

Ponte della Pace

Lavori di manutenzione straordinaria

Progetto esecutivo

Progetto generale
ing. Francesco Maria Cellini

Progetto strutturale
ing. Stefano Pinardi

Collaboratore
geom. Marco Marchi



Stefano Pinardi

Oggetto:

**CAPITOLATO SPECIALE
STRUTTURE**

Tavola:

--

Scala:

--

Data: dicembre 2018

Agg.:	Data:	Descrizione:
00	05-12-2018	EMISSIONE
Nome file:		

Nuove strutture secondarie per l'impalcato della Passerella pedonale "Ponte delle Pace", - Casalecchio di Reno (BO)

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

1	INTRODUZIONE.....	5
1.1	GENERALE	5
1.2	ACRONIMI.....	5
1.3	COMPLETAMENTO PROGETTAZIONE A CURA DELL'APPALTATORE	5
2	NORME E PRESCRIZIONI GENERALI.....	6
2.1	NOTA GENERALE SUI RIFERIMENTI A NORME, ISTRUZIONI, LINEE GUIDA, NORME DI PRODOTTO, NORME DI CONTROLLO	6
2.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
2.2.1	DOCUMENTI APPLICABILI	7
2.2.2	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO.....	7
2.3	PRESCRIZIONI GENERALI	7
2.3.1	SISTEMA DI QUALITA'.....	7
2.4	PROGETTAZIONE DI DETTAGLIO, PROGETTO COSTRUTTIVO, AS BUILT	10
2.5	VISITE ISPETTIVE PRESSO I FORNITORI	12
2.6	TRACCIAMENTI E RILIEVI	12
2.7	realizzazione di mockup per verifica e controllo	12
2.8	METODOLOGIA PER LO SCAMBIO DI INFORMAZIONI TRA APP E DL	12
2.8.1	ORGANIGRAMMA.....	12
2.8.2	OPERE IN CARPENTERIA METALLICA.....	13
2.8.3	DOCUMENTAZIONE INERENTE LE ATTIVITA' DI COSTRUZIONE OPERE STRUTTURALI	13
3	NORME GENERALI SUI MATERIALI ED ELEMENTI STRUTTURALI	13
4	STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA.....	16
4.1	CLASSE DI ACCIAIO PER PIATTI E PROFILI	16
4.2	CONDIZIONI GENERALI DI FORNITURA E MARCATURA.....	16
4.3	DOCUMENTAZIONE DI ISPEZIONE	16
4.4	DIFETTI DEL MATERIALE.....	17
4.5	TOLLERANZE	17
4.6	CLASSE DI ESECUZIONE.....	17
4.7	PREPARAZIONE DEI BORDI E DELLE SUPERFICI	19
4.8	PREPARAZIONE DI GIUNTI.....	19
4.9	SALDATURE	19
4.9.1	SIMBOLI E NOMENCLATURA	19
4.9.2	DIMENSIONE MINIMA DI SALDATURA.....	20
4.9.3	CATEGORIZZAZIONE DELLA SALDATURA – LIVELLO DI IMPERFEZIONE	21
4.9.4	INCARICHI DI SALDATURA, RESPONSABILITA' E COORDINAMENTO.....	21
4.9.5	VERIFICA DELLE COMPETENZE DEI SALDATORI	21
4.9.6	REQUISITI DI QUALITÀ DELLA SALDATURA.....	21
4.9.7	DETTAGLI DELLA LAVORAZIONE DELLA SALDATURA	21

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

4.9.8	SALDATURE DI TESTA.....	21
4.9.9	SCHIZZI DI SALDATURA	22
4.9.10	TENSIONI RESIDUE NELLE SALDATURE	22
4.9.11	PREPARAZIONE DEL MATERIALE DI BASE	22
4.9.12	SALDATURE TEMPORANEE	22
4.9.13	SALDATURE A TRATTI	22
4.9.14	DISTANZIALI	23
4.9.15	RIPARAZIONI	23
4.9.16	SPECIFICHE PER LE PROCEDURE DI SALDATURA.....	23
4.9.17	PROVE SULLE PROCEDURE DI SALDATURA	23
4.9.18	PROVE SULLE SALDATURE.....	23
4.9.19	ISPEZIONE DELLE SALDATURE	24
4.9.20	PROVE DISTRUTTIVE DI PRODUZIONE	25
4.10	CONNESSIONI BULLONATE	25
4.10.1	TIPO DI BULLONI, DADI E RONDELLE	25
4.11	PROPRIETÀ MECCANICHE E PROVE SUI BULLONI.....	26
4.12	INSTALLAZIONE E SERRAGGIO DEI BULLONI	26
4.12.1	CONSERVAZIONE DEI BULLONI.....	27
4.13	PIANO DI MONTAGGIO.....	27
4.14	CONDIZIONI DI ARRIVO DEI MATERIALI	28
4.15	PRESCRIZIONI SULLE LAVORAZIONI.....	28
4.16	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE	29
5	TRATTAMENTI SUPERFICIALI	30
5.1	NORME DI RIFERIMENTO	30
5.2	GENERALITA'	30
5.2.1	CONDIZIONI AMBIENTALI	31
5.2.2	DURABILITA'	31
5.2.3	SISTEMA DI VERNICIATURA	32
5.2.4	SISTEMA DI VERNICIATURA PER STRUTTURE TEMPORANEE	33
5.2.5	ZINCATURA A CALDO	33
5.3	PREPARAZIONE SUPERFICIALE.....	34
5.3.1	REQUISITI GENERALI	34
5.3.2	VERNICI.....	35
5.3.3	ABRASIVI.....	35
5.3.4	PULITURA AD ACQUA DELL'ACCIAIO	36
5.3.5	PREPARAZIONE DI SUPERFICI VERNICIATE SOGGETTE A CORROSIONE O ROTTURE	36
5.3.6	STESURA DEL PRIMER	36

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

5.4	PROTEZIONE ANTI-CORROSIONE DEI BULLONI	36
5.5	GIUNTI SALDATI IN CANTIERE	36
5.6	SUPERFICI DI CONTATTO TRA ACCIAIO E CALCESTRUZZO	37
5.7	GESTIONE DEI MATERIALI PER LA VERNICIATURA.....	37
5.7.1	TRASPORTO	37
5.7.2	DEPOSITO.....	37
5.8	APPLICAZIONE.....	37
5.8.1	SEQUENZA DI APPLICAZIONE	37
5.8.2	MODALITA' DI IMPIEGO DEI PRODOTTI VERNICIANTI	38
5.8.3	RITOCCHI	39
5.9	CONTROLLI E TOLLERANZE	39
5.10	GARANZIE	40
6	TOLLERANZE ESECUTIVE.....	40
7	PROTEZIONE DELL'AMBIENTE	41

1 INTRODUZIONE

1.1 GENERALE

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le principali specificazioni e prescrizioni sui materiali ed i prodotti strutturali impiegati nella realizzazione della struttura secondaria dell'impalcato delle Passerella pedonale "ponte della Pace" sita in Casalecchio di Reno (BO). La relazione è da intendersi come parte integrante del progetto esecutivo delle Opere Strutturali e comprende le specifiche tecniche delle seguenti principali tematiche:

- Materiali;
- Dettagli esecutivi;
- Saldature;
- Unioni bullonate;
- Finitura e trattamenti superficiali.

Oltre alla elencazione delle specifiche e delle prestazioni dei materiali e dei prodotti strutturali nella presente relazione si affrontano le tematiche più generali inerenti il quadro normativo e dei documenti applicabili, la metodologia adottata per lo scambio delle informazioni inerenti la costruzione delle Opere Strutturali, la progettazione di dettaglio e la ingegnerizzazione del progetto, i monitoraggi in corso d'opera e le prove a costruzione ultimata, nonché tutti gli altri aspetti in grado di favorire la costruzione di strutture portanti con un alto grado di qualità ed affidabilità.

1.2 ACRONIMI

Nel seguito si riportano i principali acronimi che verranno utilizzati nella presente relazione:

- APP: Appaltatore – General contractor
- EXE: Impresa esecutrice le opere strutturali
- COMM: Committente delle opere
- COLL: Collaudatore delle opere strutturali
- DL: Direzione Lavori Generali
- DOW: Direttore Lavori Opere strutturali
- DOS: Direttore Operativo Opere strutturali
- PRG: Gruppo di progetto al livello esecutivo
- PES: Progetto esecutivo delle strutture
- PED: Progetto esecutivo di dettaglio

Con il termine "Direzione Lavori" ("DL") si intende la Direzione Lavori incaricata dal committente.

Con il termine "Appaltatore" ("APP") si intende l'Impresa aggiudicataria dei lavori, congiuntamente con i suoi eventuali subappaltatori o fornitori.

1.3 COMPLETAMENTO PROGETTAZIONE A CURA DELL'APPALTATORE

Per quanto concerne lo sviluppo progettuale successivo in carico all'Appaltatore considerare le prescrizioni riportate nella relativa Relazione Tecnica delle Opere Strutturali unitamente a quanto illustrato nei successivi paragrafi.

Il progetto strutturale di Appalto illustra al livello di progetto esecutivo di tutte le strutture in carpenteria metallica redatto sulla base del progetto costruttivo originale dell'opera lasciando all'appaltatore l'onere di verificare sul posto l'effettiva corrispondenza in termini di strutture esistenti e loro geometria.

Restano quindi a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri e le responsabilità connessi al completamento della progettazione costruttiva dei manufatti

Qualora nello sviluppo dei dettagli costruttivi si evidenziasse da parte dell'Appaltatore la necessità di introdurre varianti progettuali, delle stesse varianti progettuali dovrà essere fatta esplicita menzione e data chiara evidenza all'atto della sottomissione del progetto da parte dell'Appaltatore alla DL per approvazione, senza che ciò possa comportare nessun aggravio di costo in caso di accettazione da parte della stessa.

2 NORME E PRESCRIZIONI GENERALI

Nella presente parte si affrontano le tematiche più generali inerenti il quadro normativo dei documenti applicabili, la metodologia adottata per lo scambio delle informazioni inerenti la costruzione delle opere strutturali, la progettazione di dettaglio e la ingegnerizzazione del progetto, i monitoraggi in corso d'opera e le prove a costruzione ultimata, nonché tutti gli altri aspetti in grado di favorire la costruzione di strutture portanti con un alto grado di qualità ed affidabilità.

2.1 NOTA GENERALE SUI RIFERIMENTI A NORME, ISTRUZIONI, LINEE GUIDA, NORME DI PRODOTTO, NORME DI CONTROLLO

Tutti i riferimenti a Norme, Istruzioni, Linee guida, Direttive, Regolamenti di attuazione, Norme di prodotto contenuti nel presente documento devono essere intesi come indicazioni alle procedure normate che è necessario applicare per l'argomento in oggetto. Nel caso il riferimento si riveli cronologicamente superato è sottinteso si debba adottare la versione sostitutiva attualmente in vigore.

2.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento delle strutture al livello esecutivo è stato condotto nel rispetto delle normative vigenti, in particolare in riferimento alle norme riportate nell'elenco seguente; lo stesso quadro normativo dovrà essere impiegato anche nella progettazione costruttiva e di dettaglio e nell'esecuzione delle opere:

- D.M. del 17 gennaio 2018. "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- C.M. del 2 febbraio 2009, n.617. "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche".

Per alcune tematiche come specificato dalle NTC 2018 stesse si è fatto riferimento a norme di comprovata validità quali gli Eurocodici. In particolare, si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Eurocodice 0 "Criteri generali di progettazione strutturale"
- Eurocodice 1 "Azioni sulle strutture"
 - o UNI EN 1991-1-1:2004 "Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici"
 - o UNI EN 1991-1-3:2004 "Azioni in generale – Carichi da neve"
 - o UNI EN 1991-1-4:2010 "Azioni in generale – Azioni del vento"
 - o UNI EN 1991-1-5:2004 "Azioni in generale – Azioni termiche"
- Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture di acciaio"
 - o UNI EN 1993-1-1:2005 "Regole generali e regole per gli edifici"
 - o UNI EN 1993-1-2:2005 "Regole generali – progettazione strutturale contro l'incendio"
 - o UNI EN 1993-1-3:2007 "Regole generali – Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo"
 - o UNI EN 1993-1-8:2005 "Progettazione dei collegamenti"
 - o UNI EN 1993-1-10:2005 "Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore"
 - o UNI EN 1993-1-11:2007 "Progettazione di strutture con elementi tesi"

Per la parte relativa all'esecuzione delle strutture ed al controllo di qualità in corso d'opera si richiamano espressamente le seguenti norme:

- UNI EN 1090-1:2009+A1:2001 "Esecuzione di strutture in acciaio, regole generali e regole per gli edifici – Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità degli elementi strutturali"

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

- UNI EN 1090-2:2008+A1:2001 "Esecuzione di strutture in acciaio, regole generali e regole per gli edifici – Parte 2: Requisiti tecnici per l'acciaio strutturale"

L'utilizzo degli Eurocodici dovrà avvenire in conformità al DM LL PP del 31/07/2012 "Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici."

In generale si fa riferimento anche ai dettami di:

- Direttive della UE, se direttamente applicabili;
- Istruzioni e norme di enti nominatori (UNI, CEI, CEN, ISO, ecc.)

Fermo restando il concetto generalmente applicabile dell'esecuzione "a perfetta regola d'arte".

2.2.1 DOCUMENTI APPLICABILI

Nella progettazione di dettaglio e durante l'esecuzione delle opere strutturali, oltre ai documenti costituenti il progetto esecutivo si devono considerare i seguenti documenti:

- Capitolato generale d'Appalto;

2.2.2 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Il Computo Metrico è un documento indicativo. La verifica delle misure contenute nel Computo Metrico è a carico del General Contractor ed è desumibile dai documenti allegati alla Bozza di Contratto come integrati nel corso della Gara. Il Committente e il progettista non sono in alcun modo responsabili delle quantità riportate nel Computo Metrico e le quantità stesse non fanno parte del Contratto di Appalto.

2.3 PRESCRIZIONI GENERALI

Di seguito si illustrano le prescrizioni generali che APP dovrà osservare durante la preparazione e la conduzione del processo di costruzione delle Opere strutturali.

2.3.1 SISTEMA DI QUALITA'

Le imprese che verranno incaricate della realizzazione delle opere strutturali in oggetto dovranno essere in possesso di adeguata certificazione del proprio sistema di qualità, riferita alle tipologie di opere del presente appalto.

Dovrà essere istituito in cantiere un Ufficio Qualità permanente (Ufficio di Controllo Qualità in cantiere) che curerà tutti gli aspetti della qualità e della rintracciabilità dei materiali strutturali conservando tutta la documentazione nell'ufficio di cantiere, la suddetta documentazione sarà sempre a disposizione della D.L. APP, e tutte le imprese da essa incaricate per la esecuzione delle Opere Strutturali dovranno redigere uno specifico Piano della Qualità che dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori prima di iniziare tutte le attività riguardanti le Opere Strutturali.

Il Piano della Qualità dovrà trattare i seguenti argomenti, distinti per tipologie strutturali:

1. Organizzazione della Commessa;
2. Programma e procedure di Fabbricazione e Montaggio;
3. Procedure, specifiche ed istruzioni applicabili;
4. Processi speciali;
5. Piano di Controllo della Qualità;
6. Qualifiche fornitori ed approvvigionamento materiali;
7. Rintracciabilità;
8. Prove, collaudi e qualifiche operatori CND;
9. Gestione non conformità;
10. Documenti di registrazione della qualità e dossier finale;
11. Organigramma di cantiere e mansionario.

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

In particolare dovrà essere presente:

- A. sequenza e descrizione delle principali lavorazioni di cantiere e di officina;
- B. interventi di controllo e normative di riferimento;
- C. interventi di supervisione da parte della Direzione Lavori, del Collaudatore e loro peso vincolante;
- D. qualifiche operatori controlli non distruttivi (PND).

e si dovrà tener conto nella redazione del Piano della Qualità delle seguenti prescrizioni:

Gestione delle Non Conformità

Di tutte le non conformità evidenziate durante il ciclo produttivo sia in stabilimento che in cantiere, l'Impresa dovrà redigere opportuna registrazione scritta che descriva la non conformità rilevata e la risoluzione proposta. E' facoltà della Direzione Lavori visionare periodicamente i rapporti di non conformità ed impartire istruzioni vincolanti per le eventuali risoluzioni adottate comprese quelle già eseguite, per tale motivo l'impresa dovrà inviare alla D.L. con periodicità mensile l'elenco delle non conformità rilevate sia in cantiere che negli stabilimenti di prefabbricazione ed in quelli di costruzione della carpenteria metallica.

Tutta la documentazione prodotta in merito alle non conformità verrà raccolta, da parte dell'Impresa, in un dossier finale che sarà consegnato alla Direzione Lavori.

Tutte le Non Conformità che evidenzino differenze rispetto a quanto riportato negli Elaborati di Progetto non possono essere risolte senza l'assenso della D.L.

Certificazioni di materiali e di prodotti entranti in cantiere

L'organo dell'impresa competente in materia di qualità (Ufficio di Controllo Qualità in cantiere) ha l'onere di assicurare la disponibilità delle documentazioni di accompagnamento delle forniture dei materiali da costruzione, con particolare riferimento ai materiali che rivestono carattere strutturale.

Tale documentazione deve essere sottoposta alla D.L. tassativamente prima dell'ingresso in cantiere delle forniture, in modo da valutarne l'accettabilità.

Si prescrive che tale documentazione sia presentata in formato cartaceo ordinato mediante una suddivisione in opportune unità logiche e sia accompagnata da un documento espresso in forma tabellare che consenta in maniera immediata di prendere atto per ogni singolo elemento gli estremi delle certificazioni e dei DDT (documenti di trasporto), dalla produzione alla messa in opera.

Il documento in oggetto deve contenere, inoltre, per ogni elemento o gruppo di elementi posati:

- Un riferimento alfanumerico che abbia corrispondenza negli elaborati esecutivi e/o costruttivi;
- Un codice univoco che consenta di mettere in relazione le informazioni nel documento tabellare con la parte di documentazione.

Certificazioni finali

L'Impresa, a fine lavori, dovrà consegnare alla Direzione Lavori un dossier contenente tutta la certificazione raccolta o emessa durante tutto il processo produttivo, sia in stabilimento che in cantiere. Tale dossier dovrà contenere i documenti che di seguito si citano in via esemplificativa ma non esaustiva in quanto resta facoltà della Direzione Lavori effettuare tutti gli interventi di verifica e le prove che riterrà opportuni al fine di garantire l'accettabilità del prodotto finale:

1. Piano Controllo Qualità;
2. Certificati di origine dei materiali conformi alle norme vigenti;
3. Certificati di tutti gli elementi strutturali;
4. Schede tecniche dei prodotti vernicianti;
5. Quaderno delle saldature;
6. Rapporti e certificati di verifica e di prova sulle fasi di lavorazione sia in stabilimento che in cantiere;
7. Esiti delle attività di pre-montaggio in officina;
8. Documenti di rintracciabilità;
9. Qualifiche operatori controlli non distruttivi (PND);
10. Dossier delle non conformità;
11. Verbali di riunione e istruzioni della D.L.;
12. Dichiarazione del Direttore di Produzione in merito alla conformità della prefabbricazione degli elementi;

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

13. Dichiarazione del Direttore del Montaggio in merito alla conformità del montaggio delle strutture;
14. Eventuale documentazione "as built";
15. Documenti di garanzia;
16. Relazioni di qualifica delle miscele di calcestruzzo impiegate;
17. Verbali prelievi eseguiti in cantiere e/o in officina;

L'appaltatore dovrà istituire presso il cantiere un Ufficio di Controllo della Qualità che dovrà garantire il soddisfacimento, per tutte le lavorazioni, dei Piani della Qualità e dei Piani di Controllo della Qualità, redigere le non conformità, organizzare le visite ispettive presso i fornitori di materiali e prodotti strutturali, curare la formazione degli assistenti di cantiere alle procedure inerenti il sistema qualità del cantiere, organizzare e mantenere aggiornato l'archivio delle certificazioni dei materiali dei prodotti e dei manufatti. L'archivio dell'ufficio qualità sarà a completa disposizione della D.L. che potrà effettuare verifiche, acquisire documenti ogni qualvolta lo ritenga necessario.

2.4 PROGETTAZIONE DI DETTAGLIO, PROGETTO COSTRUTTIVO, AS BUILT

Il progetto esecutivo rappresenta il documento di riferimento per l'eventuale successiva progettazione esecutiva di dettaglio (PED) che rimane a carico dell'Appaltatore.

Tutti gli elaborati di PED saranno presentati alla direzione dei lavori per approvazione. Le norme che regolano l'esecuzione del PED ed il rapporto fra tale livello di progettazione ed i livelli precedenti sono stabilite nel Contratto di Appalto, in questa relazione si intende specificare e dettagliare i concetti e le prescrizioni illustrate nel citato Contratto di Appalto.

Redazione del PED – Prescrizioni generali:

- La redazione del PED è a carico dell'Appaltatore il quale dovrà incaricare uno o più professionisti o società di ingegneria con abilitazione all'esercizio della professione di ingegnere ed iscritti ad un Albo Provinciale degli Ingegneri sul territorio Italiano;
- Il PED rappresenta lo sviluppo di dettaglio del progetto esecutivo delle strutture oggetto di Appalto e dovrà essere redatto considerando come invariante progettuali le prescrizioni del progetto esecutivo di appalto per tutte le discipline: architettonico, impiantistico, sicurezza ed ovviamente strutturale;
- Prima dell'affidamento della progettazione del PED la struttura tecnica individuata da APP dovrà dimostrare di possedere i requisiti tecnici ed operativi adeguati alla entità della progettazione da svolgere, sia in termini di certificazione di lavori analoghi svolti sia in termini di risorse di uomini e mezzi che si intendono impiegare;
- Prima dell'avvio del PED la struttura tecnica dovrà redigere e consegnare alla DL per approvazione un piano di progettazione dettagliato che dovrà presentare i seguenti aspetti:
 - o Illustrazione delle modalità di lavoro del gruppo di progettazione;
 - o Cronoprogramma di dettaglio della progettazione e presentazione delle risorse;
 - o Elenco elaborati progetto PED;
- La struttura tecnica incaricata da APP dovrà redigere il progetto PED completo di ogni documento come stabilito dal DM 17/01/2018 – Capitolo 12 e dalle normative Regionali in vigore in Regione Emilia Romagna e nel Comune di Bologna.
- La struttura tecnica incaricata da APP dovrà curare la presentazione della pratica ai sensi del DPR 380/2001 e della L.R. 33 del 12/10/2015 e ss.mm.ii;

Redazione del PED – Prescrizioni di dettaglio:

Il PED oltre a presentare il dimensionamento e le verifiche globali di tutte le strutture della struttura, dovrà occuparsi degli effetti indotti dallo stato deformativo e di sollecitazione in funzione della time history costruttiva e della eventuale sensibilità reologica del sistema strutturale.

Progettazione delle Fasi di Costruzione:

Occorre illustrare e verificare le fasi di costruzione della struttura tenendo in debito conto di tutti gli aspetti singolari presenti nel progetto. La presentazione del progetto di avanzamento della costruzione andrà illustrato anche attraverso schemi grafici e dovrà essere coordinato con il progetto della sicurezza e con ogni altra disciplina progettuale.

La progettazione per fasi di costruzione dovrà indagare e risolvere tutti gli aspetti strutturali globali e di dettaglio tipici di organismi strutturali come quello in oggetto:

- Analisi della stabilità di elementi strutturali durante la fase di costruzione: il progetto costruttivo dovrà illustrare e verificare tutti i presidi di controventamento, puntellamento ed in generale tutti i sistemi provvisori che dovranno essere messi in campo per evitare la perdita di stabilità ed equilibrio di elementi strutturali durante il corso dei lavori;

Il progetto per fasi di costruzione dovrà essere consegnato per approvazione alla DL 30 gg. prima dell'inizio dei lavori.

Disegni di officina – carpenteria metallica:

E' compito e responsabilità dell'Impresa redigere i disegni di officina (e tutti gli elaborati necessari alla corretta conduzione delle fasi di prefabbricazione e montaggio), in conformità alle prescrizioni di progetto ricevute. I disegni costruttivi di officina dovranno essere consegnati alla DL 30 gg. prima della realizzazione in

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

stabilimento e dovranno essere corredati da disegni di assieme per individuare in modo univoco gli elementi presentati. La serie dei disegni di montaggio da utilizzare in cantiere dovrà essere presentata almeno 30 gg prima dell'inizio del montaggio in cantiere. Si intende che gli elaborati grafici potranno essere consegnati per fasi in base allo sviluppo temporale della produzione e del montaggio in cantiere. Nei riguardi della concezione dei particolari di officina relativi ai collegamenti e nodi, va osservato che i nodi/giunti devono essere realizzati per saldatura e/o bullonatura dei relativi piatti, conformemente alle soluzioni indicate nei disegni di progetto. In tali disegni sono indicate esempi che individuano le principali soluzioni costruttive: lo sviluppo di officina di tali particolari costruttivi e l'estensione agli altri casi, andrà elaborato nel rispetto di quanto già indicato nel progetto esecutivo di contratto, sia come soluzione base che come alternative di progetto poste a base di gara.

Disegni costruttivi relativi ai casseri rampanti, a ponteggi, a strutture provvisionali

Tutti gli elementi aventi carattere di struttura provvisoria, quali ad esempio le cassette rampanti, i casseri di grandi dimensioni e di grande impegno statico, le puntellazioni, i supporti per tubazioni di conduzione del calcestruzzo, le gru di cantiere fisse, le autogrù potranno essere installati solo dopo consegna alla D.L. di documentazione tecnica idonea a valutare il grado di sicurezza statica, la documentazione, di norma, dovrà comprendere una relazione di calcolo e schemi esemplificativi atti a localizzare le strutture in oggetto e le eventuali ricadute sulle strutture della struttura o sui terreni circostanti.

Redazione della documentazione "as built"

Tutti gli interventi, richiesti dal Committente o proposti dall'Appaltatore, che dovessero modificare le indicazioni riportate nei documenti di progetto (disegni e relazione di calcolo) dovranno essere indicati, a cura dell'Impresa, su appositi elaborati grafici che, indicando le modifiche apportate, costituiranno la documentazione "as built" da allegare al dossier finale.

2.5 VISITE ISPETTIVE PRESSO I FORNITORI

L'appaltatore dovrà preventivamente comunicare alla D.L. i nominativi e la qualifica dei fornitori di manufatti strutturali prefabbricati, pre-assemblati e di ogni altro materiale strutturale che intende impiegare in cantiere. Gli stabilimenti di produzione dei manufatti o dei prodotti semi lavorati saranno a disposizione della D.L. che potrà, anche senza preavviso, effettuare visite di controllo, tuttavia in condizioni normali le visite di controllo presso i fornitori di materiali ed elementi strutturali saranno concordate con APP e verranno eseguite alla presenza di un rappresentante delegato di APP.

E' a discrezione della D.L. la effettuazione di prove, prelievi di materiale, controlli di pre-montaggio su strutture o parti di strutture anche presso lo stabilimento di produzione.

In particolare si richiama l'attenzione al rispetto delle suddette prescrizioni in relazione ai seguenti fornitori:

- Stabilimenti di costruzione delle strutture di carpenteria metallica;

2.6 TRACCIAMENTI E RILIEVI

Rilievi preliminari:

La progettazione definitiva ed esecutiva della struttura è stata basata sulle tavole del progetto costruttivo originario dell'opera.

Prima dell' inizio dei lavori APP dovrà verificare a propria cura e spese la validità del riferimento predetto. Gli esiti del rilievo dovranno essere rappresentati in appositi elaborati grafici evidenziando le eventuali difformità rispetto al rilievo messo a disposizione in fase di gara.

APP ha l'obbligo di effettuare, per le attività che interessino gli elementi esistenti, tutti i necessari rilievi ed indagini conoscitive, atti a stabilire l'esatto posizionamento e lo stato di conservazione delle strutture.

Nel caso si verificassero disallineamenti tra la posizione delle opere di progetto rispetto a quanto effettivamente realizzato e rilevato, l'Appaltatore stesso dovrà predisporre progetto di variante strutturale da sottoporre all'approvazione della D.L. e del PRG.

2.7 REALIZZAZIONE DI MOCKUP PER VERIFICA E CONTROLLO

Si prevede la realizzazione di un mockup/prototipo, ovvero di una porzione di impalcato completo di pavimentazione e relativa struttura secondaria sottostante, finalizzato a sperimentare concretamente sul vero le modalità di montaggio, la resa estetica e geometrica delle fughe, a evidenziare eventuali problematiche, a elaborare perfezionamenti, a effettuare collaudi. Il mockup dovrà avere un'estensione tale da permettere di raggiungere questi obiettivi in relazione alla giacitura scelta per le doghe (longitudinale o trasversale), alla presenza o meno dei magatelli e sarà concordata con l'Ufficio Tecnico del Comune.

2.8 METODOLOGIA PER LO SCAMBIO DI INFORMAZIONI TRA APP E DL

Fatti salvi gli aspetti generali descritti da Contratto di Appalto nonché le prescrizioni impartite al capitolo precedente, di seguito si riportano gli adempimenti minimi che APP dovrà rispettare per garantire che il flusso delle informazioni in cantiere avvenga in modo corretto con l' obiettivo di assicurare il controllo delle parti d'opera in corso di costruzione da parte della DL, DOS e DOW.

2.8.1 ORGANIGRAMMA

Nell'ambito dell'organigramma generale di APP che illustra il personale tecnico di cantiere dovranno essere esplicitati i nominativi e le funzioni dei tecnici addetti a:

- al controllo ed alla sorveglianza in campo durante la costruzione delle opere strutturali, ovvero ispettori di cantiere che si interfacciano in campo con DOW e DOS ed i loro assistenti;
- al Servizio Qualità materiali ed elementi strutturali che sovrintendono la esecuzione di controlli e monitoraggi durante la esecuzione delle opere strutturali;

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

- alla gestione e controllo della progettazione costruttiva di dettaglio.

Rappresentanti delle funzioni e degli uffici di APP prima descritte dovranno essere sempre presenti in cantiere durante le lavorazioni inerenti le Opere Strutturali.

2.8.2 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

APP dovrà presentare il programma settimanale dei montaggi di strutture in carpenteria metallica entro il venerdì precedente. Il programma dovrà indicare la posizione in opera, ed i disegni di riferimento validi per il controllo delle carpenterie metalliche.

Il programma dovrà essere confermato giornalmente nel corso della settimana: almeno 24 ore prima APP dovrà avvisare DOW che intende dare inizio alle attività di montaggio.

Durante le operazioni di montaggio dovrà essere sempre presente sul posto un ispettore tecnico di APP con funzione di controllo che le attività di montaggio avvengano in modo corretto e secondo le prescrizioni di progetto PED e PES.

L'ispezione di DOW o DOS, o loro assistenti delegati, dovrà avvenire in contraddittorio con gli ispettori tecnici di APP all'uopo delegati, in tale occasione verrà stilato un verbale di sopralluogo ove verranno indicate le prescrizioni impartite da DOW o DOS.

I lavori iniziati od eseguiti in contravvenzione a quanto sopra prescritto saranno passibili di rimozione e ri-esecuzione a totale carico dell'Appaltatore che non ne potrà reclamare compenso alcuno.

2.8.3 DOCUMENTAZIONE INERENTE LE ATTIVITA' DI COSTRUZIONE OPERE STRUTTURALI

Fatte salvo le prescrizioni e gli accordi contrattuali inerenti la tenuta del Giornale dei Lavori ed ogni altro strumento di comunicazione fra APP e DLG e tutte le altre figure tecniche impegnate, dal solo punto di vista delle Opere Strutturali si riepiloga di seguito la documentazione minima che dovrà essere preparata da APP ed inviata a DOS durante l'esecuzione delle Opere strutturali:

- Programma settimanale di previsione dei montaggi di carpenteria metallica (emesso il venerdì precedente);
- Programma giornalieri dei montaggi (emesso 24 h prima della esecuzione a conferma del programma settimanale);
- Verbale di sopralluogo giornaliero dei montaggi;

I verbali di sopralluogo dovranno essere inviati a DOW entro il giorno successivo alla data del sopralluogo.

Oltre ai verbali ed alle schede di programma getti e montaggi dovranno essere inviate con cadenza quindicinale ed in formato editabile i seguenti registri:

- Registro delle carpenterie metalliche.

Le informazioni che dovranno riportare i suddetti registri sono descritte in allegato al presente documento.

3 NORME GENERALI SUI MATERIALI ED ELEMENTI STRUTTURALI

I materiali utilizzati sono qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura è accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

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

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, 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 proverranno dalle località ritenute più convenienti, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

Tutti i materiali strutturali dovranno corrispondere alle prescrizioni delle specifiche tecniche, degli elaborati grafici di PES e di PED, nonché della normativa tecnica di cui al DM17/01/2018 e delle Leggi Nazionali ed Europee ivi richiamate. Tutti i prodotti strutturali dovranno essere della migliore qualità ben lavorati e rispondenti perfettamente al servizio cui sono destinati e potranno essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della DOS, previa campionatura.

Per la fornitura di materiali particolari l'Appaltatore è tenuto a fornire tempestivamente (se nel caso entro i termini fissati dalla DOS) una adeguata campionatura che permetta una scelta adeguata e sufficiente fra materiali aventi analoghe caratteristiche ed uguale rispondenza alle prescrizioni di capitolato.

I campioni dei materiali prescelti restano depositati presso gli uffici di cantiere in luogo indicato dalla DOS.

APP è obbligato a notificare in tempo utile alla DOS, la provenienza dei materiali per il regolare prelevamento dei relativi campioni da sottoporsi alle prove e verifiche che DOS ritenesse necessarie prima di accettarli. APP ha facoltà di assistere alle prove o di farsi rappresentare. Nonostante l'accettazione dei materiali e il superamento delle prove prescritte e/o richieste,

APP resta totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto ciò dipenda dai materiali.

Qualora DOS denunci una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, APP dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle qualità dovute.

I materiali che in generale non fossero riconosciuti idonei o non saranno dotati delle previste certificazioni, saranno rifiutati e dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura di APP.

E' pure richiesto il soddisfacimento dei requisiti previsti dal DPR 21/4/1993 n° 246, recante il Regolamento di Attuazione della Direttiva 89/106 CEE relativa ai prodotti di costruzione, e di quelli richiesti dal DPR 10/12/1997 n. 499 recante le norme di attuazione della direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

DOS potrà rifiutare in qualunque tempo i materiali che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere o che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto e l'Appaltatore dovrà tempestivamente rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

L'accettazione in cantiere dei materiali e delle provviste in genere da parte di DOS non pregiudica il diritto della stessa, in qualsiasi momento, anche dopo la posa in opera e fino ad avvenuto collaudo, di rifiutare i materiali e gli eventuali lavori eseguiti con essi, ove non venga riscontrata la piena rispondenza alle condizioni contrattuali od ai campioni; inoltre, APP rimane sempre unico garante e responsabile della riuscita dei lavori anche per quanto può dipendere dai materiali impiegati nella esecuzione dei lavori stessi.

Su richiesta della DOS o della DL, l'Appaltatore è inoltre obbligato, in ogni tempo, a prestarsi per sottoporre i materiali, da impiegare o già impiegati, alle prove regolamentari ed agli esperimenti speciali, per l'accertamento delle loro qualità, resistenza e caratteristiche, presso Laboratori Ufficiali, la fabbrica di origine od in cantiere.

In mancanza di una speciale normativa di legge o di capitolato, oppure di una idonea organizzazione per l'esecuzione delle prove previste, è riservato alla Direzione Lavori il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari, e/o di chiedere l'intervento di Istituti autorizzati.

Tutte le spese per il prelevamento, la conservazione e l'inoltro dei campioni ai Laboratori Ufficiali, nonché le spese per il ripristino dei manufatti o impianti che si siano eventualmente dovuti manomettere, gli esami e le prove effettuate dai Laboratori stessi, o in cantiere, sono a completo carico di APP, che dovrà assolverle direttamente. APP dovrà assicurare che l'esito delle prove sia inviato direttamente alla DOS.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo APP unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre Ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Per quanto concerne la accettazione di materiali e prodotti strutturali anche se coperti da norma europea armonizzata, e quindi dotati di Marcatura CE, rimane comunque facoltà della DOS e del COLL eseguire o fare eseguire prove e controlli di accettazione o controlli sulle procedure qualificate. A tal proposito si richiama quanto prescritto e suggerito dal DM 17/01/2018 e dalla relativa Circolare applicativa rispettivamente ai paragrafi 11.1 e C11.1.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla DL. Qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio delle fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti negli approvvigionamenti, nessuna eccezione potrà accampare l'APP, né alcuna variazione dei prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al presente Capitolato.

Le provviste non accettate dalla DL, in quanto a insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e onere dell'APP, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'APP resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che la committenza si riserva in sede di collaudo finale.

Sia nel caso di forniture legate all'installazione di impianti, sia nel caso di forniture di materiali d'uso più generale, l'Appaltatore dovrà presentare adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione della DL.

4 STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA

4.1 CLASSE DI ACCIAIO PER PIATTI E PROFILI

Acciaio da carpenteria

Piatti piani e profili aperti laminati a caldo secondo EN 10034 e EN 10025

S235 con valore caratteristico minimo della tensione a snervamento $f_{yk} \geq 235 \text{ N/mm}^2$

Designazione europea: EN 10210-S 235 (JR)

Acciaio per profili piegati a freddo e lamiere grecate

UNI EN 10346 - Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo

S250 GD+Z con valore caratteristico minimo della tensione a snervamento $f_{yk} \geq 250 \text{ N/mm}^2$

Viti

Per il fissaggio delle lamiere antisdrucchiolo poste lungo i bordi longitudinali dell'impalcato e i profili a C sottostanti si prevedono viti autopерforanti.

4.2 CONDIZIONI GENERALI DI FORNITURA E MARCATURA

Le condizioni generali di fornitura e marcatura del materiale devono seguire quanto previsto dalla norma Europea armonizzata EN 1091-1 "Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali", che prevede la marcatura CE dei prodotti oggetto della norma stessa. La fornitura del materiale deve essere accompagnata da adeguata documentazione, così come previsto dalle normative vigenti. I controlli sul materiale fornito devono essere sviluppati come previsto dalle normative vigenti.

Le condizioni generali di fornitura di tubi devono essere in accordo con quanto prescritto dalle norme UNI EN 10210 o UNI EN 10219.

I materiali utilizzati devono riportare un'adeguata marcatura secondo quanto previsto dalla norma per i prodotti strutturali 89/106/CEE (CPD).

Ciascuna fornitura deve essere marcata CE, il che attesta che sia in linea con quanto previsto dall'appendice ZA della normativa. La marcatura deve distinguere chiaramente le diverse classi di acciaio. Tutte le marcature devono essere marcature a bassa tensione.

I nastri in acciaio per la marcatura dei manufatti in acciaio devono essere calibrati ad una temperatura di 25°C.

4.3 DOCUMENTAZIONE DI ISPEZIONE

Tutta la documentazione di ispezione dei materiali oggetto della fornitura deve essere secondo quanto previsto dal paragrafo 3.1 "Certificato di ispezione" UNI EN 10204:2004 "Prodotti metallici – tipi di documenti di ispezione".

Se vengono utilizzate e fornite diverse classi di acciaio, per ciascuna classe dovrà essere applicata la relativa normativa che ne specifica le condizioni di fornitura e i test facoltativi che possono essere svolti sul materiale stesso.

Qualora il progettista o il General Contractor richieda l'uso di materiale con classe di qualità migliorata (valori Z), le relative prove di duttilità sui materiali attraverso lo spessore devono essere eseguite secondo la norma UNI EN 10164:2004 e riportate nel Rapporto delle prove sui materiali (Material Test Report – MTR).

4.4 DIFETTI DEL MATERIALE

Gli elementi di carpenteria metallica devono essere ispezionati per scongiurare la presenza di difetti superficiali e la laminazione di superfici esposte durante la fabbricazione e la sabbiatura secondo UNI EN 10163 e UNI EN 10021:2007. I bordi tagliati con fiamma ossidrica senza indicazione ottica della laminazione devono essere testate secondo EN 10021.

Test, misurazioni ed ispezioni del materiale, così come eventuali accettazioni di difetti interni o esterni allo stesso, devono essere secondo la norma UNI EN 10021:2006.

Per ciascuna riparazione di difetti volumetrici mediante saldatura, il produttore dovrà fornire un'apposita relazione contenente uno schema che riporti dimensioni e posizioni del difetto, ogni dettaglio in merito al processo di saldatura eseguito e alle prove non-distruttive eseguite sulla stessa. In altri casi, come ad esempio per quanto riguarda le imperfezioni superficiali, sarà sufficiente accompagnare la fornitura con il corrispondente certificato di conformità di saldatura.

4.5 TOLLERANZE

Le tolleranze di fabbricazione e le tolleranze geometriche devono essere come previsto dalla norma EN 1090 o come specificato dal progettista, qualora si richiedano delle tolleranze specifiche, come riportato negli elaborati grafici costruttivi.

Le tolleranze dimensionali dei prodotti in acciaio devono essere in accordo con quanto previsto dalla norma UNI EN 10029:2010.

Secondo la UNI EN 1090-2 le tolleranze sullo spessore delle piastre in acciaio con funzioni strutturali devono essere di CLASSE B (EXC4) secondo quanto previsto dalla UNI EN 10029, se non diversamente specificato.

Uno stralcio della tabella 1 della norma UNI EN 10029 viene riportato di seguito:

Spessore nominale piastra	CLASSE B		Differenza di spessore nella piastra					
	Inferiorie	Superiore	≥600 <2000	≥2000 <2500	≥2500 <3000	≥3000 <3500	≥3500 <4000	≥4000
≥15<25	-0.3	+1.6	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4
≥25<40	-0.3	+1.9	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4
≥40<80	-0.3	+1.4	2.5	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6

Le caratteristiche dei materiali, le dimensioni e le tolleranze per i profili in acciaio seguiranno la seguente tabella:

Prodotto	Condizioni di Fornitura	Dimensioni	Tolleranze
Sezioni ad I ed H	UNI EN 10025-1/6	UNI 5397-5398	UNI EN 10034
Sezioni ad I laminate a caldo	UNI EN 10025-1/6	UNI 5679	UNI EN 10024
Profili a C ed U	UNI EN 10025-1/6	UNI EU 54	UNI EN 10279
Profili angolari	UNI EN 10025-1/6	UNI EN 10056-1	UNI EN 10056-2
Sezioni a T	UNI EN 10025-1/6	UNI EN 10055	UNI EN 10055
Piatti	UNI EN 10025-1/6	N/A	UNI EN 10029, 10051
Barre	UNI EN 10025-1/6	UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061	UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061
Profili cavi formati a caldo	UNI EN 10210-1	UNI EN 10210-2	UNI EN 10210-2
Profili cavi formati a freddo	UNI EN 10219-1	UNI EN 10219-2	UNI EN 10219-2

4.6 CLASSE DI ESECUZIONE

La classe di esecuzione è stata definita sulla base dei seguenti parametri secondo la norma EN 1090-2:

Table B1 - Definition of consequences classes

Consequences Class	Description	Examples of buildings and civil engineering works
CC3	High consequence for loss of human life, <i>or</i> economic, social or environmental consequences very great	Grandstands, public buildings where consequences of failure are high (e.g. a concert hall)
CC2	Medium consequence for loss of human life, economic, social or environmental consequences considerable	Residential and office buildings, public buildings where consequences of failure are medium (e.g. an office building)
CC1	Low consequence for loss of human life, <i>and</i> economic, social or environmental consequences small or negligible	Agricultural buildings where people do not normally enter (e.g. storage buildings), greenhouses

Table B.1 — Suggested criteria for service categories

Categories	Criteria
SC1	<ul style="list-style-type: none"> Structures and components designed for quasi static actions only (Example: Buildings) Structures and components with their connections designed for seismic actions in regions with low seismic activity and in DCL* Structures and components designed for fatigue actions from cranes (class S₀)**
SC2	<ul style="list-style-type: none"> Structures and components designed for fatigue actions according to EN 1993. (Examples: Road and railway bridges, cranes (class S₁ to S₉)**, structures susceptible to vibrations induced by wind, crowd or rotating machinery) Structures and components with their connections designed for seismic actions in regions with medium or high seismic activity and in DCM* and DCH*
* DCL, DCM, DCH: ductility classes according to EN 1998-1	
** For classification of fatigue actions from cranes, see EN 1991-3 and EN 13001-1	

Table B.2 — Suggested criteria for production categories

Categories	Criteria
PC1	<ul style="list-style-type: none"> Non welded components manufactured from any steel grade products Welded components manufactured from steel grade products below S355
PC2	<ul style="list-style-type: none"> Welded components manufactured from steel grade products from S355 and above Components essential for structural integrity that are assembled by welding on construction site Components with hot forming manufacturing or receiving thermic treatment during manufacturing Components of CHS lattice girders requiring end profile cuts

Si assume

- Classe di conseguenza: CC2
- Categoria di servizio: SC1
- Categoria di produzione: PC1

Execution Classes EXC							
Consequence classes		CC1		CC2		CC3	
Service categories		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Production categories	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC3 ^a
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 ^a	EXC4
^a EXC4 should be applied to special structures or structures with extreme consequences of a structural failure as required by national provisions.							

Per cui si prescrive una classe di esecuzione EXC2.

4.7 PREPARAZIONE DEI BORDI E DELLE SUPERFICI

La preparazione di bordi, delle parti terminali delle travi, delle superfici, degli angoli e dei fori deve essere svolta in riferimento alla norma EN 1090 e deve tenere conto di particolari requisiti aggiuntivi esplicitati in tale norma per elementi soggetti prevalentemente a carichi dinamici.

I bordi devono essere privi di tagli o difetti. La durezza dei bordi tagliati non deve superare il valore di 350 HV30 utilizzando il metodo della prova di durezza di Vickers o una equivalente, come prescritto dalla norma UNI EN 6507:2005.

Le superfici generate da tagli ossiacetilenici o con plasma devono essere conformi alla classe di qualità I secondo la norma UNI EN ISO 9013:2017.

L'acciaio e i metalli saldabili devono essere tagliati termicamente, a condizione che venga garantita una superficie liscia e regolare, senza nessuna crepa e che venga garantito un profilo con una forma precisa utilizzando una guida meccanica.

Il taglio termico a mano libera non è consentito.

Gli angoli degli elementi tagliati devono essere fatti con un raggio non inferiore agli 8mm; tali angoli devono essere eseguito tramite taglio termico, eventualmente seguito da ulteriore processo di finitura, qualora necessario.

Tutti gli elementi metallici a contatto con getti o tutte le superfici degli elementi soggetti a movimenti relativi devono essere lavorati a macchina, anche se non esplicitamente riportato negli elaborati grafici. Gli elementi forati devono essere lavorati a macchina per poter garantire le corrette dimensioni e tolleranze riportate negli elaborati grafici.

4.8 PREPARAZIONE DI GIUNTI

La preparazione dei giunti deve prevedere la lavorazione a macchina, il taglio termico, scricatura, scheggiatura o rettifica.

4.9 SALDATURE

4.9.1 SIMBOLI E NOMENCLATURA

Il progetto costruttivo deve essere corredato di un adeguato progetto delle saldature, che dovrà seguire le prescrizioni stabilite in fase di progetto esecutivo; nel progetto costruttivo dovranno essere esplicitati:

- La preparazione dei lembi che saranno saldati;
- Il metodo di saldatura;
- La rappresentazione grafica dettagliata di ciascun elemento;
- La definizione delle proprietà attraverso lo spessore del materiale;

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

- La sequenza delle varie fasi di saldatura per ciascun giunto;
- La procedura di saldatura.

Tale progetto esecutivo deve essere sottoposto all'approvazione da parte di una autorità competente nell'ambito delle saldature (Istituto Italiano della Saldatura).

I simboli di saldatura rappresentati negli elaborati grafici devono essere interpretati secondo quanto riportato nella norma UNI EN 22553, se non diversamente specificato.

La nomenclatura e la numerazione delle procedure di saldatura devono seguire la norma UNI EN ISO 4063:2010.

La classificazione e nomenclatura delle imperfezioni geometriche deve essere secondo quanto previsto dalla UNI EN ISO 6520.

Le specifiche di saldatura devono seguire le norme UNI EN 1993-1-8, UNI EN ISO 3834:2008, UNI EN 1011-2:2005 e devono rispettare quanto previsto dell'ambito del progetto esecutivo.

Deve essere utilizzato il materiale Z35 nelle seguenti condizioni:

- Collegamenti a T, con $t > 35\text{mm}$;
- Collegamenti cruciformi, con $t > 25\text{mm}$;
- Collegamenti d'angolo senza preparazione con $t > 20\text{mm}$.

Classi di qualità (valori Z) – Selezione dei materiali per le proprietà attraverso lo spessore. Si adotta la classe di qualità 1 secondo EN 1993-1-10, punto 3.1, tabella 3.1.

Le proprietà attraverso lo spessore per il materiale base devono essere specificate dalla UNI EN 10164, considerando i seguenti aspetti per la protezione contro lo strappo lamellare nella selezione degli assemblaggi o connessioni in acciaio:

- L'importanza della posizione in termini di tensione di trazione applicata e il grado di ridondanza;
- La deformazione nella direzione che attraverso lo spessore nell'elemento in cui è fatta la connessione (questa deformazione è dovuta al ritiro del metallo della saldatura prodotto dal raffreddamento);
- La natura del particolare costruttivo del collegamento, in particolare collegamenti saldati a croce, a T e collegamenti d'angolo;
- Proprietà chimiche del materiale sollecitato trasversalmente.

La suscettibilità del materiale deve essere determinata misurando la qualità della duttilità attraverso lo spessore secondo la UNI EN 10164, che è espressa in termini di classi di qualità identificate da valori Z.

Una linea guida per evitare lo strappo lamellare durante la saldatura è fornita nella UNI EN 1011-2. Nei dettagli in cui la tensione applicata o indotta causa deformazioni nella direzione attraverso lo spessore dell'elemento, le classi di qualità dell'acciaio (valori Z) sono definiti secondo le ipotesi alla base del metodo di costruzione. Il costruttore della struttura metallica deve controllare tali requisiti in base alla reale procedura di costruzione adottata.

Tutte le piastre e le sezioni in contatto devono essere saldate o bullonate come rappresentato nei disegni per sigillare perfettamente le superfici accoppiate.

Per specifiche aggiuntive si veda la tavola dei materiali.

4.9.2 DIMENSIONE MINIMA DI SALDATURA

Le dimensioni delle saldature si riferiscono all'altezza di gola (α) delle saldature a cordone d'angolo, espresse in mm.

Qualora sia specificato il lato, anziché l'altezza di gola, deve essere indicato esplicitamente sugli elaborati grafici.

L'altezza di gola minima di ciascuna saldatura è di 4.5 mm, se non diversamente indicato sugli elaborati.

L'altezza di gola minima per diversi valori di spessore (t) è:

$\alpha_{\min} = 4.5 \text{ mm}$ per $t \leq 17 \text{ mm}$

$\alpha_{\min} = 5 \text{ mm}$ per $17 \text{ mm} < t < 25 \text{ mm}$

$\alpha_{\min} = 6 \text{ mm}$ per $t \geq 25 \text{ mm}$

Per le saldature degli acciai per armature fare riferimento alle prescrizioni riportate nella norma ISO 17660.

4.9.3 CATEGORIZZAZIONE DELLA SALDATURA – LIVELLO DI IMPERFEZIONE

Una linea guida per la definizione del livello di qualità delle imperfezioni nei giunti saldati è fornita dalla UNI EN ISO 5817:2014, senza coprire nessun aspetto metallurgico. Tutti i difetti devono fare riferimento all'altezza di gola della saldatura α .

Per finalità di ispezione tutte le saldature dell'impalcato devono essere categorizzate secondo la norma sopracitata come:

Category B – STRINGENT

4.9.4 INCARICHI DI SALDATURA, RESPONSABILITÀ E COORDINAMENTO

Gli incarichi e le responsabilità del personale coinvolto nei processi di saldatura e nelle relative attività (ad esempio la supervisione e l'ispezione) devono essere chiaramente definiti secondo la UNI EN 14731:2006.

4.9.5 VERIFICA DELLE COMPETENZE DEI SALDATORI

Tutti i saldatori devono essere certificati secondo al UNI EN ISO 9606-1:2017.

Deve essere fornita un'adeguata documentazione che identifichi i saldatori di tutte le saldature principali del progetto, ma non è permessa la punzonatura del materiale ai fini di identificazione.

4.9.6 REQUISITI DI QUALITÀ DELLA SALDATURA

Lo standard di qualità richiesto per la fornitura del materiale e il processo di saldatura è conforme al Requisito di qualità completo, come descritto nelle norme UNI EN ISO 3834-1:2006 ed UNI EN ISO 3834-2:2006.

4.9.7 DETTAGLI DELLA LAVORAZIONE DELLA SALDATURA

I dettagli delle procedure e delle lavorazioni di saldatura devono essere in accordo con la EN 1090, inclusi eventuali requisiti specifici riportati in essa per gli elementi soggetti principalmente a carico dinamico.

Prima di procedere alla saldatura tutto lo sporco, la ruggine, le scorie di laminazione, i primer (se applicato) devono essere adeguatamente rimossi.

Ciascun passaggio contemplerà la completa fusione dei materiali metallici adiacenti e sarà tale da non generare alcuna depressione in corrispondenza del piede della saldatura. Un'eccessiva concavità dei passaggi iniziali deve essere evitata per prevenire la rottura del vertice dei giunti vincolati.

L'Istituto Italiano della Saldatura dovrà approvare il progetto costruttivo della saldatura, dovrà verificare la corretta esecuzione delle saldature e redigerà un relazione sui risultati del controllo effettuato.

4.9.8 SALDATURE DI TESTA

Tutte le saldature di testa devono essere a completa penetrazione, se non diversamente indicato negli elaborati grafici.

Le parti prolungate attaccate agli elementi ottenute per avere una corretta altezza di gola alle estremità del giunto saldato non possono essere rimosse con martello, ma devono essere rimosse con taglio con fiamma ossidrica distante almeno 5 mm dal bordo.

Saldatura di testa nelle travi sono permesse solo quando i giunti siano stati esplicitamente specificati nei disegni di dettaglio del progetto costruttivo approvato dall'Istituto Italiano della Saldatura, dalla D.L. e dal progettista. I giunti saldati devono essere limitati al minimo necessario al trasporto e al montaggio. I vari

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

passaggi in fase di saldatura per le saldature a completa penetrazione devono essere testati con test non-distruttivi, prima di poter procedere al passaggio di saldatura successivo.

La perdita di spessore del materiale durante la finitura di saldature a parziale o completa penetrazione deve essere in linea con la tolleranza prevista per lo spessore delle piastre.

4.9.9 SCHIZZI DI SALDATURA

Tutti gli schizzi di saldatura devono essere rimossi rettificando la finitura prima dell'inizio dell'ispezione della saldatura o della preparazione della verniciatura.

4.9.10 TENSIONI RESIDUE NELLE SALDATURE

L'attenzione è mirata all'importanza che ricopre il livello di tensioni residue in una struttura a causa della saldatura. La sequenza di assemblaggio e saldatura deve essere tale da minimizzare la distorsione delle strutture saldate e da mantenere interne le tensioni residue di trazione pur garantendo le tolleranze geometriche necessarie.

4.9.11 PREPARAZIONE DEL MATERIALE DI BASE

Le superfici su cui si deve depositare il materiale devono essere lisce, uniformi e prive di tagli, denti o altre discontinuità che potrebbero condizionare negativamente la qualità e la resistenza della saldatura. Le superfici che devono essere saldate e le superfici adiacenti la saldatura non devono presentare variazioni di spessore, scorie, ruggine, umidità, grasso o altri materiali esterni che possano intaccare la corretta esecuzione delle saldature o la produzione di fumi.

La preparazione del materiale di base deve essere prevista secondo quanto prescritta dalle UNI EN ISO 9692-1:2005 e UNI EN ISO 9692-2:2005, se non diversamente specificato

4.9.12 SALDATURE TEMPORANEE

Le saldature temporanee devono essere soggette agli requisiti di saldatura previsti per le saldature ordinarie. Quando queste saldature vengono rimosse, la superficie deve essere ripristinata a filo con la superficie originale.

4.9.13 SALDATURE A TRATTI

Le saldature a tratti devono rispondere agli stessi requisiti delle saldature ordinarie, con le presenti eccezioni:

- Il pre-riscaldamento non è obbligatorio per saldature a tratti con un singolo passaggio, che sono ri-fuse e incorporate in una saldatura continua;
- Le discontinuità e porosità non devono essere rimosse prima della saldatura finale.

Le saldature a tratti che sono incorporate nella saldatura finale devono essere fatte con elettrodi che ricoprano i requisiti previsti per le saldature ordinarie e devono essere scrupolosamente pulite.

Le saldature a tratti all'interno di saldature a cordoni d'angolo con altezza di gola più piccola di 10 mm o in corrispondenza dei vertici di saldatura in saldature che prevedano una specifica penetrazione del vertice non devono indurre oggettive variazioni nell'aspetto della superficie della saldatura o causare una diminuzione della penetrazione.

Le saldature a tratti non conformi ai requisiti devono essere rimosse o ridotte di dimensione con qualsiasi mezzo a disposizione, prima di procedere al processo di saldatura.

Le saldature a tratti non incorporate in saldature a cordone d'angolo devono essere rimosse.

4.9.14 DISTANZIALI

I distanziali utilizzati devono essere dello stesso materiale del materiale di base o fatti con un materiale compatibile, se non diversamente specificato. Non possono essere utilizzati distanziali in rame.

4.9.15 RIPARAZIONI

Le saldature che presentano discontinuità sono proibite, come già esplicitamente riportato nel presente capitolato, e devono quindi essere riparate per mezzo di un processo di saldatura qualificato. In alternativa, l'intera saldatura deve essere rimossa e sostituita.

4.9.16 SPECIFICHE PER LE PROCEDURE DI SALDATURA

Le specifiche per le procedure di saldatura devono seguire quanto previsto dalla UNI EN 15614-1:2012.

4.9.17 PROVE SULLE PROCEDURE DI SALDATURA

Nel caso in cui venga fornita la qualifica dei processi di saldatura WPQR (Welding Procedure Qualification Record), non è necessaria alcuna prova sulle procedure di saldatura utilizzate.

In caso contrario il General contractor deve editare il "Piano di controllo delle saldature" sia per le saldature in cantiere, sia per le saldature in stabilimento. Tale relazione deve essere ufficialmente sottomessa all'approvazione dell'Istituto Italiano della Saldatura.

Il piano di controllo delle saldature, per ciascuna tipologia di saldatura deve riportare:

- Tipo;
- Test non distruttivo della saldatura e il suo spessore.

Le prove devono essere svolte per ciascun tipo di saldatura.

Tali prove, che devono essere eseguite da un'autorità competente in materia di saldature (Istituto Italiano della Saldatura), devono essere ricapitolate in un'adeguata relazione in cui devono essere riportati:

- Tipo di saldatura controllata e le sue caratteristiche;
- Percentuale di elementi saldati controllati;
- Strumenti;
- Parametri usati per le prove radiografiche, ultrasoniche e magnetiche;
- Rappresentazione grafica di durezza;
- Identificazione dei difetti;
- Riparazioni prescritte;
- Riparazioni effettuate.

È onere della D.L. organizzare prove e relative ulteriori azioni.

Devono essere previste prove attraverso lo spessore per controllare la qualità del materiale.

4.9.18 PROVE SULLE SALDATURE

Le prove eseguite sulle saldature comprendono la prova di Charpy, prove di trazione e di flessione secondo quanto previsto dalle ISO 18592:2009, DIN 148-1:2016, UNI EN 15614-1:2007, UNI EN 287-1:2010 e da altre normative o documenti rilevanti. Inoltre, devono essere eseguiti appositi test di durezza su metalli saldati, zone che hanno subito l'influenza della temperatura e sui principali materiali facenti parti di una macro-zona in corrispondenza di ciascuna prova sulla procedura di saldatura. Tali risultati devono essere appositamente registrati.

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

- Prove di Trazione: deve essere eseguita una prova di trazione trasversale (secondo la UNI EN ISO 6892-1:2016) e deve essere verificato che la resistenza a trazione non sia inferiore al corrispondente valore specificato dei materiali principali.
- Prova di piega: l'angolo di piega per la prova di piega deve essere considerato come specificato dalla UNI EN ISO 5173:2010.
- Prova del pendolo di Charpy: la prova del pendolo di Charpy per saldature di testa o zone di saldature di testa soggette a variazioni dovute alla temperatura deve essere eseguita come prescritto dalla UNI EN ISO 9016:2012.

4.9.19 ISPEZIONE DELLE SALDATURE

Le ispezioni delle saldature devono essere eseguite secondo i seguenti metodi e le seguenti normative vigenti:

- Prove non distruttive: le prove non distruttive sulle saldature devono essere eseguite da personale qualificato di secondo livello secondo la UNI EN 9712. Inoltre, tali prove devono seguire le regole generali riportate nella norma EN ISO 17635:2016 e le regole specifiche riportate nelle relative norme:
 - o Ispezione visiva: ISO 3058:1998, UNI EN ISO 17637:2017, devono essere eseguite da personale qualificato;
 - o Ultrasuoni: EN ISO 17640:2011, UNI EN ISO 23279:2010
 - o Test magnetici: EN ISO 17638:2010

Tutte le saldature devono essere sottoposte ad una ispezione visiva. Tutti i residui di scorie e schizzi di saldatura devono essere rimossi prima dell'ispezione visiva.

Dove non è esplicitamente richiesto, devono essere eseguiti le seguenti prove non distruttive aggiuntive (la percentuale indicata fa riferimento a ciascuna trave o elemento principale):

- Test magnetici da eseguire sul 25% della lunghezza totale delle saldature a cordone d'angolo;
- Test ad ultrasuoni da eseguite sul 100% delle saldature a completa penetrazione;
- Test magnetici da eseguire sul 100% delle saldature a cordone d'angolo delle flange;

I test ad ultrasuoni devono essere effettuati non prima di 24 ore dal completamento delle saldature.

In caso di particolari condizioni vincolati (come ad esempio nel caso di saldature in cantiere di elementi scatolari) i test ad ultrasuoni devono essere eseguiti secondo la UNI EN 1090-2:2001

Weld size (mm) ^{a)}	Heat Input Q (kJ/mm) ^{b)}	Hold time (hours) ^{c)}	
		S235 to S460	Above S460
a or s ≤ 6	All	Cooling period only	24
6 < a or s ≤ 12	≤ 3	8	24
	>3	16	40
a or s > 12	≤ 3	16	40
	>3	24	48
a) Dimensioni applicabili all'altezza di gola nominale di una saldatura a cordone d'angolo o allo spessore nominale del materiale s per una saldatura a piena penetrazione. Per le singole saldature di testa a parziale penetrazione il criterio fondamentale si basa sull'altezza di gola della saldatura a, mentre per un paio di saldature di testa a parziale penetrazione è pari alla somma delle altezze di gola delle due saldature a.			
b) L'imput di calore Q deve essere calcolato in riferimento al paragrafo 19 della UNI EN 1011-1:1998			
c) Il periodo tra la fine del processo di saldatura e l'inizio del NDT deve essere esplicitato nel report dell'NDT. Nel caso in cui si preveda solo un tempo di raffreddamento questo durerà finché le saldature vengano raffreddate a sufficienza perché possa iniziare l'NDT.			

4.9.20 PROVE DISTRUTTIVE DI PRODUZIONE

Le prove distruttive di produzione devono essere eseguite quando necessario o previa richiesta del committente. Se necessarie, dovranno essere conformi alle specifiche di seguito riportate.

- Programma di prove di produzione sui piatti: se non diversamente specificato devono essere soggette a queste prove circa 1 su 5 paia di per saldature di testa trasversali in flange in trazione e 1 su 10 paia di altre saldature di testa. La dimensione combinata per ciascun paio di prove di produzione sui piatti deve essere adeguato per il numero e le dimensioni dei provini testati.
- Elettrodi: gli elettrodi devono corrispondere ai requisiti per la saldatura del materiale specifico e per il range di spessori richiesto. Il produttore degli elettrodi deve fornire un'appropriata certificazione; questi devono essere asciutti e in condizioni idonee per l'uso. La dimensione degli elettrodi, la lunghezza dell'arco, il voltaggio e l'ampereaggio devono essere idonei allo spessore del tipo del materiale, alla posizione della saldatura e alle altre condizioni che influenzano il lavoro. La corrente di saldatura deve essere all'interno del range raccomandato dal produttore dell'elettrodo.
- Conservazione degli elettrodi: gli elettrodi rimossi dall'involucro originale devono essere protetti e conservati in modo tale da non influenzare negativamente le proprietà della saldatura. Tutti gli elettrodi con una bassa copertura di idrogeno devono essere acquistati in contenitori sigillati ermeticamente o devono essere soforati dall'utente prima di utilizzarli, secondo le indicazioni del produttore. Immediatamente dopo l'apertura del contenitore ermetico gli elettrodi devono essere conservati in forni mantenuti ad una temperatura almeno di 120°C. Gli elettrodi devono essere ri-sforati non più di una volta. Gli elettrodi che risultino bagnati non possono essere usati. Dopo che i contenitori sigillati ermeticamente sono stati aperti o dopo che gli elettrodi sono stati rimossi dal forno, l'esposizione dell'elettrodo all'atmosfera non deve eccedere i valori forniti dal produttore. Gli elettrodi esposti all'atmosfera per periodi inferiori a quelli permessi possono tornare ad essere mantenuti all'interno del forno e mantenuti a 120°C min; dopo periodo minimo di mantenimento all'interno del forno di 4 ore, gli elettrodi possono essere ri-utilizzati.
- Saldatura ad Arco Sommerso: le saldature ad arco sommerso (SAW) devono essere effettuate con uno o più elettrodi singoli, uno o più elettrodi paralleli o con la combinazione di elettrodi singoli e paralleli. Il flusso usato per SAW deve essere asciutto e senza alcuna contaminazione di sporco o materiali esterni. Tutto il flusso deve essere comprato in confezioni che possano essere conservate, in condizioni normali, per almeno 6 mesi senza che la conservazione alteri le caratteristiche e le proprietà della saldatura.

4.10 CONNESSIONI BULLONATE

4.10.1 TIPO DI BULLONI, DADI E RONDELLE

I bulloni utilizzati nei collegamenti strutturali non possono avere un diametro inferiore a 12 mm.

Viti, dadi e rondelle devono essere come previsto dalla UNI EN 14399-1:2015 e da tutte le norme rilevanti richiamate in quest'ultima.

Tutti i connettori devono essere marcati secondo la norma sopracitata.

L'uso di viti di tipo HV (secondo UNI EN 14399-4 e UNI EN 14399-8) è permesso solamente in connessioni a taglio altrimenti sono da prevedersi bulloni di tipo HR (secondo UNI EN 14399-3 e UNI EN 14399-8).

La lunghezza del tratto non filettato del gambo del bullone deve essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si deve sempre fare uso di rosette sia sotto la testa della vite (smusso verso la testa), che sotto il dado (smusso verso il dado). È tollerato tuttavia che non più di mezza spia del filetto rimanga compresa nel foro.

La marcatura di identificazione del produttore è obbligatoria per tutti i prodotti che vengono marcati CE con le relative classi di proprietà.

Dadi secondo UNI EN ISO 898-8:2012. Come riportato dalla norma UNI EN ISO 898-6 dovranno essere forniti dadi di classe 8 per bulloni di classe 8.8 e dadi di classe 10 per bulloni di classe 10.9.

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

Rosette e piastrine in acciaio C50 secondo la UNI EN 10083-2:2006. Secondo la UNI EN 14399-5 le rosette devono essere utilizzate al di sotto dei dadi.

Devono essere utilizzate rondelle a spessore variabile se la superficie di appoggio è inclinata rispetto al piano perpendicolare all'asse dei bulloni di più di:

- 1/20 (3°) per bulloni con $d \leq 20$ mm;
- 1/30 (2°) per bulloni con $d > 20$ mm.

Nei giunti flangiati devono essere particolarmente curati la planarità ed il parallelismo delle superfici di contatto.

Tutti i giunti bullonati devono prevedere la presenza di piastre per aumentare lo spessore dove sia necessario per assicurare che la somma di varie differenze di quota adiacenti non superi 1 mm. Tali piastre non devono essere saldate alle flange e devono essere sottoposte allo stesso trattamento superficiale previsto per il giunto.

Le superfici delle unioni flangiate devono essere lavorate meccanicamente se non dovesse essere garantita la tolleranza richiesta. Infatti la planarità e il parallelismo delle superfici di contatto devono essere garantiti.

4.11 PROPRIETÀ MECCANICHE E PROVE SUI BULLONI

Secondo la norma UNI EN ISO 898-2:2012 e le principali normative citate in quest'ultima, devono essere forniti i certificati delle proprietà meccaniche dei bulloni che vengono utilizzate. Qualsiasi prova che venga fatta sulle unioni bullonate deve essere eseguita secondo quanto prevista da tale norma.

4.12 INSTALLAZIONE E SERRAGGIO DEI BULLONI

I bulloni devono essere calibrati e serrati secondo quanto previsto dalla UNI EN 1090-2:2011.

I bulloni devono essere montati con una rosetta sotto la testa della vite e una rosetta sotto il dado.

I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite rivolta verso l'alto e il dado verso il basso.

Il metodo di calibrazione, la frequenza degli strumenti di serraggio e la sequenza di serraggio devono essere implementati in una procedura di lavorazione che preceda l'inizio di qualsiasi operazione di serraggio.

Il serraggio dei bulloni deve garantire la forza di trazione minima dovuta al momento torcente di serraggio. È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Nel caso delle unioni ad attrito il serraggio dei bulloni deve assicurare la protezione del bullone richiesta, entro i limiti di $\pm 5\%$. È richiesto il serraggio finale di prova con apposita chiave torsionometrica a scatto.

Il serraggio deve essere eseguito secondo la EN 1090-2, paragrafo 8.5 ed annesse norme esplicitamente citate in essa.

L'Appaltatore ha l'obbligo di verificare l'efficienza dei giunti serrati controllando la coppia torcente applicata in uno dei seguenti modi:

- misurando, con chiave dinamometrica, la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- allentando il dado con una rotazione di almeno 60° e poi riavvitandolo per verificare se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione dado-bullone prima dell'allentamento suddetto.

Ulteriori controlli a campione saranno effettuati dalla D.L. e/o dal Collaudatore.

Per le unioni con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni, e redigere apposito verbale con individuazione delle strutture controllate, da far controfirmare alla D.L.

Per unioni con bulloni ad attrito le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso. In particolare, il progettista prescrive un

Di regola la pulizia deve essere eseguita con sabbiatura; è ammessa la semplice spazzolatura delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera.

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

I fori per i bulloni devono essere eseguiti con il trapano od anche col punzone purché successivamente alesati.

Per chiodature o bullonature di ordinaria importanza statica e fino a spessori di 10 mm., è ammessa la punzonatura dei fori al diametro definitivo, senza allargamento ulteriore, purché la punzonatura venga opportunamente eseguita e controllata, particolarmente al fine di evitare la formazione di cricche o bavature. Nella punzonatura il diametro della matrice deve superare al massimo di 2 mm. il diametro del punzone. In caso di strutture sottoposte a sforzi dinamici o a fatica è richiesta l'alesatura finale. Quando sia previsto l'ulteriore allargamento dei fori, la base maggiore del vano conico creato col punzone avrà diametro di almeno 3 mm. minore del diametro del foro definitivo e questo deve essere poi ottenuto allargando il foro col trapano e con l'alesatore.

È vietato l'uso della fiamma per la esecuzione di fori per chiodi e bulloni.

Non sono ammesse al montaggio in opera, eccentricità di fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-bullone secondo quanto segue (e come prescritto dalle norme vigenti):

- fori per unioni con bulloni normali: I fori devono avere diametro uguale a quello del bullone maggiorato di 1.0 mm. fino a \varnothing 20 mm. e di 1.5 mm. oltre \varnothing 20 mm., quando è ammissibile un assestamento sotto carico del giunto. La maggiorazione deve essere invece rispettivamente di 0,25 e 0,50 mm. quando tale assestamento non è ammesso;
- fori per unioni con bulloni ad attrito: I fori devono avere diametro uguale a quello del bullone maggiorato di 1.5 mm. fino a \varnothing 24 mm. e di 2 mm. per il \varnothing 27 mm.

Per le distanze dei fori tra loro e dei fori dai bordi, si rimanda a quanto stabilito nelle Norme Tecniche vigenti.

4.12.1 CONSERVAZIONE DEI BULLONI

Tutti i bulloni devono essere consegnati in contenitori sigillati, su cui siano contrassegnati il nome del produttore, il tipo di bullone, la quantità e il numero di partita.

Dopo l'apertura del contenitore i bulloni devono essere conservati per essere protetti dagli agenti atmosferici, dallo sporco e da altre condizioni avverse.

4.13 PIANO DI MONTAGGIO

L'Appaltatore sottoporrà all'approvazione della D.L. il progetto del montaggio delle strutture, anche in relazione ai procedimenti di costruzione, tale progetto o piano di montaggio dovrà essere supportato da verifiche strutturali da parte di tecnico ingegnere abilitato che verifichi lo stato tensionale e di stabilità della struttura dal trasporto (in caso di parziale prefabbricazione in officina) al montaggio in opera fino alle condizioni di esercizio di progetto.

Il piano di montaggio dovrà prendere in considerazione tutti gli elementi costruttivi di progetto.

Il piano di montaggio, corredato di schemi e di verifiche strutturali analitiche, dovrà prevedere tutti gli accorgimenti per il montaggio delle strutture, anche per porzioni, mediante utilizzo di castelli in acciaio opportunamente dimensionati come sostegni provvisori, utilizzo di gru anche su ruote per portate eccezionali, utilizzo di martinetti idraulici ed ogni altro accorgimento come indicato anche nel Piano di sicurezza e DOS almeno 30 gg prima della realizzazione delle opere, e dovrà ottenere l'approvazione prima dell'inizio delle lavorazioni.

Il piano di montaggio dovrà prevedere tutti gli accorgimenti in modo che il montaggio in opera verrà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

Si dovrà controllare che la eventuale controfreccia ed il posizionamento sugli appoggi siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

staticamente superflui, mediante indicazioni nel piano suddetto, oltre all'indicazione della esecuzione dei getti e la relativa sequenza.

Il piano di Montaggio costituisce parte integrante del PED descritto nel presente documento.

4.14 CONDIZIONI DI ARRIVO DEI MATERIALI

I materiali possono arrivare in cantiere nei seguenti modi:

- in aste sciolte confezionate a pacchetto, per essere pre-assiate a piè d'opera in elementi strutturali mediante chiodi o bulloni o saldatura e montati in opera mediante bulloni o saldature;
- in pezzi sciolti per essere montati in opera mediante saldatura, previa eventuale costruzione a piè d'opera;
- in elementi strutturali già pre-assiati in officina, per essere montati in opera mediante bulloni o saldatura. Le strutture saranno corredate di bulloni occorrenti per il preassiemaggio a piè d'opera ed il montaggio in opera.

Le strutture da montare arriveranno in cantiere opportunamente contromarcate.

DOS si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dalla normativa tecnica vigente.

4.15 PRESCRIZIONI SULLE LAVORAZIONI

APP dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta di DOS.

DOS si riserva comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per l'invio in cantiere APP informerà la Direzione dei lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Eventuali discordanze, errori di esecuzione come cassette o piastre di ancoraggio fuori posizione, tracciamenti errati, ecc., saranno tempestivamente segnalate alla Direzione Lavori che disporrà, a spese e cura dell'Appaltatore, gli interventi appropriati, previa verifica strutturale da parte di tecnico incaricato dall'Appaltatore che predisporrà progetto di variante o modifica corredato di relazione tecnica e calcoli statici, da sottoporre ad approvazione di DOS.

Verranno quindi poste in opera le piastre o gli apparecchi di appoggio nel numero, spessore e dimensioni prescritti dal progetto ed approvati da DOS.

Le sequenze di montaggio dovranno rispettare il progetto costruttivo di officina redatto dall'Appaltatore e comunque dovranno essere concordate fra la Direzione Lavori e l'Appaltatore anche per tener conto delle tempistiche del programma dei lavori.

La logica operativa di montaggio (pre-assiemaggi, impiego di adeguate attrezzature) sarà prestabilita da APP e discussa con DOS prima dell'inizio dei lavori.

Tutte le operazioni provvisorie per poter effettuare il montaggio, saranno a carico di APP, sia come preventiva progettazione e calcolazione che come fornitura e sia per quanto occorra per trasporto, sollevamento, posizionamento, ecc. anche mediante impiego di eventuali autogrù o mezzi speciali, e dovranno essere riportate nel piano di montaggio sopra menzionato.

DOS potrà richiedere ad APP, mediante l'assistenza di tecnico topografo, verifica del tracciamento generale delle strutture, delle dimensioni e degli interassi delle strutture e del controllo degli assi verticali.

Ad ogni richiesta di DOS per il controllo sulla rispondenza dei profilati, piatti e bulloni al progetto ed alle regole tecniche APP, oltre ad averne consegnata copia a DOS, dovrà far visionare la bolla di consegna di materiale

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

in cantiere, la marchiatura del materiale in cantiere, il registro e dei verbali di controllo di stabilimento, la lista di rintracciabilità.

4.16 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

I controlli di accettazione in cantiere saranno eseguiti a cura di DOS con l'assistenza di APP, in conformità alla norma DM 17/01/2018.

DOS potrà richiedere il prelievo in cantiere (o in stabilimento) di campioni di acciaio per eseguire le prove richieste dalla normativa vigente, ed in particolare:

- analisi chimica su campione di acciaio;
- prova a rottura di campione di acciaio;
- prova di resilienza su campione di acciaio;
- prove su campioni di composti saldati.

Inoltre la D.L. potrà richiedere in cantiere (o in stabilimento) per le opere di saldatura o bullonature (oltre all'assistenza di tecnico operante per l'Istituto Italiano della Saldatura o ente analogo) le seguenti prove o documentazioni:

- verifica idoneità operatori impegnati nelle attività di saldatura;
- controllo con ultrasuoni di saldatura;
- controllo magnetoscopico di saldatura;
- controllo radiografico di saldatura;
- esame di saldatura con liquidi penetranti;
- acquisizione di verifiche e controlli eseguiti da ente di controllo su saldature;
- prelievo di campione con saldatura;
- prova a rottura di campione con saldatura.

5 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

5.1 NORME DI RIFERIMENTO

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN ISO 14713:2010 – “Rivestimenti di zinco - linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture in acciaio e di materiali ferrosi”;

UNI EN ISO 1461:2009 – “Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti ferrosi e articoli di acciaio- specificazione e metodi di prova”;

UNI EN 12329 – “Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio”;

UNI EN 12330 – “Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio”;

UNI EN 12487 – “Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio”;

UNI EN 12540 – “Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo”;

UNI EN 1403 – “Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali”;

UNI EN ISO 12944-1 – “Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale”;

UNI EN ISO 12944-2 – “Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti”;

UNI EN ISO 12944-3 – “Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione”;

UNI EN ISO 12944-4 – “Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione”;

UNI EN ISO 12944-6 – “Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni”;

UNI EN ISO 12944-7 – “Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura”.

5.2 GENERALITA'

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, sono adeguatamente protetti dai processi di corrosione tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Per la protezione dalla corrosione si individuano i seguenti trattamenti:

Preparazione delle superfici

Consistono nel decapaggio, pulizia a fuoco, spazzolatura, sabbiatura.

Ricoprimenti di protezione dalla corrosione

Il ricoprimento di protezione può essere ottenuto per:

- zincatura a caldo per via chimica quali i rivestimenti metallici galvanici, rivestimenti chimici quali la fosfatazione o l'ossidazione anodica, aggiunta di elementi speciali o aumento della purezza; la zincatura a caldo non è compatibile con la presenza di cloruri nell'ambiente; la zincatura a caldo è idonea alla protezione di profili a sezione chiusa o incorporati nei getti di calcestruzzo; la zincatura a caldo è compatibile con la vernice intumescente previo trattamenti di pulizia e di aggrappo.
- zincatura inorganica a freddo quali le pitturazioni a pennello con vernici a base di piombo e zinco o fosfato o cromato di zinco; la zincatura inorganica a freddo può essere prevista anche per gli acciai con resistenza alla

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5); la pitturazione non è possibile applicarla sulla superficie interna di un profilo a sezione chiusa, a meno che le sue estremità siano ermeticamente sigillate (in alternativa occorre prevedere adeguati sovrasspessori); la zincatura inorganica a freddo non è idonea a proteggere i profili incorporati nei getti di calcestruzzo; la zincatura inorganica a freddo non è compatibile con la vernice intumescente perché lascia la superficie con caratteristiche di eccessiva untuosità per consentirne l'aggrappo.

- zincatura epossidica bicomponente con primer zincante epox bicomponente, e successivo intermedio epox bicomponente; il primer zincante epox bicomponente è compatibile con la vernice intumescente, senza necessità di applicare lo strato intermedio.

Nei trattamenti di protezione sono particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Ricoprimento di finitura

Il ricoprimento intermedio e di finitura sono ottenuti mediante pitturazione a pennello o a spruzzo di prodotti vernicianti da realizzare con colori diversi per la verifica visiva dell'avvenuta copertura.

Tutte le finiture e le preparazioni superficiali devono essere eseguite secondo la UNI EN ISO 12944-98, se non esplicitato diversamente nel presente capitolato.

5.2.1 CONDIZIONI AMBIENTALI

L'ambiente atmosferico da considerarsi in riferimento alla protezione alla corrosione è (secondo la UNI EN ISO 12944-2):

Classe di corrosività atmosferica C3 (media)

5.2.2 DURABILITA'

Il livello di durabilità richiesto è, secondo la ISO 12944-5 e UNI EN ISO 12944-1:

Durabilità: alta (H) più di 15 anni
--

5.2.3 SISTEMA DI VERNICIATURA

prospetto A.3 Sistemi di verniciatura per la classe di corrosività C3

Sistema di verniciatura N°	Gradi di preparazione della superficie ¹⁾		Strato/i di fondo				Strato/i di finitura compresi lo/i strato/i intermedio/i				Sistema di verniciatura		Durabilità attesa (vedere 5.5 e ISO 12944-1)				
	St 2	Sa 2½	Legante ⁸⁾	Tipo di primer ²⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Legante ⁸⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Numero di strati	NDFT totale ³⁾ µm	Bassa	Media	Alta			
S3.01	x		AK	Misc.	2	80	AK	1	40	3	120						
S3.02		x			1-2	80		1	40	2-3	120						
S3.03	x				2	80		1-2	80	3-4	160						
S3.04		x			1-2	80		1-2	80	2-4	160						
S3.05	x				1-2	80		2-3	120	3-5	200						
S3.06		x			1-2	80		2-3	120	3-5	200						
S3.07		x			AY, CR, PVC ⁴⁾	1-2	80	2-3	120	3-5	200						
S3.08		x					1-2	80	2-3	160	3-5	240					
S3.09		x			BIT ⁴⁾	1-2	80	2	160	3-4	240						
S3.10		x					2	160	3-4	240							
S3.11	x		AY, CR, PVC	1-2			80	1-2	80	3-4	160						
S3.12		x					1-2	80	1-2	80	2-4	160					
S3.13		x			1-2	80	2-3	120	3-5	200							
S3.14		x			1-2	80	2-3	160	3-5	240							
S3.15		x	EP		1	160	AY	1	40	2	200						
S3.16		x			1-2	80		EP, PUR ⁴⁾	1	40	2-3	120					
S3.17		x			1-2	80	1-2		80	2-4	160						
S3.18		x			1-2	80	2-3		120	3-5	200						
S3.19		x			1-2	80	2-3	160	3-5	240							
S3.20		x	EP, PUR	Zn (R)	1-2	80	-	-	-	1-2	80						
S3.21		x			1	40	EP, PUR ⁴⁾	1-2	120	2-3	160						
S3.22		x	EP, PUR ⁴⁾		1	40		2-3	160	3-4	200						
S3.23		x			1	40	AY, CR, PVC	1-2	120	2-3	160						
S3.24		x			1	40		2-3	160	3-4	200						
S3.25		x			EP, PUR ⁴⁾		1	80	-	-	-	1	80				
S3.26		x	1	80			AY, CR, PVC	1-2	80	2-3	160						
S3.27		x	1	80				2-3	120	3-4	200						
S3.28		x	EP, PUR ⁴⁾				1	80	1-2	80	2-3	160					
S3.29		x			1	80	2-3	120	3-4	200							
Leganti per lo/i strato/i di fondo			Pitture (liquide)			Leganti per lo/i strato/i di finitura					Pitture (liquide)						
			N° dei componenti								N° dei componenti						
			Prodotti all'acqua possibili								Prodotti all'acqua possibili						
			Mono-componente			Bicomponente						Mono-componente			Bicomponente		
AK = Alchidico			x						x			AK = Alchidico			x		
CR = Clorocaucciù			x									x					

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

Sistema di verniciatura N°	Gradi di preparazione della superficie ¹⁾		Strato/i di fondo				Strato/i di finitura compreso/i lo/i strato/i intermedio/i			Sistema di verniciatura		Durabilità attesa (vedere 5.5 e ISO 12944-1)		
	St 2	Sa 2½	Legante ³⁾	Tipo di primer ²⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Legante ³⁾	Numero di strati	NDFT ³⁾ µm	Numero di strati	NDFT totale ³⁾ µm	Bassa	Media	Alta
PVC = Polivinil cloruro				x			PVC = Polivinil cloruro					x		
AY = Acrilico				x		x	AY = Acrilico					x		x
EP = Epossidico					x	x	EP = Epossidico						x	x
ESI = Silicato di etile					x		PUR = Poliuretano					x	x	
PUR = Poliuretano				x			BIT = Bitume					x		

1) Per St 2, il grado di riferimento è il grado di arrugginimento C come definito nella ISO 8501-1. Per Sa 2½, il grado di riferimento è il grado di arrugginimento A, B o C, come definito nella ISO 8501-1.
2) Zn (R) = fondo zincante, vedere 5.2, Misc = Diversi tipi di pigmenti anticorrosivi.
3) NDFT = Spessore nominale del film secco. Vedere 5.4 per ulteriori dettagli.
4) Si raccomanda di verificare la compatibilità con il produttore della pittura.
5) Se sono richiesti ritenzione di colore e brillantezza, l'ultimo strato dovrebbe essere basato su PUR alifatico.
6) E' anche possibile lavorare con un NDFT di 80 µm, purché il fondo zincante EP o PUR sia idoneo per questo NDFT. In questo caso il NDFT del sistema completo di verniciatura può essere regolato con gli strati successivi.
7) Si raccomanda di utilizzare uno degli strati intermedi come strato di collegamento.
8) Per la spiegazione delle abbreviazioni vedere in fondo al prospetto.

Il sistema di verniciatura selezionato per le strutture metalliche è quello identificato a titolo esemplificativo dal prospetto A.3 della UNI EN ISO 12944-5, che prevede uno strato di fondo che preveda come primer un fondo zincante, un legante epossidico ed uno strato di finitura Epossidico.

La combinazione dei materiali sopracitati secondo il prospetto A.3 della UNI EN ISO 12944-5 permetterebbe di garantire il richiesto livello di durabilità senza necessitare di manutenzione rilevante.

Dopo la fabbricazione della struttura si deve prevedere un trattamento superficiale al fine di garantire un grado di preparazione superficiale di Sa 2 ½.

5.2.4 SISTEMA DI VERNICIATURA PER STRUTTURE TEMPORANEE

Tutte le strutture temporanee devono essere verniciate per garantire un rapido e corretto sviluppo delle tempistiche di cantiere.

5.2.5 ZINCATURA A CALDO

I manufatti metallici per i quali è previsto dovranno essere soggetti al processo di zincatura a caldo secondo il seguente ciclo di lavorazione nel rispetto delle norme EN ISO 1461/99 e CEI 7-6:

- sgrassaggio: per l'eliminazione di eventuali tracce di grasso, vernici e scorie di saldatura che i pezzi possono portarsi dietro dalle precedenti lavorazioni.
- decapaggio e lavaggio: mediante acido cloridrico per eliminare le tracce di ossidi di ferro.
- flussaggio: i manufatti di ferro vengono immersi nella vasca di flussaggio costituita da sale doppio di zinco e ammonio ($ZnCl_2 \cdot NH_4Cl_2 \cdot H_2O$) per eliminare ogni impurità presente sul ferro ed evitare che lo zinco sottostante si ossidi.
- essiccazione e preriscaldamento: in locali idonei a circa 100 °C per eliminare qualsiasi traccia di liquido dai pezzi
- immersione nello zinco fuso: in apposite vasche con zinco fuso, puro al 99,995 % (norma UNI EN ISO 1179) a circa 450°C per un idoneo tempo di immersione. raffreddamento e finitura

Secondo la norma EN ISO 1461/99 a lavorazione ultimata lo strato di zincatura non dovrà essere inferiore allo spessore minimo rapportato alla sezione del manufatto secondo la seguente tabella:

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

Classi di corrosività ed esempi qualitativi di ambienti tipici

Classe di corrosività	Perdita massa (g/mm ²)/spessore (um)				Esempi di ambienti tipici in un clima temperato	
	Acciaio a basso C		Zinco		All'esterno	All'interno
	massa	spess.	massa	spess.		
C1 molto bassa	< 10	< 1,3	< 0,7	< 0,1	-	Edifici riscaldati con atmosfera pulita
C2 bassa	10-200	1,3 -25	0,7-5	0,1-0,7	Ambienti con basso livello di inquinamento	Edifici non riscaldati dove può verificarsi condensa
C3 media	200-400	25 -50	5-15	0,7-2,1	Ambienti con modesto inquinamento	Locali di produzione con alta umidità ed inquinamento
C4 alta	400-650	50 -80	15-30	2,1-4,2	Aree industriali e zone costiere	Impianti chimici, piscine, cantieri costieri
C5-I molto alta	650-1500	80 -200	30-60	4,2-8,4	Aree industriali con umidità e atmosfera aggressiva	Condensa quasi permanente e inquinamento
C5-M marina	650-1500	80 -200	30-60	4,2-8,4	Zone costiere e offshore con alta salinità	Condensa permanente e alto inquinamento

EN ISO 12944 parte 1+8: 2002, Pitture e vernici. Protezione della corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura.

5.3 PREPARAZIONE SUPERFICIALE**5.3.1 REQUISITI GENERALI**

Per tutti gli elementi in acciaio per i quali si prevede un ciclo completo di protezione mediante pitturazione con vernici, la preparazione del supporto metallico è eseguita da APP mediante sabbiatura, o spazzolatura meccanica, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia, è tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura ed è approvato da DOS. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

L'operazione preparatoria delle superfici avviene mediante pulizia a getto con sabbia silicea o graniglia di acciaio spigolosa o lappa. Prima di iniziare le operazioni viene verificata l'assenza di spigoli vivi per poi procedere con idonei sistemi all'eliminazione completa di eventuali sostanze estranee nocive alla pitturazione presenti sulla superficie da trattare quali: olio, grasso, composti per taglio, residui di saldatura ed altri contaminanti e tracce di acqua, umidità e polvere.

Durante l'operazione di sabbiatura si impiegano adeguati separatori per assicurare che l'aria compressa sia priva di acqua ed olio; i separatori sono regolarmente spurgati. La verifica della qualità dell'aria sarà effettuata soffiando aria per due minuti su un foglio di carta bianca; non si dovranno rilevare tracce di contaminazione da oli, grassi e umidità.

Non è ammesso il riciclo della sabbia silicea.

Non si dovranno effettuare operazioni di sabbiatura quando la temperatura delle superfici metalliche sarà minore di 3°C sopra al punto di rugiada.

Le superfici soggette a sabbiatura devono rispettare i requisiti imposti dalla UNI EN ISO 8501-1.

Il grado di preparazione della superficie richiesto, se non esplicitato diversamente in casi particolari è:

Grado di preparazione della superficie: Sa 2½

Per quanto riguarda il controllo visivo delle condizioni iniziali delle superfici grezze da pitturare e del grado di pulizia ottenuto si fa riferimento agli standard fotografici svedesi (Svensk Standard SIS 05 59 00 1067 della Sveriges Standardiseringskommission). Per quanto non dettagliatamente specificato si fa riferimento alle norme dello Steel Structures Painting Council. Per tutte le strutture metalliche si prevede un grado di sabbiatura SA 2.5 secondo gli Standard Svedesi.

La preparazione del substrato deve essere fatta secondo la UNI EN ISO 8503. La rugosità deve essere misurata dal comparatore del profilo della superficie dettagliano nella UNI EN ISO 8503-2.

Il limite di rugosità è la seguente: minimo di 35 µm d'incisione e mediamente intorno a 50 µm.

Surface profile grade required: **Medium**

5.3.2 VERNICI

Tutte le vernici devono essere consegnate in container sigillati da parte del produttore. Il nome del produttore, il colore, il tipo di vernice, il numero di partita, le informazioni per il deposito del materiale e tutti gli appositi simboli di sicurezza devono essere chiaramente visibili su ciascun container. La marcatura sul container dovrà chiaramente identificare il metodo di applicazione della vernice.

Tutte le vernici devono essere stoccate al chiuso, ad una temperatura non inferiore a 4°C e non superiore a 30°C e devono essere disposte in maniera tale che ciascuna partita possa essere prelevata per l'uso in ordine di consegna (procedura FIFO).

Deve essere previsto uno stoccaggio separato per i solventi per la pulizia, che verranno utilizzati per pulire gli strumenti per la vernice spray, i pennelli ecc. Questi non devono essere stoccati assieme alle vernici o dove la vernice venga preparata per l'applicazione.

Le vernici che presentino un periodo limite di stoccaggio breve esplicitato dalla scheda tecnica del produttore, non possono essere utilizzati dopo tale periodo.

I materiali infiammabili devono essere stoccati secondo regole idonee.

Le schede tecniche con i relativi parametri di sicurezza devono essere consegnate con le relative vernici. Tali documenti devono presentare le seguenti informazioni:

- Nome del produttore;
- Colore;
- Preparazione superficiale raccomandata;
- Spessore dello strato bagnato e dello strato asciutto suggeriti;
- Tempo di asciugatura della superficie;
- Tempo minimo e massimo di ri-verniciatura;
- Metodo di applicazione consigliato;
- Composizione della vernice;
- Proprietà fisiche;
- Coefficienti di sicurezza, limite minimo di esplosione e valori limite per miscele a vapore o spray;
- Precauzioni di sicurezza;
- Primo soccorso in caso di inalazione, ingestione, schizzi sulla pelle o negli occhi;
- Requisiti di ventilazione;
- Requisiti di stoccaggio;
- Procedure per versamento;
- Precauzioni antincendio.

5.3.3 ABRASIVI

Devono essere eseguite prove sperimentali su abrasivi con diverse dimensioni per determinare quali diano il richiesto profilo superficiale.

La dimensione dell'abrasivo così determinata deve essere utilizzata per tutte le successive sabbiature. La conduttività dell'abrasivo deve essere regolarmente controllata. Una conduttività inferiore a 200 mSiemens/m garantisce l'assenza di sali disciolti nell'abrasivo stesso.

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

Devono essere utilizzati abrasivi granulari metallici (graniglia di acciaio); per unità di sabbiatura portatili, l'uso di abrasivi non-metallici è consentito limitatamente ad applicazioni in cantiere per riparazioni locali.

5.3.4 PULITURA AD ACQUA DELL'ACCIAIO

Tutti gli equipaggiamenti elettrici devono essere adeguatamente protetti dall'acqua. Tale operazione deve essere eseguita in modo tale da non danneggiare le altre parti della struttura.

La superficie finale deve essere pulita risciacquandola con acqua. Questa pulizia deve essere abbinata a spazzolatura, qualora fosse necessaria per poter rimuovere ogni residuo.

L'eventuale formazione di ruggine sulle superfici bagnate deve essere rimossa con una spazzolatura a secco della superficie prima della verniciatura.

5.3.5 PREPARAZIONE DI SUPERFICI VERNICIATE SOGGETTE A CORROSIONE O ROTTURE

Le aree soggette a corrosione e le aree limitrofe ad esse devono essere riparate con utensili di abrasione meccanica.

Se dovesse essere utilizzata la sabbiatura, l'area di verniciatura adiacente deve essere testata per adesione per assicurare che la sua tenuta non sia stata intaccata.

Le aree soggette a sabbiatura devono essere preparate con un grado di Sa 2 ½ secondo la UNI EN ISO 8501; tale area deve estendersi 50 mm all'interno delle superfici adiacenti, mentre i successivi strati di verniciatura devono sovrapporsi alle aree adiacenti di 25mm.

5.3.6 STESURA DEL PRIMER

Le superfici degli elementi in acciai, dopo il completamento della fase di sabbiatura, devono essere pulite per assicurare che tutto il materiale di risulta venga rimosso.

Le superfici di acciaio devono essere asciugate prima dell'applicazione del primer.

È necessario rimuovere olii o residui di grasso dalla superficie degli elementi in acciaio che siano già state soggette a sabbiatura e ripetere il processo di sabbiatura.

Sulle superfici preparate deve poi essere steso il primer definito, prima che vi sia qualche segno di deteriorazione della superficie stessa.

Prima dell'applicazione di successivi strati di verniciatura è necessario che il primer sia completamente asciutto. Le condizioni dell'asciugatura del primer devono essere in linea con quanto previsto dal produttore del primer.

5.4 PROTEZIONE ANTI-CORROSIONE DEI BULLONI

Tutte le superfici e i bulloni presenti in un'unione bullonata devono essere trattati superficialmente per la protezione alla corrosione dopo il processo di serraggio. I seguenti trattamenti superficiali devono essere applicati:

- Sgrassatura del giunto con appropriati solventi e strumenti;
- Applicazione del primer;
- Applicazione del sistema di verniciatura selezionato.

5.5 GIUNTI SALDATI IN CANTIERE

La verniciatura degli elementi che devono essere saldati in cantiere deve essere applicata ad una distanza di 80 mm dal giunto e successivamente la verniciatura deve essere arretrata a step di 5 mm.

Le saldature e le superfici saldate devono essere trattate superficialmente secondo il sistema di verniciatura previsto per le superfici adiacenti a cui viene aggiunto uno strato extra di primer.

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

Prima della verniciatura, tutte le saldature devono essere pulite per ottenere le stesse condizioni specificate precedentemente. Se il processo di saldatura rilascia depositi alcalini, le saldature devono essere pulite con acqua.

I lembi da saldare vengono ricoperti con adatta protezione (nastratura) per evitare il danneggiamento durante l'eventuale sabbatura e successivamente togliere la protezione pulendo eventuali tracce di prodotti adesivi. In caso di applicazione in officina dell'inibitore antiruggine, questa operazione è eseguita sui lembi da saldare per una fascia di circa 50 mm. dopo l'operazione di cianfrinatura. La superficie trattata è comunque di tipo saldabile.

Qualora in Officina venga applicata anche una mano di verniciatura, oltre al primer, si dovrà provvedere a proteggere con nastro tutte le superfici su cui sia previsto di dover eseguire giunzioni saldate. Ad esempio: fazzoletti per diagonali verticali, zone di saldatura calastrelli, incroci di travi secondarie o controventi orizzontali, montanti, ecc.

5.6 SUPERFICI DI CONTATTO TRA ACCIAIO E CALCESTRUZZO

Questo paragrafo non è applicabile ai tirafondi, ma si applica a tutte le strutture in acciaio che vengono in contatto con calcestruzzo gettato in opera.

Queste parti di struttura devono essere trattate solamente con lo strato protettivo dato dal primer. Il primer e tutte le parti in contatto con il calcestruzzo non devono essere prodotti soggetti a saponificazione.

5.7 GESTIONE DEI MATERIALI PER LA VERNICIATURA

5.7.1 TRASPORTO

Ove fornite, devono essere utilizzate le apposite alette di sollevamento o manici per le operazioni di maneggiamento. Dove non previste le alette di sollevamento, devono essere utilizzate fasce di nylon o catene protette con gomma. Durante il trasporto, le vernici liquide devono essere adeguatamente sigillate entro appositi contenitori.

5.7.2 DEPOSITO

Devono essere utilizzati degli imballaggi lignei per evitare il contatto tra le superfici verniciate depositate e il pavimento. Gli elementi verniciati impilati devono:

- Essere impilati in modo tale che non vi sia acqua stagnante;
- La superficie inferiore deve essere sollevata da terra e deve trovarsi ad una quota più alta rispetto al livello di pioggia.

Le dimensioni degli imballaggi devono essere sufficientemente grandi da evitare danni della finitura superficiale, considerando il peso proprio della pila complessiva. Il numero e la posizione degli imballaggi devono essere tali da evitare qualsiasi distorsione degli elementi verniciati.

5.8 APPLICAZIONE

5.8.1 SEQUENZA DI APPLICAZIONE

La verniciatura deve essere eseguita il più rapidamente possibile, come previsto dal programma dei lavori. La protezione delle strutture in acciaio dalla corrosione mediante pitturazione dovrà avvenire con cicli di verniciatura formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati bicomponenti le cui caratteristiche sono indicate nel seguito. Il ciclo di protezione e finitura prevede le seguenti operazioni indicate nel paragrafo 6.2.3 e gli spessori dei trattamenti saranno definiti in relazione ai profili e alla durabilità richiesta (almeno 15 anni) secondo la norma ISO 12944-2

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI 3351, sono sottoposti ordinatamente a:

- Trattamento di invecchiamento artificiale: (UNI 4261-66; UNI ISO 9227);
- Controllo ingiallimento: secondo norma DIN 53230;
- Il prodotto di finitura è non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato);
- Controllo Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53210);
- Controllo adesione (DIN 53151);
- Controllo spessore films secchi;
- Controllo resistenza all'abrasione;
- Si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 daN. Il valore espresso come perdita in peso è inferiore a 10 milligrammi;
- Controllo brillantezza;
- Controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%;
- Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino 4 mm;
- Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

APP dovrà preventivamente inviare presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- Campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0.5 kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non è pigmentato);
- Schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:
 - o Caratteristiche di composizione: foglio A;
 - o Caratteristiche di applicazione: foglio B.

5.8.2 MODALITA' DI IMPIEGO DEI PRODOTTI VERNICIANTI

Il colore di finitura sarà indicato dalla DL; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto sono, nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

DOS potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali. Tali spettri sono uguali a quelli ricavati dai campioni.

I materiali dovranno pervenire sul luogo di impiego in recipienti originali chiusi, recenti leggibile il nome della ditta produttrice, la marca e la quantità del prodotto.

I recipienti sono immagazzinati in ambienti idonei, evitando locali a temperatura inferiore a 10°C e quelli in cui l'escursione della temperatura sia tale da compromettere la buona conservazione dei materiali stessi.

Le vernici dovranno essere preparate e applicate in accordo con quanto previsto dalle linee guida del produttore. Esse dovranno essere mescolate accuratamente prima dell'applicazione. Se si dovesse presentare la decantazione del pigmento, questo dovrà essere ri-disperso con un agitatore di polveri per creare una vernice uniforme.

Ogni mano di vernice è applicata uniformemente sull'intera superficie evitando la formazione di gocciolature, grinze, screpolature ecc., che nei casi si formassero sono spazzolate via e la superficie riverniciata.

Prima dell'applicazione della mano a finire sono effettuate tutte le necessarie operazioni di pulizia al fine di eliminare ogni e qualsiasi sostanza contaminante nociva alla successiva pitturazione; in particolare la pulizia dovrà riguardare anche l'asportazione di conglomerati, bitumi, asfalti, coibenti e materiali vari di risulta.

I colori delle verniciature e delle protezioni saranno scelti nell'ambito delle tonalità della serie RAL.

Tutti i cicli di pitturazione (di protezione o finitura) e le verniciature sono fatte in stagione favorevole, evitando il tempo umido e temperature eccessivamente elevate.

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

All'atto dell'applicazione le superfici da pitturare o da verniciare devono presentarsi prive di ogni traccia di materiale depositato durante le operazioni di preparazione del supporto.

Qualora le vernici venissero applicati con pennello, questo deve trovarsi in buone condizioni e dovrà essere del tipo e della dimensione corretta in base al tipo di vernice e alla superficie che debba essere verniciata.

Le vernici che presentino una consistenza tale da poter essere applicate con spray, non devono essere applicate non il pennello, fatta eccezione per piccole aree, superfici non accessibili per la pistola spray o per bordi a taglio vivo.

La procedura e gli strumenti necessari per l'applicazione spray devono essere in linea con quanto necessario per il materiale soggetto a trattamento superficiale, secondo quanto specificato dal produttore.

La pistola per l'applicazione della verniciatura spray deve essere mantenuta ortogonale alla superficie su cui dovrà essere applicata la vernice e ad una distanza da evitare un accumulo della stessa.

Condizioni ambientali

Se non diversamente specificato non deve essere applicata alcuna verniciatura in tali condizioni ambientali:

- La temperatura dell'acciaio è al di sotto di 3°C;
- La temperatura dell'aria è al di sotto di 7°C;
- L'umidità relativa supera l'85% oppure il limite imposto dal produttore;
- La temperatura dell'acciaio durante l'applicazione è al di sotto di 10°C o al di sopra di 30°C. In quest'ultimo caso, in particolare, dovranno essere utilizzati dei particolari agenti per le alte temperature, previa conferma da parte della committenza

Maggiori dettagli circa le condizioni ambientali necessarie devono essere ottenuti direttamente dalle specifiche tecniche del produttore della vernice utilizzata.

Devono essere redatti dei report giornalieri che esplicitino le condizioni atmosferiche, comprese la temperatura, l'umidità e le fluttuazioni in queste condizioni che possono influenzare il trattamento di finitura. Il punto di rugiada deve essere misurato ogni 3 ore e paragonato alla temperatura dell'acciaio.

5.8.3 RITOCCHI

Dopo il montaggio in opera per la protezione di tutti i giunti e per ripristinare tutte le parti verniciate, danneggiate da saldature, escoriazioni o altro, anche se causati da terzi, sono effettuati, i necessari ritocchi, secondo le seguenti modalità:

- spazzolatura al grado ST 3;
- applicazione a pannello o spruzzo di 1 mano di mastice epossidico alluminato, allo spessore secco di $60 \div 70$ micron;
- applicazione mano intermedia e finitura come da ciclo scelto.

Analogamente sono trattate tutte le parti eventualmente montate grezze quali piastre, fazzoletti, bulloni test di dado, tiranti o altro.

5.9 CONTROLLI E TOLLERANZE

Prima dell'inizio dei lavori è sottoposta alla DL per approvazione la procedura di controllo della qualità e fac-simile delle schede di controllo e di non conformità.

Su richiesta di DOS viene convocato all'inizio dei lavori, e successivamente a intervalli regolari, un tecnico del fornitore

dei prodotti, per l'ispezione dei lavori e dei risultati.

La procedura di controllo, prevedrà almeno quanto descritto nel seguito:

- la verifica della qualità dell'aria compressa è effettuata almeno due volte al giorno e comunque ogni qualvolta la linea di alimentazione viene messa in funzione;

Capitolato speciale d'appalto delle strutture

- la registrazione della temperatura delle superficie dell'aria, del punto di rugiada, dell'umidità relativa e delle condizioni metereologiche, sono effettuate prima di ogni turno di lavoro o durante l'esecuzione, se le condizioni variano;
- il controllo del profilo e dell'aspetto delle superfici sabbiato è effettuato prima dell'applicazione del primer, ogni 20 m² vanno eseguiti due controlli con rugosimetro o con placchette di confronto tipo Rugotest o altro strumento calibrato prima dell'impiego;
- alla registrazione della apertura dei contenitori dei prodotti vernicianti, deve seguire la verifica del loro stato di conservazione e della loro utilizzazione entro i tempi prescritti;
- il controllo degli spessori del film secco di ogni singola mano è effettuato con idonei strumenti magnetici o elettromagnetici, opportunamente tarati secondo le istruzioni del fabbricante ogni giorno o quando cambi il "range" dello spessore dei rivestimenti; tutte le operazioni di controllo verranno eseguite dall'applicatore con proprio personale ed apparecchiature;
- durante il controllo degli spessori viene verificato che non ci siano lacerazioni disuniformità del film; verranno scelti almeno 2 punti per ogni 15 m² di superfici verniciati: su questi punti saranno effettuate 5 misurazioni, si scarteranno, come inaffidabili, i valori estremi, sui rimanenti 3 si computerà la media aritmetica che sarà considerata come il valore del punto; la media aritmetica dei punti sarà quindi il valore di spessore, del manufatto, da confrontare con i valori di capitolato; sugli spessori prescritti, per ogni singola mano, è ammessa una tolleranza del 10% in relazione ad una garanzia di 10 anni grado RE3. in caso di contestazione verranno applicate le norme SSPC-n. PA- 2-73 T;
- il controllo della aderenza sulla mano di Primer zincante è effettuata non prima di due settimane dall'applicazione (Norme SSPC n. 20 Par. 5.6) mediante il metodo della quadrettatura; allo scopo verrà utilizzato un coltello con 6 taglienti distanziati fra loro di 2 mm.: è accettabile un distacco massimo pari al 5% del numero totale dei quadretti (Norma DIN 53151 Grado GT1 - ASTM 3359 met B Grado 4B);
- il controllo della aderenza fra gli strati di finitura è effettuato in riferimento alle Norme ASTM D 3359 MET A Grado A.
- Le non conformità rilevate dai controlli andranno evidenziate su apposita scheda con la descrizione delle azioni da intraprendere, e sottoposte alla DOS per approvazione.

5.10 GARANZIE

Viene garantita la condizione Re 3 della "Scala Europea dei gradi di arrugginimento per pitture anticorrosive" per tutto il periodo di garanzia previsto.

Per effetto di detta garanzia, durante i suddetti periodi saranno riparate o rifatte, senza nessun costo aggiuntivo per COMM, quelle parti che risultassero non eseguite a perfetta regola d'arte o avariate (per difetto di preparazione delle superfici, di applicazione delle pitture o di insufficiente resistenza di queste agli agenti atmosferici mostrando stacchi, crepe, bolle o affioramenti di ruggine).

6 TOLLERANZE ESECUTIVE

I manufatti avranno sezioni trasversali minime finite del tipo e delle dimensioni indicate nei disegni allegati, senza alcuna tolleranza esecutiva, in diminuzione, rispetto alla sagoma interna.

Saranno a carico dell'Appaltatore tutti quei provvedimenti (maggiori armature, demolizioni, slarghi, ricostruzioni, ecc.) che ad insindacabile giudizio della DL si rendessero necessari per ovviare alla mancata osservanza in sede costruttiva di quanto descritto al presente paragrafo.

Inoltre resta inteso che nessun compenso sarà riconosciuto all'Appaltatore per le maggiori sezioni e/o maggiori spessori che questi ritenesse opportuno adottare per garantire l'osservanza delle precedenti prescrizioni, o comunque riferibili alle modalità esecutive.

Per tolleranze esecutive non esplicitate nei progetti esecutivi o nei progetti di dettaglio si faccia riferimento alle normative UNI EN 13670:2010 per le strutture in c.a. in opera e prefabbricato e UNI EN 1090 per strutture in acciaio.

7 PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

Durante tutte le lavorazioni in cantiere, prima e dopo la costruzione della struttura, è necessario avere particolare cura in riferimento alla sicurezza per la salute e l'ambiente. Per ridurre il rischio di avere incidente e quindi ripercussioni su tali aspetti fondamentali, devono essere rispettati alcuni principi basilari:

- Seguire le richieste delle autorità locali;
- Usare personale qualificato;
- Applicare tutte le istruzioni rilevanti e le schede tecniche e di sicurezza dei prodotti e dei macchinari utilizzati, per evitare incendi, esplosioni o altri incidenti.
- Prevedere la gestione di eventuali sprechi.

Devono prendersi speciali precauzioni per la sabbiatura e la verniciatura in sito. Sabbiatura e verniciatura devono essere fatte in ambienti adeguatamente illuminati e ventilati. Tutto il materiale di risulta, compresi sabbia, vernice, acqua di risulta, ecc. devono essere raccolte in maniera adeguata e eliminate.