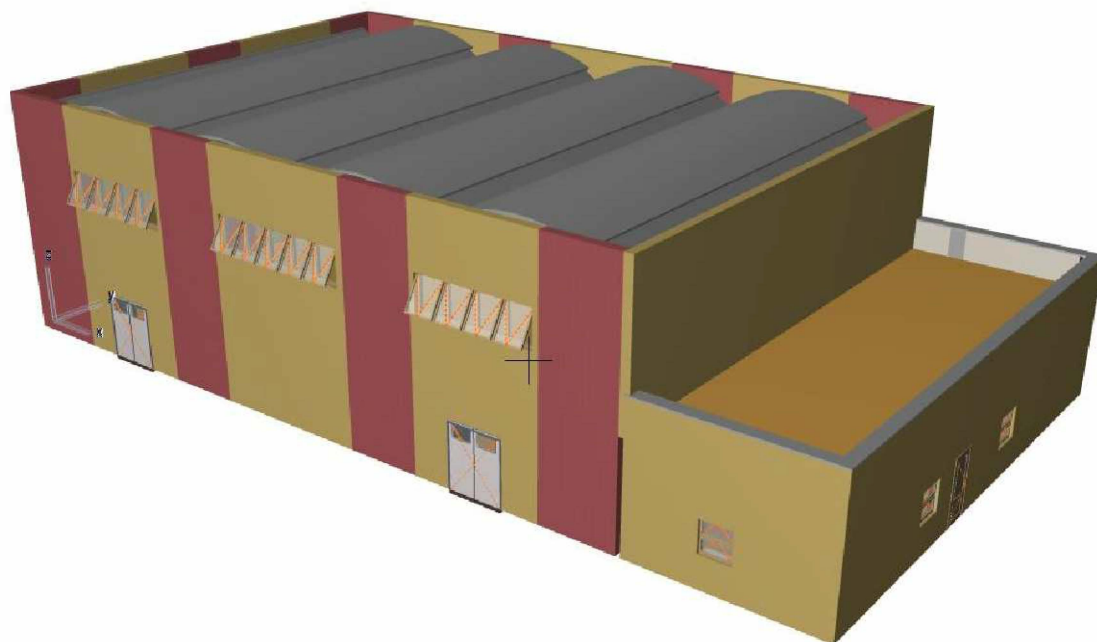


REGIONE CAMPANIA

Comune di Padula
Provincia di Salerno

PROGETTO ESECUTIVO

PALESTRA DELLA SCUOLA ELEMENTARE IN LOCALITA' CARDOGNA



SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO:

ELABORATO N.	TITOLO ELABORATO	SCALA
Str.5	SCUOLA ELEMENTARE IN LOCALITA' "CARDOGNA" COSTRUZIONE PALESTRA	
	Relazione sui materiali	
		VISTI E PARERI
PROGETTISTA Ing. Michele Tamburini	IL R.U.P. Dott. Angelo D'Aniello	PROGETTO APPROVATO CON DELIBERA N. _____ DEL _____

INDICE

Sommario

Premessa	4
⊕ Calcestruzzo per getti in opera di fondazione: PLINTI E TRAVI DI FONDAZIONE	4
⊕ Calcestruzzo per getti in elevazione: PILASTRI E TRAVI	4
⊕ Acciaio in barre per c.a. e retielettrosaldate:	4
⊕ Acciaio per carpenteria metallica:.....	5
1 CALCESTRUZZO	5
1.1 SPECIFICHE DI ESECUZIONE	5
1.2 GESTIONE DELLA QUALITA'	5
1.2.1 Classi di esecuzione.....	5
1.2.2 Azioni correttive in presenza di non conformità	6
1.4 ARMATURA.....	7
1.4.1 Generalità	7
1.4.2 Materiali	7
1.4.3 Piegatura, taglio, trasporto e deposito delle armature.....	8
1.4.4 Saldatura	9
1.4.5 Giunzioni tra barre	9
1.4.6 Assemblaggio e posizionamento delle armature.....	9
1.5 GETTO DEL CALCESTRUZZO	10
1.5.1 Caratteristiche del calcestruzzo	10
1.5.2 Operazioni preliminari al getto	10
1.5.3 Trasporto, ricevimento e trasporto in cantiere del calcestruzzo fresco	11
1.5.4 Getto e costipamento	11
1.5.5 Stagionatura e protezione	13
1.5.6 Operazioni successive al getto	21
1.5.7 Finitura delle superfici	21
2 ACCIAIO	22
2.1 PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO	22
2.1.1 Controlli.....	22
2.2 Principi di progettazione (ex Eurocodice 3).....	24
2.2.1. Requisiti fondamentali	24
2.3. Materiali	24
2.3.1. Acciaio strutturale.....	24
2.4 Fabbricazione e montaggio	26
2.4.1. Generalità.....	26
2.4.2. Specifica di progetto	26

2.4.3. Limitazioni per la fabbricazione 26

Premessa

I materiali utilizzati saranno i seguenti:

① **Calcestruzzo per getti in opera di fondazione: PLINTI E TRAVI DI FONDAZIONE**

- ① Classe di resistenza: C25/30 (N/mm²)
- ① Classe di consistenza: S4
- ① Classe di esposizione ambientale minima (UNI EN 206 – UNI 11104): XC2
- ① Rapporto a/c < 0.60
- ① Modulo di elasticità: $E = 31475 [MPa]$
- ① Rapporto di Poisson: $\mu = 0.2$
- ① Peso specifico: $\gamma = 25 [KN / m^3]$
- ① Coefficiente di dilatazione termica: $\alpha = 1.0 \cdot 10^{-5} [1/^\circ C]$
- ① Resistenza $f_{ck} = 25 [MPa]$
- ① Resistenza di calcolo a compressione del cls: $f_{cd} = 14.16 [MPa]$
- ① Resistenza di calcolo a trazione del cls: $f_{ctd} = 1.19 [MPa]$
- ① Resistenza di calcolo per aderenza con l'armatura: $f_{bd} = 2.32 [MPa]$

① **Calcestruzzo per getti in elevazione: PILASTRI E TRAVI**

- ① Classe di resistenza: C40/50 (N/mm²)
- ① Classe di consistenza: S4
- ① Classe di esposizione ambientale minima (UNI EN 206 – UNI 11104): XC2
- ① Rapporto a/c < 0.60
- ① Modulo di elasticità: $E = 34000 [MPa]$
- ① Rapporto di Poisson: $\mu = 0.2$
- ① Peso specifico: $\gamma = 25 [KN / m^3]$
- ① Coefficiente di dilatazione termica: $\alpha = 1.0 \cdot 10^{-5} [1/^\circ C]$
- ① Resistenza di calcolo a compressione del cls: $f_{cd} = 24.29 [MPa]$
- ① Resistenza di calcolo a trazione del cls: $f_{ctd} = 1.75 [MPa]$

① **Acciaio in barre per c.a. e reti elettrosaldate:**

- ① Tipo: B450C (N/mm²)
- ① Modulo di elasticità: $E = 210000 [MPa]$
- ① Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 [MPa]$
- ① Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 540 [MPa]$
- ① Resistenza di calcolo: $f_{yd} = 390 [MPa]$

Ø **Acciaio per carpenteria metallica:**

- Ø Tipo: S275JR (N/mm²)
- Ø Modulo di elasticità: $E=210000$ [MPa]
- Ø Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 275$ [MPa]
- Ø Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 430$ [MPa]
- Ø Resistenza di calcolo : $f_{yd} = 260$ [MPa]

1 CALCESTRUZZO

1.1 SPECIFICHE DI ESECUZIONE

(1) Prima dell'inizio dell'esecuzione di qualunque parte dei lavori devono essere disponibili e complete tutte le specifiche di esecuzione relative a quella parte dei lavori.

1.2 GESTIONE DELLA QUALITA'

1.2.1 Classi di esecuzione

L'ispezione e la supervisione dei lavori deve garantire che la costruzione venga completata conformemente alle specifiche di esecuzione.

Ispezione in questo contesto si riferisce alla verifica della conformità delle proprietà dei prodotti e materiali usati, e all'ispezione durante l'esecuzione dei lavori

I requisiti per la gestione della qualità sono specificati mediante una delle seguenti tre classi, con precisione richiesta che aumenta dalla classe 1 alla classe 3:

Classe di esecuzione 1

Classe di esecuzione 2

Classe di esecuzione 3

La classe di esecuzione può riferirsi alla struttura completa, ad alcuni componenti della struttura o a certi materiali e/o tecnologie usate per la realizzazione.

La classe di esecuzione utilizzata va dichiarata nelle specifiche di esecuzione.

Oltre a ciò che è fornito in questo documento, ulteriori dettagli dei requisiti per la gestione della qualità possono essere inseriti nelle specifiche di esecuzione

Tabella 1 – Tipi e documentazione delle ispezioni

	Classe di esecuzione 1	Classe di esecuzione 2	Classe di esecuzione 3
Tipi di ispezione	Ispezioni visive e misurazioni di verifica a campione	Ispezioni visive, misurazioni regolari e sistematiche e dei lavori maggiori	Ispezioni visive Ispezione dettagliata di tutti i lavori che sono rilevanti per la capacità di resistenza ai carichi applicati e la durabilità della struttura
Parti non comprese nelle ispezioni	Auto ispezioni	Auto ispezioni. Ispezioni in conformità con le procedure del costruttore Possibili ulteriori requisiti dalle specifiche per l'esecuzione	Auto ispezioni. Ispezioni in conformità con le procedure del costruttore Ulteriori requisiti si hanno dalle specifiche per l'esecuzione del progetto
Estensione	Tutti i lavori	In aggiunta alle auto ispezioni, ci sarà una sistematica e regolare ispezione dei lavori	In aggiunta alle auto ispezioni, ci sarà una sistematica e regolare ispezione dei lavori
Registro delle ispezioni	Non richiesto	Richiesto	
Geometria di come costruito	Non richiesto	In conformità con le specifiche di esecuzione	

1.2.2 Azioni correttive in presenza di non conformità

- (1) Ove le ispezioni rilevano delle non conformità, saranno prese appropriate azioni per assicurare che la struttura rimanga capace di soddisfare i requisiti progettuali
- (2) I seguenti aspetti saranno analizzati nell'ordine programmato:
 - l'implicazione delle non conformità sulle successive costruzioni e idoneità per le finalità del progetto
 - le misurazioni necessarie per rendere il componente accettabile
 - la necessità di eliminare e sostituire il componente non riparabile
- (3) se previsto nelle specifiche di esecuzione la rettifica della non conformità sarà fatta conformemente alle procedure previste nelle specifiche di esecuzione

1.4 ARMATURA

1.4.1 Generalità

- (1) I seguenti paragrafi si applicano per le armature preparate sia in sito che in stabilimento.

1.4.2 Materiali

- (1) L'acciaio per armatura sarà conforme ai requisiti delle specifiche per l'esecuzione. Le proprietà saranno testate e documentate in conformità con la norma EN 10080, che si applica anche all'acciaio inossidabile (inox) quando usato come armatura, a meno di diverse indicazioni delle specifiche di esecuzione
- (2) Ogni prodotto sarà chiaramente identificabile.
- (3) I dispositivi di ancoraggio e gli accoppiatori saranno usati come indicato nelle specifiche di esecuzione
- (4) La superficie dell'armatura sarà libera da ruggine, polvere e sostanze che possano agire negativamente sull'acciaio, sul calcestruzzo o sulla aderenza tra essi. Un leggero strato di ruggine è accettabile.
- (5) Quando si usa un'armatura zincata, il rivestimento di zinco dovrà essere sufficientemente inerte da evitare reazioni chimiche con il cemento oppure il calcestruzzo dovrà essere realizzato con cemento che non abbia effetti dannosi con l'armatura zincata

NOTE: La passivazione naturale di un rivestimento di zinco può essere realizzata con l'immagazzinamento all'esterno dei prodotti zincati per un dato periodo di tempo. Generalmente è sufficiente un periodo di circa 4 settimane. La passivazione istantanea può essere realizzata con l'immersione dei prodotti di rivestimento in soluzione passivante.

- (6) Possono essere usate come armatura altri materiali oltre l'acciaio, ovvero materiali compositi come carbonio e vetro, barre di fibre di aramide; essi dovranno possedere i requisiti di idoneità stabiliti dalle specifiche di esecuzione

NOTE: L'idoneità può essere stabilita dall'osservanza delle norme europee, di benestare tecnici europei, delle norme nazionali o delle leggi nazionali valide nel luogo di costruzione

- (7) Gli appoggi e i distanziatori saranno idonei per soddisfare le specifiche date per le armature. Il calcestruzzo e i distanziatori in calcestruzzo dovrebbero avere almeno la stessa resistenza e, come minimo, garantire la stessa protezione alla corrosione che ha il calcestruzzo nella struttura.

NOTA: I distanziatori in acciaio a contatto con le superfici del calcestruzzo sono permessi solo in un ambiente secco, es. classe di esposizione X0 e XC1 della norma EN 206

1.4.3 *Piegatura, taglio, trasporto e deposito delle armature*

- (1) il taglio e la piegatura dell'acciaio di armatura sarà conforme alle specifiche di esecuzione, le barre piegate dovranno essere senza crepe o altri danneggiamenti. I requisiti da applicare sono i seguenti:
- la piegatura sarà effettuata in un'unica operazione; quando si usano macchine piegatrici automatiche, essa può essere continua o incrementale;
 - la piegatura dell'acciaio a temperature inferiori a 5° C è consentita solo se previsto dalle specifiche di esecuzione e a condizione che le procedure adottate forniscano precauzioni addizionali;
 - a meno che sia permesso dalle specifiche di esecuzione, non è consentita la piegatura con riscaldamento delle barre.

NOTA: Le schede di taglio e piegatura delle barre di armatura devono essere conformi alla EN ISO 3766

- (2) Il diametro del mandrino usato per la piegatura delle barre sarà conforme alle specifiche di esecuzione
- (3) Per armature saldate e reti piegate dopo la saldatura, il diametro del mandrino utilizzato sarà conforme alle specifiche di esecuzione
- (4) le barre d'acciaio per armatura assemblate mediante saldatura e le gabbie di armatura prefabbricate non dovranno essere danneggiate durante il trasporto, l'immagazzinaggio la movimentazione e la messa in opera, inoltre dovranno essere mantenute pulite durante lo stoccaggio a terra
- (5) il raddrizzamento di barre piegate non è ammesso a meno che sia previsto dalle specifiche di esecuzione: In tal caso:
- il mandrino usato per la piega originaria deve essere almeno due volte il mandrino minimo permesso per quel tipo di acciaio a meno che l'utilizzo di un mandrino di diametro più piccolo sia stato documentato da test di raddrizzamento in conformità della EN 10080
 - se l'uso di un mandrino di diametro più piccolo è documentato da un test di raddrizzamento, in conformità alla EN 10080, l'effettivo diametro di piegatura non dovrà essere minore di 1,3 volte il diametro testato durante il test di raddrizzamento
 - è usata localmente una speciale apparecchiatura che limiti le tensioni localizzate;
 - sia stata predisposta una procedura per il raddrizzamento;
 - le barre raddrizzate vanno ispezionate visivamente per riscontrare fratture o altri danneggiamenti

NOTA: I requisiti sopra elencati non escludono l'uso di prodotti testati dove la piegatura originaria è quella che può essere documentata con una prova di resistenza a trazione dimostrando una resistenza a trazione pari a quella richiesta per le caratteristiche effettive dell'acciaio dopo una procedura di piegatura, invecchiamento e raddrizzamento

- (6) Le armature in bobine non potranno essere usate in mancanza di appropriati macchinari e le procedure per il raddrizzamento dovranno essere conformi alle istruzioni del costruttore del macchinario stesso.

Lo sbobinamento e la raddrizzatura in barre dovrà soddisfare i requisiti per le armature dopo il raddrizzamento delle norme relative e le verifiche come specificato nella EN 10080.

1.4.4 Saldatura

- (1) E' permessa la saldatura dell'acciaio per armatura classificato come saldabile, a meno che sia diversamente indicato nelle specifiche di esecuzione.
- (2) A meno di diverse indicazioni, la saldatura dell'acciaio per armatura e la saldatura dell'acciaio per armatura di strutture in acciaio nelle giunture portanti dovrà garantire una resistenza al carico come indicato dalle specifiche di esecuzione e in conformità con la EN ISO 17660-1.
- (3) A meno di diverse indicazioni, la saldatura a punti di saldature non portanti, è ammessa se non è possibile una saldatura continua in conformità alla EN ISO 17660-1.

1.4.5 Giunzioni tra barre

- (1) Le barre possono essere giuntate mediante sovrapposizione, accoppiatori o per saldatura in conformità con le specifiche di esecuzione.

1.4.6 Assemblaggio e posizionamento delle armature

- (1) Le armature devono essere posizionate in conformità alle specifiche di esecuzione, avendo particolare attenzione a spaziature, giunti, sovrapposizioni, lunghezza delle sovrapposizioni e sagomatura delle barre

NOTA: particolare attenzione deve essere data al copriferro delle armature in presenza di fori di piccole dimensioni non sono previsti nel progetto strutturale

- (2) Dove permesso dalle specifiche di esecuzione, le armature possono essere posizionate come armature "a correre". In tali casi la sovrapposizione dovrà essere ben distribuita, con un massimo del 25% delle barre sovrapposte nella stessa sezione, e la distanza tra due sovrapposizioni adiacenti non dovrà essere minore della lunghezza di sovrapposizione minima.

NOTA: questo sistema va usato solo dove non sono importanti le posizioni effettive delle sovrapposizioni dei giunti ad es. per armature secondarie nei muri e nelle solette, ma non in travi, pilastri o giunti tra elementi strutturali

- (4) L'armatura deve essere fissata e assicurata in modo tale che la sua posizione finale rientri nelle tolleranze date da questa norma. L'assemblaggio delle armature può essere fatto mediante legature con filo metallico o saldatura a punti. A meno di diverse specifiche nella sovrapposizione le barre potranno essere messe a contatto; nelle travi e pilastri la sovrapposizione, in generale, dovrà essere eseguita mediante legature.
- (5) I ricoprimenti devono realizzare il copriferro nominale con rispetto alle superfici di qualsiasi armatura, compreso gli assemblaggi di armature

1.5 GETTO DEL CALCESTRUZZO

1.5.1 Caratteristiche del calcestruzzo

- (1) Il calcestruzzo e le sue caratteristiche dovranno essere conformi alle EN 206
- (2) Le caratteristiche del calcestruzzo dovranno soddisfare i requisiti riportati nelle specifiche di esecuzione e ai requisiti relativi agli effettivi metodi di esecuzione
- (3) La dimensione naturale del diametro massimo usato relativo alla misura “D” degli aggregati che sono usati nel calcestruzzo, non dovranno essere inferiori di quelli dati nelle specifiche di esecuzione

nota: La definizione di “D” è data nella EN 12620

- (4) Informazioni sulla resistenza del calcestruzzo, saranno ottenute nella produzione del calcestruzzo quando richiesto per l’esecuzione di lavori in calcestruzzo es. decidere la classe di maturazione

1.5.2 Operazioni preliminari al getto

- (1) un piano per l’effettuazione del getto del calcestruzzo sarà preparato dove previsto dalle specifiche di esecuzione
 - (2) Prove preliminari sul getto del calcestruzzo, saranno effettuate con getti di prova, i risultati di questi test dovranno essere documentati prima dell’inizio dell’esecuzione dei lavori dove richiesto dalle specifiche di esecuzione
 - (3) Tutti i lavori preparativi devono essere terminati, verificati e documentati come richiesto dalla classe di esecuzione prima che venga iniziato il getto
 - (4) Le casseforme dovranno essere libere da detriti, ghiaccio, neve e ristagni d’acqua
 - (5) Dove il calcestruzzo è gettato direttamente contro il terreno, il calcestruzzo fresco deve essere protetto contro la muscolazione e l’assorbimento d’acqua
 - (6) Precauzione dovranno essere fatte contro il dilavamento
- (1) Il terreno, la roccia, i casseri o le parti strutturali, in contatto con la sezione che deve essere gettata, devono avere temperature tali non comportare il raffreddamento del calcestruzzo prima che esso abbia raggiunto una resistenza tale da resistere agli effetti del raffreddamento
 - (2) dove la temperatura ambiente è bassa o si prevede che sarà bassa al momento del getto o nel periodo di stagionatura dovranno essere adottate misure protettive per il calcestruzzo contro i danneggiamenti dovuti al gelo

- (3) Dove la temperatura ambiente sia particolarmente elevata al momento del getto o durante il periodo di stagionatura, devono essere pianificate precauzioni per proteggere il calcestruzzo contro gli effetti dannosi
- (4) la costruzione dei giunti non dovrebbe essere fatta in punti critici;
- (5) gli elementi strutturali dovrebbero essere isolati dal terreno mediante uno strato di sottofondo in sabbia e pietrisco di almeno 50 mm a meno che lo spessore del copriferro delle armature non venga incrementato conformemente a quanto previsto dalla EN 1992-1-1.
- (6) Il getto del calcestruzzo sul terreno gelato non dovrebbe essere permesso, a meno che siano seguite speciali procedure
- (7) La temperatura superficiale dei giunti di costruzione dovrebbe essere superiore a 0° nel momento del getto del calcestruzzo;
- (8) Le specifiche di esecuzione potranno definire la temperatura ambientale sopra la quale devono essere pianificate opere di prevenzione per la protezione del calcestruzzo contro gli effetti lesivi

1.5.3 Trasporto, ricevimento e trasporto in cantiere del calcestruzzo fresco

- (1) Le verifiche al ricevimento includeranno un controllo dei documenti di trasporto prima del getto
- (2) Il calcestruzzo sarà ispezionato visivamente durante lo scarico. Lo scarico sarà fermato se l'aspetto, in base all'esperienza, sarà giudicato non buono
- (3) Modifiche alla granulometria del calcestruzzo fresco, tale da provocare la segregazione, trasudamento, perdita di pasta o ogni altro cambio devono essere ridotti al minimo durante le fasi di carico, di trasporto e scarico, così come durante il trasporto in sito
- (4) Il calcestruzzo fresco non sarà portato a contatto con leghe d'alluminio, a meno che sia permesso dalle specifiche di esecuzione e la generazione di gas non è considerata essere un problema

1.5.4 Getto e costipamento

- (1) Il calcestruzzo sarà gettato e costipato in modo da assicurare che tutte le armature e gli inserti siano adeguatamente ricoperti e che il calcestruzzo sia in grado di raggiungere la sua attesa resistenza e curabilità
- (2) Si richiede particolare cura nel garantire un adeguato costipamento nei punti di cambiamento nelle sezioni trasversali, nelle zone strette, negli angoli, nelle zone con armatura densa e nei giunti di costruzione
- (3) La velocità di getto e costipamento deve essere sufficientemente elevata da evitare giunti freddi e sufficientemente bassa da prevenire eccessivi cedimenti o sovraccarichi dei casseri e dei puntelli

nota: un giunto freddo si può formare durante il getto se il calcestruzzo sul fronte di getto fa presa prima del getto e del costipamento del successivo getto di continuazione, particolare attenzione è richiesta quando non è possibile la vibrazione dei giunti

- (4) Ulteriori richieste relative al metodo di getto e alla velocità di getto possono essere necessarie dove ci sono particolari richieste per la finitura delle superfici
- (5) La segregazione degli inerti dovrà essere ridotta al minimo durante il getto e il costipamento
- (6) Il calcestruzzo dovrà essere protetto contro l'irraggiamento solare, il vento forte, il gelo, la pioggia e la neve durante la posa e il costipamento

1.5.4.1 *Posa in opera e costipamento – vibrazione ordinaria del calcestruzzo*

- (1) Il costipamento dovrà essere eseguito mediante vibrazione interna o esterna, a meno che diversamente concordato;
- (2) Il calcestruzzo dovrà essere gettato in opera quanto più possibile vicino al suo punto di collocazione finale. La vibrazione dovrà essere usata esclusivamente per costipare il calcestruzzo e non come strumento per fare scorrere lo stesso a lunga distanza;
- (3) La vibrazione mediante ago o superfici vibranti, dovrebbe essere applicata sistematicamente dopo la posa in opera fino a che non sia finita l'espulsione dell'aria inglobata. Eccessive vibrazioni, le quali potrebbero promuovere superfici a strati deboli o la segregazione degli aggregati, dovrebbero essere evitate;
- (4) Normalmente lo spessore dello strato di calcestruzzo messo in opera dovrebbe essere minore dell'altezza dell'ago del vibratore. La vibrazione dovrebbe essere fatta in modo sistematico e includere la rivibrazione della parte superiore dello strato precedente;
- (5) Quando una casseforme permanente viene incorporata alla struttura, dovrà considerarsi la parte di energia da esso assorbita e decidere il metodo di costipamento e la consistenza del calcestruzzo;
- (6) In sezioni profonde la ricostipazione di strati superficiali è raccomandata per prevenire i cedimenti plastici al di sotto dell'armatura orizzontale superiore.
- (7) Quando sono usati solo vibratorii superficiali, lo strato di calcestruzzo dopo la costipazione dovrebbe, in normali situazione, non eccedere i 100 mm a meno che ciò non risulti accettabile dall'esecuzione di getti di prova. Può essere richiesta una vibratura addizionale da eseguirsi vicino agli appoggi per ottenere un costipamento ottimale
- (8) La finitura della superficie mediante elicottero a pale rotanti, deve essere effettuata in modo da ultimare la finitura specifica richiesta delle superfici in sintonia con i tempi di indurimento del calcestruzzo stesso.
- (9) La finitura delle superfici non dovrebbe creare delle efflorescenze;
- (10) Acqua, cemento, induritori superficiali o altri materiali, non dovrebbero essere aggiunti durante le operazioni di finitura a meno che sia stato specificato o accordato;

- (11) Quando si posa in opera e si costipa il calcestruzzo fresco vicino ai cavi di precompressione, dovranno essere presi speciali accorgimenti in modo da non danneggiare o spostare i cavi.

1.5.5 Stagionatura e protezione

- (1) Il calcestruzzo nella sua prima età deve essere curato e protetto:
- per rendere minimo il ritiro plastico;
 - per assicurare una adeguata resistenza superficiale;
 - per assicurare una durabilità adeguata delle zone superficiali;
 - dal gelo;
 - dalle vibrazioni nocive, dagli impatti dai danneggiamenti.
- (2) Metodi di stagionatura devono essere in grado di mantenere una bassa velocità di evaporazione o di mantenere la superficie permanentemente umida
La maturazione naturale è sufficiente quando le condizioni, durante il periodo di maturazione, sono tali che le velocità di evaporazione della superficie del calcestruzzo risultano basse, ad esempio in climi umidi, piovosi o nebbiosi
- (3) Al completamento delle operazioni di costipamento e delle operazioni di finitura del calcestruzzo e, quando necessario occorre che venga effettuata la cura delle superfici senza indugio. Se necessario per prevenire la fessurazione dal ritiro plastico o da superfici libere, la stagionatura temporanea deve essere applicata prima della finitura
- (4) Se è usato calcestruzzo con bassa tendenza al trasudamento es. calcestruzzo ad alta resistenza e calcestruzzo auto compattante, dovrà essere data una speciale considerazione per impedire le fessurazioni dovute al ritiro plastico. Questi impieghi, anche per getto di calcestruzzo sotto acqua, comportano condizioni che causano forti evaporazioni come nel caso di clima caldo, vento come pure in presenza di aria fredda e secca;
- (5) La durata della stagionatura deve essere una funzione dello sviluppo delle proprietà del calcestruzzo nella zona superficiale

Questo sviluppo è descritto dalle classi di maturazione definite dai periodi di maturazione o alle percentuali delle caratteristiche specifiche di resistenza a compressione dopo 28 giorni, in accordo con la tabella 2

Tabella 2 – classi di maturazione

Periodo (ore)	Classe maturazione 1	Classe maturazione 2	Classe maturazione 3	Classe maturazione 4
	12*	NA	NA	NA
Percentuale delle caratteristiche di resistenza a compressione dopo 28 giorni	Non applicabile (NA)	35 %	50 %	70 %
* posto che la presa non superi le 5 ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia uguale o superiore a 5°C				

- (6) La classe di maturazione che deve essere usata, sarà inserita nelle specifiche di esecuzione
- (7) Speciali requisiti di maturazione (oltre il 70%) possono essere dati nelle specifiche di esecuzione

- (8) Composti per la maturazione non dovranno essere usati su superfici con speciali requisiti di finitura a meno che non è provato che non hanno effetti contrari
- (9) La temperatura superficiale del calcestruzzo non deve essere inferiore a 0°C fin tanto che, lo stesso, in detta zona non abbia raggiunto una resistenza minima pari a 5 MPa
- (10) A meno che diversamente specificato, il picco del calcestruzzo all'interno di ogni singolo elemento non deve eccedere 70°C, a meno che non sia data evidenza che, con la combinazione dei materiali utilizzati, temperature più elevate non hanno alcun effetto negativo sulla prestazione di servizio del calcestruzzo stesso

nota: se il calcestruzzo è esposto ad alte temperature oltre un certo periodo nella sua giovane vita, può accadere una ritardata formazione di ettringite dipendente dall'umidità e dalle caratteristiche previste per il calcestruzzo (presenza di alcali, composizione chimica del cemento, uso di additivi etc.)

- (11) Una possibile perdita di resistenza potrebbe essere causata dall'uso delle alte temperature per la maturazione del calcestruzzo
- (12) Le specifiche di esecuzione possono includere requisiti per ridurre la possibilità delle fratture termiche nel calcestruzzo fresco (es. uso del calcestruzzo a basse temperature, tubi di raffreddamento, isolamento etc)
- (13) i seguenti metodi sono idonei per maturazione e possono essere usati sia separatamente che in sequenza:
 - mantenimento della casseforme in opera;
 - ricoprimento della superficie del calcestruzzo con teloni impermeabili al vapore assicurati ai lembi e giuntati agli elementi precedenti;
 - posizionamento di elementi umidi sulla superficie e protezione di questi contro l'essiccazione;
 - mantenimento della superficie del calcestruzzo visibilmente umida mediante adeguata bagnatura con acqua;
 - applicazione di composti per la maturazione "additivi" di documentata efficacia

Altri metodi per favorire la maturazione di eguale efficienza potrebbero essere usati.

- (14) Lo sviluppo delle proprietà nella zona superficiale dovrebbe essere basato sulla relazione della resistenza a compressione a maturazione completata;
- (15) La stima dei dettagli sullo sviluppo delle proprietà del calcestruzzo possono essere basati su uno dei seguenti metodi:
 - calcoli del grado di maturazione eseguiti elaborando le misure della temperatura prese a una profondità massima di 10 mm al di sotto della superficie;
 - calcoli del grado di maturazione basati sulla temperatura media giornaliera dell'aria;
 - maturazione in funzione della temperatura;
 - prove di elasticità agli urti (dopo la taratura delle prove effettuate sul relativo campione di calcestruzzo)
 - altri metodi di documentata efficacia

- (16) i calcoli di maturità, dovrebbero essere basati su appropriate funzioni relative alla maturazione, testati per il tipo di cemento o combinazioni di cemento e additivi usati;
- (17) le tabelle da F.1 a F.3 danno la durata della maturazione in numero di giorni stimati affinché venga soddisfatta la maturazione rispettivamente dalla classe 2 alla classe 4 e dovrebbe essere utilizzato a meno che un più accurato metodo sia usato per determinare la resistenza del calcestruzzo nella zona interessata

Tabella F.1 – Periodo minimo di maturazione per la maturazione in classe 2 (corrispondente a una resistenza superficiale del calcestruzzo pari al 35% della resistenza caratteristica specificata)

Temperatura superficiale del calcestruzzo (t), °C	Periodo minimo di maturazione, giorni ¹		
	Sviluppo della resistenza del calcestruzzo ²⁻³ (f _{cm2} /f _{cm28}) = r		
	rapida r ∈ 0,50	media 0,50 > r ∈ 0,30	lenta 0,30 > r ∈ 0,15
t ∈ 25	1,0	1,5	2,5
25 > t ∈ 15	1,0	2,5	5,0
15 > t ∈ 10	1,5	4,0	8,0
10 > t ∈ 5 ²	2,0	5,0	11

¹⁾ In eccesso ad ogni periodo di presa superiore a 5 ore

²⁾ Lo sviluppo della resistenza del calcestruzzo è il rapporto tra la resistenza complessiva media dopo 2 giorni e la resistenza complessiva media dopo 28 giorni, determinata da prove iniziali o basata su prestazioni note di calcestruzzi di composizioni comparabili (vedi EN 206)

³⁾ Per sviluppo della resistenza del calcestruzzo molto lento, nelle specifiche di esecuzione dovranno essere date speciali indicazioni

⁴⁾ Per temperature inferiori ai 5 °C, la durata dovrebbe essere estesa per un periodo di tempo uguale al periodo di tempo in cui la temperatura è rimasta al di sotto dei 5°C.

Tabella F.2 – Periodo minimo di maturazione per la maturazione in classe 3 (corrispondente a una resistenza superficiale del calcestruzzo pari al 50% della resistenza caratteristica specificata)

Temperatura superficiale del calcestruzzo (t), °C	Periodo minimo di maturazione, giorni ¹		
	Sviluppo della resistenza del calcestruzzo ²⁻³ (f _{cm2} /f _{cm28}) = r		
	rapida r ∈ 0,50	media 0,50 > r ∈ 0,30	lenta 0,30 > r ∈ 0,15
t ∈ 25	1,5	2,5	3,5
25 > t ∈ 15	2,0	4,0	7,0
15 > t ∈ 10	2,5	7,0	12
10 > t ∈ 5 ²	3,5	9,0	18

- 1) In eccesso ad ogni periodo di presa superiore a 5 ore
- 2) Lo sviluppo della resistenza del calcestruzzo è il rapporto tra la resistenza complessiva media dopo 2 giorni e la resistenza complessiva media dopo 28 giorni , determinata da prove iniziali o basata su prestazioni note di calcestruzzi di composizioni comparabili (vedi EN 206)
- 3) Per sviluppo della resistenza del calcestruzzo molto lento, nelle specifiche di esecuzione dovranno essere date speciali indicazioni
- 4) Per temperature inferiori ai 5 ° C, la durata d'ovrebbe essere estesa per un periodo di tempo uguale al periodo di tempo in cui la temperatura è rimasta al di sotto dei 5°C.

Tabella F.3 – Periodo minimo di maturazione per la maturazione in classe 4 (corrispondente a una resistenza superficiale del calcestruzzo pari al 70% della resistenza caratteristica specificata)

Temperatura superficiale del calcestruzzo (t), °C	Periodo minimo di maturazione, giorni ¹		
	Sviluppo della resistenza del calcestruzzo ²⁻³ (f _{cm2} /f _{cm28}) = r		
	rapida r ≤ 0,50	media 0,50 > r ≥ 0,30	lenta 0,30 > r ≥ 0,15
t ≤ 25	3,0	5,0	6,0
25 > t ≥ 15	5,0	9,0	12
15 > t ≥ 10	7,0	13	21
10 > t ≥ 5 ²	9,0	18	20

- 1) In eccesso ad ogni periodo di presa superiore a 5 ore
- 2) Lo sviluppo della resistenza del calcestruzzo è il rapporto tra la resistenza complessiva media dopo 2 giorni e la resistenza complessiva media dopo 28 giorni , determinata da prove iniziali o basata su prestazioni note di calcestruzzi di composizioni comparabili (vedi EN 206)
- 3) Per sviluppo della resistenza del calcestruzzo molto lento, nelle specifiche di esecuzione dovranno essere date speciali indicazioni
- 4) Per temperature inferiori ai 5 ° C, la durata d'ovrebbe essere estesa per un periodo di tempo uguale al periodo di tempo in cui la temperatura è rimasta al di sotto dei 5°C.

- (18) la scelta della classe di maturazione è dipendente dalla classe di esposizione, dalla scelta della composizione del calcestruzzo e della scelta dello spessore del calcestruzzo di ricoprimento delle armature. Anche le condizioni climatiche e le misure degli elementi sono parametri importanti;
- (19) I componenti per la maturazione possono penetrare all'interno della superficie e rendere molto difficile la rimozione dei casseri, pertanto un getto d'acqua ad alta pressione è normalmente necessario se questi devono essere rimossi
- (20) L'uso di un prodotto di maturazione che contiene un colorante farà semplice la verifica della sua applicazione

- (21) Tra i possibili effetti negativi dell'alta temperatura del calcestruzzo durante la maturazione sono inclusi:
- una ritardata formazione di ettringite;
 - una riduzione significativa della resistenza;
 - un incremento significativo della porosità;
 - differente incremento della temperatura tra l'elemento gettato e l'elemento di contenimento gettato precedentemente

1.5.6 Operazioni successive al getto

- (1) dopo la rimozione delle casseforme, tutte le superfici devono essere ispezionate in conformità alla classe di esecuzione per la conformità ai requisiti richiesti
- (2) Le superfici non saranno danneggiate o deformate durante la costruzione

1.5.7 Finitura delle superfici

- (1) requisiti per la finitura di superfici formate o da formare, saranno dati nelle specifiche di esecuzione

2 ACCIAIO

2.1 PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO

2.1.1 Controlli

Tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui 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 (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.).
- Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.
- Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.
- Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

2.1.1.1 Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme disponibili UNI EN 10080:2005, della serie UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

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.

L'inizio della procedura di qualificazione deve essere preventivamente comunicato al Servizio Tecnico Centrale allegando una relazione ove siano riportati:

- 1) elenco e caratteristiche dei prodotti che si intende qualificare (tipo, dimensioni, caratteristiche meccaniche e chimiche, ecc.);
- 2) indicazione dello stabilimento e descrizione degli impianti e dei processi di produzione;
- 3) descrizione dell'organizzazione del controllo interno di qualità con indicazione delle responsabilità aziendali;

- 4) copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
- 5) indicazione dei responsabili aziendali incaricati della firma dei certificati;
- 6) descrizione particolareggiata delle apparecchiature e degli strumenti del Laboratorio interno di stabilimento per il controllo continuo di qualità;
- 7) dichiarazione con la quale si attesti che il servizio di controllo interno della qualità sovrintende ai controlli di produzione ed è indipendente dai servizi di produzione;
- 8) modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del prodotto finito;
- 9) descrizione delle condizioni generali di fabbricazione del prodotto nonché dell'approvvigionamento delle materie prime e del prodotto intermedio (billette, rotoli, vergella, lamiere, laminati, ecc.);
- 10) copia controllata del manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN ISO 9001:2000.

Il Servizio Tecnico Centrale verifica la completezza e congruità della documentazione presentata e procede a una verifica documentale preliminare della idoneità dei processi produttivi e del Sistema di Gestione della Qualità nel suo complesso.

Se tale verifica preliminare ha esito positivo, il Servizio Tecnico Centrale potrà effettuare una verifica ispettiva presso lo stabilimento di produzione.

Il risultato della Verifica Documentale Preliminare unitamente al risultato della Verifica Ispettiva saranno oggetto di successiva valutazione da parte del Servizio Tecnico Centrale per la necessaria ratifica e notifica al produttore. In caso di esito positivo il Produttore potrà proseguire nella Procedura di Qualificazione del Prodotto. In caso negativo saranno richieste al Produttore le opportune azioni correttive che dovranno essere implementate.

La Procedura di Qualificazione del Prodotto continua con:

- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del
- 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 DPR 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 pubblicamente disponibile;
- 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 5 (cinque) anni.

2.2 *Principi di progettazione (ex Eurocodice 3)*

2.2.1. *Requisiti fondamentali*

(1) Una struttura deve essere progettata e costruita in modo tale che:

- con una probabilità accettabile essa rimarrà idonea all'uso al quale è destinata tenendo conto della sua durata prevista e del suo costo; inoltre:
- essa sopporterà, con un adeguato grado di affidabilità, tutte le azioni e tutti gli effetti che hanno probabilità di intervenire durante l'esecuzione e l'esercizio ed avrà una durata adeguata in relazione ai costi di manutenzione.

(2) La struttura deve inoltre essere progettata in modo tale che, a seguito di esplosioni, urti o conseguenze di errori umani, il suo danneggiamento non sia sproporzionato rispetto alla causa originaria.

(3) Il danno potenziale deve essere limitato o evitato attraverso la scelta di una o più delle seguenti precauzioni:

- evitare, eliminare o ridurre i rischi che la struttura deve sostenere;
- selezionare una tipologia strutturale che abbia ridotta sensibilità ai rischi considerati;
- selezionare una tipologia strutturale ed un progetto capaci di resistere adeguatamente alla rimozione accidentale di un singolo elemento;
- assicurare il collegamento della struttura nel suo insieme.

(4) Le caratteristiche sopra indicate possono essere soddisfatte attraverso la scelta di materiali idonei, attraverso un adeguato progetto e studio dei dettagli costruttivi ed attraverso l'indicazione delle procedure per il controllo della produzione, costruzione ed uso, come necessario per il particolare progetto.

2.3. *Materiali*

2.3.1. *Acciaio strutturale*

2.3.1.1. *Proprietà dei materiali per acciaio laminato a caldo*

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto.

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 devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNIEN 10045-1:1992.

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 $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ per $^{\circ}\text{C}^{-1}$ (per temperature fino a 100°C)

- densità $\rho = 7850\text{kg/m}^3$

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle tabelle seguenti.

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		40 mm $< t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tab. 3 Laminati a caldo con profili a sezione aperta.

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		40 mm $< t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S460 MH/MLH	460	530		

Tab. 4 Laminati a caldo con profili a sezione cava.

Acciai:

- **S 275 :**

Acciaio per carpenteria metallica: S 275

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 275$ N/mm²

Tensione caratteristica a rottura: $f_{tk} \geq 430$ N/mm²

Modulo di elasticità: $E = 2.10 \times 10^5$ N/mm²

Coefficiente di Poisson $\nu = 0.3$

Coefficiente di espansione termica $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

2.4 Fabbricazione e montaggio

2.4.1. Generalità

Questo punto specifica i requisiti minimi delle lavorazioni richiesti per la fabbricazione ed il montaggio al fine di garantire che le ipotesi di progetto siano soddisfatte e che, quindi, il livello di sicurezza strutturale desiderato possa essere raggiunto.

I requisiti minimi si riferiscono a strutture soggette prevalentemente a carichi statici e/o sismici. Qualità delle lavorazioni più elevate e livelli di controllo e prove più rigorosi possono rendersi necessari per le strutture nelle quali prevale il fenomeno della fatica, in funzione dei dettagli di progetto e della resistenza a fatica richiesta o per altre ragioni.

Qualsiasi requisito addizionale specifico per strutture particolari dovrà essere dichiarato nella specifica di progetto.

2.4.2. Specifica di progetto

Il progettista dovrà fornire, o adottare, una specifica di progetto contenente i dettagli di tutti i requisiti per i materiali, la fabbricazione ed il montaggio necessari ad assicurare la conformità alle ipotesi di progetto in relazione alla particolare struttura.

La specifica di progetto dovrà contenere sufficienti dettagli dei requisiti specifici riguardanti:

- a) la fabbricazione;
- b) il montaggio;
- c) i controlli;
- d) l'accettazione.

La specifica di progetto dovrà comprendere tutte le prescrizioni competenti.

La specifica di progetto può includere dei disegni in aggiunta al testo.

La specifica di progetto può integrare i requisiti delle norme di riferimento, ma non dovrà ridurre i loro requisiti tecnologici e non dovrà trascurare quelli minimi specificati in questo punto.

Dopo l'approvazione, la specifica di progetto non dovrà essere alterata senza il benestare del progettista e delle autorità responsabili del controllo.

2.4.3. Limitazioni per la fabbricazione

È necessario evitare o eliminare il materiale incrudito; nel qual caso si dovrà evitare di eseguire:

- a) bordi tagliati alla fiamma o tranciati;
- b) fori punzonati;
- c) marcatura;
- d) attacchi provvisori saldati;
- e) riparazioni della superficie mediante saldatura.

Nota - La condizione (e) influenza le condizioni di fornitura del materiale