

Provincia di Reggio Emilia
Comune di Reggio Emilia

PROGETTO DEFINITIVO – “PONTE DI COLLEGAMENTO STRADALE TRA L’AREA OPERATIVA DELL’AEROPORTO DI REGGIO EMILIA E LA PUBBLICA VIA P. MARELLI”



ELABORATO R.14 – DISCIPLINARE DESCRITTIVO

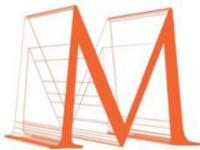
Committente:

AEROPORTO DI REGGIO EMILIA S.P.A.
VIA DELL’AERONAUTICA 15
42124 REGGIO EMILIA
CF: 80026270357 - P. IVA: 00904460359
tel: 0522 920464

Sito intervento:

Via Pietro Montagnani Marelli - 42122 Reggio Emilia RE

Ingegneria strutturale:



MAIN
ENGINEERING

ING. SALVATORE VERA

MAIN ENGINEERING s.r.l.

Via Carlo Levi, 10

42124 Reggio Emilia

Tel e Fax 0522-506337

info@mainengineering.eu

mainengineering@pec.it

Collaboratori tecnici:



Ing. Fabio Emmolo

Data	Revisione – note	emesso	controllato
10-01-20	Rev.0	FE	SV

Nr. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI
1	<p>STRUTTURA PONTE: Fornitura trasporto e posa in opera di profilati e piastrame in acciaio tipo S355J2, tagliati forati e saldati in officina secondo i disegni, le quantità e le qualità fornite dalla DL, inclusi bulloni ed ogni altro onere per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte. Profili HEA, HEB, IPE, L, tubolari quadri e piastrame per connessioni in acciaio tipo S555J2 o superiore UNI EN 10025-1:2005 tagliati con procedimento laser o equivalente e forati con driller secondo i disegni forniti dalla Direzione lavori, saldati ove necessario con procedura ad elettrodi tipo E44 cl 4B (UNI 5132) o equivalenti e protetti dalla corrosione con zincatura a caldo, secondo UNI EN ISO 1461:1999, posti in opera a qualsiasi altezza secondo i disegni esecutivi. Bulloni standard di varie dimensioni e diametri realizzati con acciaio ad alta resistenza classe 10.9 completi di dado classe 10 e rondella, serrati in opera con le coppie di serraggio tipiche per i diametri considerati e posti in opera a qualsiasi altezza secondo i disegni esecutivi. La struttura in acciaio del ponte è costituita da due travi parete formate da un profilo superiore e da uno inferiore collegati da un'anima verticale in lamiera e con profili montanti verticali, collegate da traversi inferiori, aventi funzione di sostegno per la lamiera d'impalcato, realizzata in conci ed irrigidita inferiormente con profili a U saldati. La struttura suddivisa in macro elementi da collegare tra di loro tramite bullonatura, deve essere assemblato interamente, ad eccezione dei suddetti conci d'impalcato, prima di essere sollevato per il posizionamento in opera sulle due spalle in CA. I conci d'impalcato verranno posizionati ed imbullonati alla struttura principale dopo il suo posizionamento in opera, su appoggi provvisori, e solo dopo il completamento del montaggio dell'impalcato si procederà al getto dei baggioli e all'inghisaggio degli isolatori sismici</p>
2	<p>STRUTTURA BARRIERE LATERALI ESTERNE: Fornitura trasporto e posa in opera di profilati e piastrame in acciaio tipo S235JR, tagliati forati e saldati in officina secondo i disegni, le quantità e le qualità fornite dalla DL, inclusi bulloni ed ogni altro onere per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte. Profili tubolari tondi e piastrame per connessioni in acciaio tipo S235JR o superiore UNI EN 10025-1:2005 tagliati con procedimento laser o equivalente e forati con driller secondo i disegni forniti dalla Direzione lavori, saldati ove necessario con procedura ad elettrodi tipo E44 cl 4B (UNI 5132) o equivalenti e protetti dalla corrosione con zincatura a caldo, secondo UNI EN ISO 1461:1999, posti in opera a qualsiasi altezza secondo i disegni esecutivi. Tasselli meccanici HILTI o equivalenti con caratteristiche dichiarate dal produttore, serrati in opera con le coppie di serraggio tipiche da manuale e posti in opera a qualsiasi altezza secondo i disegni esecutivi. La struttura in acciaio dei parapetti è composta da montanti, in tubolare tondo rastremato all'estremità, disposti a passo regolare e saldati in sommità tra di loro ed alla base ad una piastra in acciaio sagomata e tassellata sulle parti superiori dei muretti di contorno dell'accesso al ponte.</p>
3	<p>LAMIERE MICROFORATE E NON PER TRAVI PARETE: Fornitura trasporto e posa in opera di lamiere in acciaio tipo S235JR microforate e non, tagliate, forate e saldate in officina secondo i disegni, le quantità e le qualità fornite dalla DL, inclusi bulloni ed ogni altro onere per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte. Le lamiere devono essere sagomate intorno ai profili superiori delle travi parete e scendere in verticale fino al piano di calpestio fissandosi con viti autoperforanti ai profili di sostegno alleggeriti verticali in modo da fungere da protezione visiva. La microforatura deve essere posizionata dalla parte sottostante il profilo superiore fino all'estremità inferiore lasciando invece piena la parte di contorno della trave di sommità.</p>
4	<p>ISOLATORI SISMICI: Fornitura trasporto e posa in opera di isolatori elastomerici Serie SI della FIP industriale o equivalenti completi di piastre di fissaggio. Gli isolatori vanno fissati alla spalla del ponte con bulloni, realizzati con acciaio ad alta resistenza classe 8.8 completi di dado Tipo S6 e rondella serrati in opera con le coppie di serraggio tipiche per i diametri considerati, alloggiati preposizionate bussole del tipo HIS della HILTI o equivalenti tassellate chimicamente al CA. Il collegamento alla soprastante struttura in acciaio è assicurato sempre con bulloni della stessa resistenza alla predisposta piastra di connessione assicurandosi di posizionare il cilindro dell'isolatore in posizione pressoché verticale.</p> <p>DISPOSITIVI ISOLATORI ELASTOMERICI I dispositivi isolatori elastomerici sono dispositivi d'appoggio costituiti da strati alterni di elastomero e di acciaio, collegati mediante vulcanizzazione, in modo del tutto simile agli apparecchi d'appoggio elastomerici tradizionali. L'inserimento degli isolatori tra sovra e sottostruttura consente di introdurre nel sistema resistente un elemento di disaccoppiamento del moto e di conseguenza di ottenere un abbattimento delle accelerazioni sismiche trasmesse dal terreno alla struttura. A differenza degli apparecchi d'appoggio tradizionali, i dispositivi isolatori elastomerici devono essere sempre collegati alla sovra e sottostruttura con collegamenti di tipo meccanico. I dispositivi isolatori sono caratterizzati da una ridotta rigidità orizzontale, per garantire il disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura da quello del terreno, da una elevata rigidità verticale, per sostenere i carichi verticali senza cedimenti apprezzabili e, in diversa misura in funzione delle caratteristiche della miscela elastomerica (isolatori a basso o alto smorzamento), da opportune capacità dissipative. Gli isolatori elastomerici sono individuati attraverso le curve caratteristiche forza-spostamento e tramite i parametri di rigidità equivalente K_e e di smorzamento viscoso equivalente ξ_e, come definiti al Par. 9.4.1 all'Allegato 3 della OPCM no 3274. I parametri K_e e ξ_e dei dispositivi reali, valutati in corrispondenza dello spostamento massimo di Progetto d2 del dispositivo, potranno avere variazioni conformi a quelle indicate nel paragrafo citato. La ridotta capacità dissipativa, circoscrive nel caso generale il campo d'azione degli isolatori descritti a zone di bassa e media sismicità. Il loro impiego in zone ad alta sismicità è possibile se combinato con quello di altri tipi di apparecchi, generalmente dispositivi a dissipazione, che riducono ulteriormente le sollecitazioni trasmesse alla struttura, contenendone al contempo gli spostamenti. Inoltre la bassa rigidità orizzontale del dispositivo, che potrebbe causare spostamenti inaccettabili anche in condizioni di esercizio (vento, azioni di frenatura, etc.), limita l'applicazione degli isolatori elastomerici, se utilizzati da soli, a strutture medio-piccole. Per incrementarne la capacità dissipativa, gli isolatori elastomerici possono essere dotati di un nucleo centrale in piombo, che può plasticizzarsi sotto rilevanti azioni orizzontali. Altra prerogativa degli isolatori con nucleo in piombo è quella di essere caratterizzati da una curva forza-spostamento di tipo bilineare con il tratto iniziale molto rigido, aspetto che permette di limitare gli spostamenti anche sotto l'azione di non trascurabili azioni orizzontali d'esercizio.</p> <p>Materiali I materiali impiegati per la realizzazione dei dispositivi, la cui qualità dovrà essere comprovata mediante idonea certificazione, saranno quelli previsti in sede di Progetto. I materiali saranno compatibili con le temperature di esercizio, interne ed esterne, dei dispositivi. Gli acciai, i metalli a base ferrosa, i materiali a contatto delle superfici di scorrimento, le gomme degli isolatori elastomerici ordinari e,</p>

Nr. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI
	<p>in generale, tutti i materiali comuni a quelli previsti per i dispositivi di appoggio strutturale, saranno conformi alle caratteristiche indicate nella UNI EN 1337.</p> <p>Per tutti gli altri materiali previsti nel Progetto dei dispositivi dovranno essere indicate le normative di riferimento. Qualora non esistano normative di riferimento il fornitore dovrà corredare il Progetto con idonea documentazione sperimentale comprovante le caratteristiche del materiale utilizzato.</p> <p>Le superfici attive degli elementi mobili dei dispositivi fluidodinamici saranno in acciaio inossidabile o rivestite in altro metallo (cromo, nichel), a protezione dalla corrosione e dall'usura. I fluidi viscosi utilizzati nei dissipatori fluidodinamici, preferibilmente a base silicica, dovranno risultare non tossici, ininfiammabili, chimicamente inerti e privi di additivi soggetti a deposito.</p> <p>Per tirafondi, bulloneria di ancoraggio e collegamento, etc. sarà impiegato acciaio ad alta resistenza. Le malte, i betoncini e le resine per l'alloggiamento dei dispositivi avranno le caratteristiche indicate nel relativo paragrafo.</p> <p>Prove e criteri di accettazione</p> <p>Le prove di accettazione dei materiali e i criteri di qualifica e accettazione dei dispositivi saranno conformi all'Appendice 10B della OPCM no 3274. Valgono in particolare le indicazioni riportate nel seguito.</p> <p>Prove di accettazione sui materiali</p> <p>Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con le seguenti variazioni ed aggiunte.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le prove di invecchiamento vanno effettuate per 21 giorni a 70°C; la variazione del modulo G deve essere contenuta entro il 20% del valore iniziale. • Il modulo G deve essere determinato anche per una deformazione tangenziale pari a $\pm 100\%$. <p>Prove di qualificazione sui dispositivi</p> <p>Le seguenti prove di qualificazione sui dispositivi, possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili, come definito nell'All. 10B della OPCM no 3274, e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati. Esse debbono essere effettuate nell'ordine e con le modalità specificate nell'All. 10B della OPCM no 3274.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinazione statica della rigidità a compressione secondo UNI EN 1337. • Determinazione statica, sotto compressione costante, del modulo statico di taglio G UNI EN 1337. • Determinazione dinamica, sotto compressione costante, del modulo dinamico di taglio G_{din} e dello smorzamento ξ (mediante prove cicliche sinusoidali), con l'obbligo per G_{din} di ricadere nell'intervallo 0,35 ÷ 1,40 MPa. • Determinazione delle curve G-γ e ξ-γ (γ = deformazione di taglio) mediante le prove dinamiche cicliche precedentemente descritte. • Determinazione delle caratteristiche di 'creep' mediante prove di compressione sotto compressione costante e almeno pari al massimo valore della tensione di compressione di Progetto per le sole azioni di servizio, della durata di almeno 7 giorni; la deformazione verticale per 'creep' deve essere inferiore al 20% della deformazione statica sotto il carico V (azione normale massima di Progetto sull'isolatore); il valore di riferimento della deformazione statica sarà assunto pari a quello misurato dopo 10 minuti dall'inizio dell'applicazione del carico. • Valutazione della stabilità del dispositivo sotto compressione e taglio. • Valutazione della capacità di sostenere, sotto compressione costante e almeno pari al valore massimo della tensione di compressione di Progetto, almeno 10 cicli con spostamento massimo impresso almeno pari a 1,2 d₂ (d₂ = spostamento massimo di Progetto allo SLU del dispositivo). • valutazione di efficacia dell'aderenza elastomero-acciaio, effettuata sottoponendo l'isolatore, sotto compressione costante almeno pari al valore massimo della tensione di compressione di Progetto, a una deformazione $\gamma \geq 2,5$ senza che si verifichino danni. Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno 4 dispositivi, due per le prove senza invecchiamento e due per le prove dopo invecchiamento artificiale, ottenuto mantenendo i dispositivi di prova per 21 giorni a 70°C. L'invecchiamento dovrà comunque essere preceduto dalla determinazione statica della rigidità a compressione e del modulo statico di taglio G, secondo le modalità definite, per valutare le caratteristiche dei dispositivi sottoposti a invecchiamento prima dell'invecchiamento stesso. I valori di G dopo l'invecchiamento non devono superare di 1,15 volte i valori di G prima dell'invecchiamento. La validità delle prove di invecchiamento potrà essere estesa a tutti i dispositivi realizzati con la stessa miscela, indipendentemente dai rapporti di forma. <p>Per qualificare lo stesso dispositivo per diversi valori della tensione di compressione le prove possono essere ripetute in sequenza sugli stessi dispositivi da qualificare, verificando che tra una prova e la successiva non si siano verificati danni ai dispositivi.</p> <p>I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione non potranno essere utilizzati nella costruzione.</p> <p>Prove di accettazione sui dispositivi</p> <p>Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti soddisfano i limiti sotto specificati e se il modulo statico di taglio G non differisce da quello delle prove di qualificazione di oltre il $\pm 10\%$, sono le seguenti.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Misura della geometria esterna che dovrà rispettare le tolleranze prescritte dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con l'unica deroga dei dispositivi di altezza superiore a 100 mm per i quali la tolleranza sulle altezze è compresa tra 0 e 6 mm. • Determinazione statica della rigidità verticale tra il 30% e il 100% del carico V UNI EN 1337. • Determinazione statica del modulo statico di taglio G con le modalità specificate per le prove di qualificazione. • Valutazione di efficacia dell'aderenza elastomero-acciaio, con le modalità specificate per le prove di qualificazione, ma adottando per la deformazione γ il valore corrispondente allo spostamento d₂. <p>Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, e comunque non meno di 4.</p> <p>Protezione Generalità</p> <p>Devono essere adottate misure di protezione degli appoggi strutturali e dei dispositivi antisismici (definiti nel seguito generalmente come apparecchi) dagli effetti degli agenti aggressivi dell'ambiente e di altre cause esterne che potrebbero ridurre la vita utile prevista. I riferimenti normativi in merito sono contenuti nel Par. 2 della UNI EN 1337-9.</p> <p>Andranno raccolte informazioni sulle caratteristiche dell'ambiente di destinazione, in particolar modo se atteso più aggressivo dell'ambiente marino, per poter attuare interventi protettivi adeguati.</p> <p>In linea generale, le misure di protezione contro la corrosione si attuano o selezionando materiali per i quali l'ambiente a cui sono destinati non risulti aggressivo o dotando le parti esposte dell'apparecchio di un rivestimento protettivo o mediante altre soluzioni (es. bagno d'olio) per isolare l'appoggio dall'ambiente circostante.</p> <p>Misure protettive speciali possono essere richieste in particolari circostanze (ad es. dove siano previste infiltrazioni di polvere e sabbia, nidificazioni di animali, etc.). La struttura e gli apparecchi devono essere progettati in modo tale da permetterne agevolmente ispezione e manutenzione. Qualora si rendessero necessarie misure protettive speciali, queste devono essere rimovibili o comunque non costituire ostacolo alle operazioni di ispezione e manutenzione.</p> <p>Requisiti</p> <p>Protezione contro gli effetti ambientali</p>

Nr. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI
	<p>Le parti metalliche degli apparecchi devono essere protette contro la corrosione. Sono escluse le superfici soggette a scorrimento, rotazione, aderenza per attrito o carico concentrato.</p> <p>Il sistema di protezione anticorrosiva, qualificato secondo la EN 1337-9, deve garantire che per un periodo di dieci anni dopo la consegna, gli appoggi siano conformi ai requisiti dettagliati di seguito.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Densità di bolle non superiore al grado 1 della ISO 4628-2; - Ossidazione non superiore al grado Ri: 1 della ISO 4628-3; - Distacco del rivestimento non superiore alla classe 1 della ISO 4628-4; - Desquamazione non superiore alla classe 1 della ISO 4628-5. <p>Se l'apparecchio deve essere installato in un ambiente più aggressivo di quello marino, si devono concordare requisiti particolari della protezione anticorrosiva.</p> <p>Per definire il sistema di protezione anticorrosiva, si deve fornire la documentazione seguente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procedura seguita per la protezione anticorrosiva degli apparecchi; - Specifiche dei fornitori del materiale; - Prove. <p>Quanto sopra deve includere come minimo quanto segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grado di preparazione della superficie (per esempio Sa 21/2 secondo ISO 8501 Sa); - Tipo di rivestimento protettivo (per esempio zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossiacrilica); - Numero degli strati; <p>Per i sistemi di verniciatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Numero dell'articolo e colore; - Marchio di fabbrica e numero di riferimento del produttore; - Numero della scheda tecnica; - Luogo di applicazione; - Modo di applicazione; - Spessore minimo della pellicola secca; <p>Spessore locale massimo della pellicola secca;</p> <p>Procedure per il trattamento di danni locali ai rivestimenti protettivi;</p> <p>Risultati delle prove.</p> <p>PROVA NORMA CRITERI DI ACCETTABILITÀ</p> <p>Nebbia salina UNI EN ISO 9227 Assenza di bolle ISO 4628/2 Assenza di ruggine ISO 4628/3 Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4 Assenza di sfaldatura ISO 4628/5 Spessore minimo del film secco ISO 2808 Come specificato dal produttore della vernice Adesione ISO 2409 0 o 1 Urto UNI EN ISO 6272 Nessun danno visibile con una massa di 1 kg ed un'altezza di caduta di 100 mm</p> <p>Queste prove devono essere ripetute ogni cinque anni o quando è apportato un cambiamento al sistema di protezione anticorrosiva.</p> <p>Corrosione elettrolitica Qualora nello stesso apparecchio siano usati metalli diversi, occorre prevedere misure atte ad evitare la corrosione elettrolitica.</p> <p>Manutenzione E' necessario effettuare controlli e garantire una costante manutenzione degli apparecchi durante la fase di esercizio. Le operazioni di ispezione, controllo e manutenzione, che non sono oggetto specifico del presente documento, andranno condotte in accordo alla UNI EN 1337-10.</p> <p>Ogni apparecchio o, se sufficiente, ogni famiglia di apparecchi, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione, controfirmato dal Fornitore, in cui il Costruttore indicherà modalità, tempistica e frequenza degli interventi di controllo e manutenzione (ordinaria e straordinaria). Tale documentazione andrà allegata a partire dalla fase di presentazione del Progetto dell'apparecchio.</p> <p>Trasporto, immagazzinamento e installazione</p> <p>Generalità Le operazioni di trasporto, immagazzinamento e installazione degli apparecchi saranno in accordo alla UNI EN 1337-11. L'imballaggio deve essere accurato, in modo tale da evitare qualsiasi danno durante il trasporto. La movimentazione e l'installazione degli apparecchi devono essere eseguite solo da personale qualificato, le cui competenze e qualifiche devono essere documentate. Gli apparecchi devono essere movimentati con cura e protetti da danni e contaminazioni. Se non è possibile movimentarli a mano, si provvederanno attacchi permanenti o temporanei che facilitino il sollevamento con mezzi meccanici. Se gli apparecchi non sono installati nella struttura subito dopo la consegna, devono essere immagazzinati dall'utilizzatore su un apposito supporto, per esempio su assi, coperti da un telo protettivo e ventilati dal basso. L'immagazzinamento temporaneo deve garantire la protezione da inquinamento, da agenti atmosferici avversi (calore, pioggia, neve o grandine) e da contaminazioni o altri effetti negativi dovuti alle lavorazioni e al traffico di cantiere.</p> <p>Disegni di installazione La posa in opera degli apparecchi deve essere effettuata sulla base di disegni di installazione redatti dall'Appaltatore. Tali elaborati, da sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori almeno un mese prima delle operazioni di posa, dovranno riportare tutti i dati richiesti per l'installazione (dimensioni, quote, inclinazioni, posizionamento planimetrico, tolleranze, qualità del materiale di sigillatura, eventuale prerogolazione in funzione della temperatura della struttura). Gli elaborati dovranno anche riportare le tolleranze di fabbricazione e di montaggio, che dovranno, quando congruenti con la tipologia in esame, comprendere almeno le informazioni seguenti Planarità dei piani di posa; Parallelismo dei piani di interfaccia Dimensioni delle sedi e predisposizioni</p>

Nr. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI
	<p>Posizione degli ancoraggi</p> <p>Ispezione dopo la consegna</p> <p>In cantiere, dopo la consegna e prima della posa, occorre controllare e registrare la condizione degli appoggi. Particolare attenzione deve essere data ai punti seguenti:</p> <ol style="list-style-type: none"> danni visibili, con particolare riferimento alla protezione anticorrosiva. pulizia; sicurezza dei dispositivi di bloccaggio temporanei; conformità ai disegni costruttivi e di installazione; marcature sulla superficie degli apparecchi, marcatura degli assi x e y e, se necessario, marcatura della preregolazione sui lati delle piastre di supporto, identificazione dei punti di misurazione della rotazione e dello scorrimento; posizione di tutti i dispositivi che servono ad assicurare l'esatto posizionamento ed installazione degli appoggi, se previsti; indicatori di spostamento per gli appoggi mobili in direzione longitudinale, se previsti; entità e direzione della preregolazione, se prevista; possibilità di aggiustamento della preregolazione, se prevista; immagazzinamento temporaneo in cantiere. <p>Installazione</p> <p>Generalità</p> <p>Gli apparecchi devono essere installati in conformità a tutti i dettagli riportati sui disegni d'installazione e in accordo con le marcature sulla loro superficie (tipo, assi e direzioni dei movimenti consentiti, etc.).</p> <p>Non è consentito l'uso degli appoggi definitivi per operazioni (movimenti, trasmissione di forze, ecc.) anche se transitorie, legate alla tecnologia di realizzazione dell'opera, salvo specifica procedura approvata dal Progettista, da eseguire sotto la supervisione del Fornitore.</p> <p>Gli apparecchi di appoggio devono essere posti in opera tra due superfici orizzontali anche in presenza di impalcati in pendenza. È consentita la ripresa di tale pendenza mediante inserimento di piastre a contatto con l'impalcato.</p> <p>Gli appoggi devono avere punti di riferimento per consentire la misurazione dei movimenti orizzontali (appoggi mobili) e della rotazione. Gli indicatori di movimento devono avere i limiti estremi di movimento marcati.</p> <p>All'atto della posa in opera, la corsa disponibile degli appoggi mobili può essere preregolata rispetto alla temperatura media di posa in opera, in modo che l'asse di appoggio risulti, a deformazioni lente esaurite, centrato in condizione di temperatura media. La temperatura approssimativa prevalente nella struttura e, in casi particolari, le variazioni di temperatura in punti diversi nella struttura stessa, saranno valutate in accordo alla Appendice A della UNI EN 1337-11.</p> <p>Posizionamento degli apparecchi</p> <p>Di regola, gli apparecchi di appoggio sono installati su uno strato intermedio di malta di sigillatura.</p> <p>Solo gli appoggi di gomma senza piastre d'acciaio esterne possono essere posati direttamente sulla superficie di appoggio che deve essere pulita, asciutta, liscia e piana.</p> <p>In zona sismica, l'ancoraggio deve essere affidato, superiormente e inferiormente, a dispositivi di tipo meccanico, da dimensionare in funzione della totalità delle forze orizzontali da trasmettere (si assume che l'attrito, in questo caso, non eserciti resistenza nei confronti delle forze orizzontali).</p> <p>Se specificato, devono essere usate viti di regolazione per regolare il posizionamento dell'apparecchio. In alternativa possono essere usati cunei o altri strumenti adatti.</p> <p>In nessun caso si inseriranno elementi rigidi sotto gli appoggi. Ciò può essere evitato togliendo i supporti temporanei quando la malta ha raggiunto la resistenza richiesta.</p> <p>L'apparecchio può:</p> <ol style="list-style-type: none"> essere posato su uno strato bombato di malta plastica consistente in modo tale che l'eccesso di malta possa essere premuto fuori da tutti i lati; oppure essere sigillato mediante colata o iniezione di malta fluida, assicurando un'adeguata ventilazione. Gli appoggi ancorati con pioli sono generalmente installati con tecniche di colata o iniezione; oppure essere posato costipando la malta al di sotto di esso. Questo metodo è raccomandato solo quando la lunghezza del lato più corto è minore di 500 mm. <p>Per i tirafondi e la bulloneria di ancoraggio sarà impiegato acciaio ad alta resistenza.</p> <p>Indipendentemente dal metodo usato, l'apparecchio deve poggiare su tutta la superficie di contatto prevista.</p> <p>Montaggio della sovrastruttura</p> <p>I componenti strutturali gettati in opera sono generalmente gettati direttamente sugli appoggi successivamente alla loro installazione. Si deve fare attenzione che l'appoggio sia pulito, che siano evitati danni provocati dal calcestruzzo umido e che l'appoggio possa essere sostituito senza difficoltà.</p> <p>Nel caso di elementi di calcestruzzo prefabbricato o di acciaio si prenderanno opportune misure per assicurarne il contatto uniforme con l'appoggio.</p> <p>Le dimensioni in pianta delle eventuali contropiastre devono essere maggiori o uguali a quelle dell'elemento a contatto. Nel caso di strutture in c.a. ordinario, realizzate in opera, dopo il posizionamento degli apparecchi, è ammesso omettere le contropiastre predisponendo opportuni tirafondi e garantendo, comunque, la sostituibilità degli appoggi.</p> <p>La solidarizzazione alle strutture metalliche deve avvenire di regola esclusivamente mediante unioni di tipo meccanico.</p> <p>Il fissaggio mediante saldatura è permesso solo in casi eccezionali e deve essere eseguito solo da personale qualificato. Devono essere prese misure per evitare danni provocati dal calore alle parti ad esso sensibili, come quelle di plastica.</p> <p>Il sistema di protezione anticorrosiva deve essere ripristinato dopo la saldatura, se necessario.</p> <p>Correzione della quota</p> <p>Nel caso in cui occorra correggere la quota, l'operazione deve essere effettuata tramite colata o riempimento con malta fine o materiale simile.</p> <p>La correzione di quota con l'aiuto di piastre metalliche aggiuntive è permessa solo se le superfici metalliche a contatto sono lavorate meccanicamente e se c'è garanzia che esse rimangano piane fino al completamento dell'installazione. La protezione anticorrosiva va estesa a tali piastre.</p> <p>La correzione della quota deve essere eseguita solamente da personale qualificato.</p> <p>Tolleranze di installazione</p> <p>Se una qualsiasi tolleranza d'installazione data nelle varie parti della UNI EN 1337 non è rispettata, occorre valutarne le implicazioni strutturali e concordare adeguati provvedimenti.</p> <p>Materiali di allettamento</p> <p>Lo spessore della malta di sigillatura non armata tra l'appoggio e l'infrastruttura non supererà il minore dei seguenti valori:</p>

Nr. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI
	<p>50 mm oppure 0.1 x area superficie di contatto/perimetro superficie di contatto + 1.5 mm Inoltre lo spessore non deve essere minore di tre volte la dimensione massima dell'inerte.</p> <p>L' idoneità della malta usata e il metodo di posa devono essere verificati con prove secondo le specifiche di riferimento.</p> <p>Nel caso di malta cementizia, la superficie di calcestruzzo dell'infrastruttura deve essere saturata con acqua prima dell'installazione per prevenire la disidratazione. Immediatamente prima di colare la malta, qualsiasi residuo di acqua sulla superficie deve essere eliminato.</p> <p>Quando si usa la malta di resina, le caratteristiche chimiche della resina e il rapporto resina inerti assicurerà una consistenza soddisfacente e un tempo di lavorabilità tale da consentire una corretta installazione con le condizioni del cantiere. Deve essere tenuta in considerazione la durabilità del prodotto in termini di resistenza, indurimento finale e forma.</p> <p>Se la malta di resina è a diretto contatto con le superfici dell'appoggio, la compatibilità chimica ed il coefficiente di attrito devono essere verificati con prove a meno che non si possano dimostrare precedenti utilizzazioni soddisfacenti in condizioni simili.</p> <p>I materiali di supporto comunemente utilizzati hanno le seguenti caratteristiche.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Malta cementizia, premiscelata, colabile, con ritentore d'umidità liquido, ad elevatissima duttilità, contenente fibre sintetiche per ridurre gli effetti negativi del ritiro plastico e fibrorinforzata con fibre metalliche rigide (acciaio) per conferire duttilità, con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini di tipo MC3 (Art.22), salvo migliori disposizioni progettuali. - Betoncino cementizio, colabile, ad elevatissima duttilità, ottenuto aggiungendo aggregati selezionati alla malta descritta in precedenza, con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini di tipo B3 (Art. 22), salvo migliori disposizioni progettuali. - Malta di resina per spessoramenti con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali: <ul style="list-style-type: none"> Resistenza a compressione ASTM D695: > 55 MPa a 7gg di stagionatura. Modulo elastico ASTM D695: 7000 MPa a 7gg di stagionatura. Resistenza a trazione per flessione ASTM D790: > 25 MPa a 7gg di stagionatura Resistenza a trazione diretta ASTM D638: > 8 MPa a 7gg di stagionatura Modulo elastico a trazione diretta ASTM D638: 9500 MPa a 7gg di stagionatura - Sigillante di natura polisolfurica con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali: <ul style="list-style-type: none"> Resistenza a trazione - UNI EN 12311: 0,5 MPa. Allungamento a rottura - UNI EN 12311: 250%. Permeabilità all'acqua - UNI EN 1928: nulla. Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117: 650 h. Durezza: 25 ShA. - Pasta di resina con funzione di adesivo con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali: <ul style="list-style-type: none"> Resistenza a compressione: 90 MPa. Resistenza a flessotrazione: 50 MPa. Adesione al metallo - ASTM D 1002: 10 MPa. Adesione al calcestruzzo - UNI 8298-1: 3 MPa (rottura del supporto in cls). Ritiro lineare - ASTM D 2556: inferiore a 0,0013 cm/cm. Modulo elastico secante a compressione - UNI 6556: 6 GPa. Gel time - ASTM D 2471: 5°C=150 min; 20 °C=45 min. <p>Casseri per malta di sigillatura</p> <p>I casseri non devono essere rimossi fino a che la malta non si sia sufficientemente indurita, ma devono essere rimossi completamente prima che l'appoggio diventi operativo. Non è permessa la rimozione tramite combustione.</p> <p>Bloccaggi temporanei</p> <p>Deve essere assicurato che al momento del collegamento alle strutture, gli apparecchi abbiano la configurazione geometrica prevista in Progetto. Ogni apparecchio che non sia intrinsecamente idoneo a mantenere la configurazione prevista deve essere dotato di un adeguato sistema di bloccaggio temporaneo. Questi sistemi non possono essere utilizzati per la trasmissione di sollecitazioni legate a fenomeni transitori dovuti alla tecnologia utilizzata per la realizzazione dell'opera. I sistemi di bloccaggio temporaneo devono essere posizionati in modo che sia possibile identificarli e rimuoverli facilmente al termine della loro funzione. Pertanto, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso. I bloccaggi temporanei devono garantire il mantenimento della eventuale prerogolazione del dispositivo.</p> <p>Bloccaggi di forza</p> <p>Quando sia richiesto dal Progetto dell'opera, possono essere utilizzati sistemi di bloccaggio provvisorio di forza allo scopo di assicurare un collegamento di tipo rigido durante la fase di costruzione dell'opera stessa.</p> <p>Di norma questi sistemi devono essere distinti dall'apparecchio in sé e progettati in base ai dati indicati dal Progettista dell'opera. Nel caso essi debbano essere montati sull'apparecchio, solo al momento della rimozione di detti accessori lo stesso acquisterà la sua piena funzionalità.</p> <p>I bloccaggi di forza devono essere realizzati in modo che possano essere facilmente rimossi o disattivati quando l'appoggio cui sono applicati è posto in opera. A tal fine, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso.</p> <p>In considerazione del previsto comportamento globale dell'opera durante il periodo di utilizzazione dei bloccaggi provvisori di forza, possono essere richiesti a quest'ultimo requisiti prestazionali particolari, quali per esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - possibilità di essere disattivati sotto carico; - possibilità di essere installati in stato di presollecitazione. <p>Rilascio della struttura sugli appoggi</p> <p>Il rilascio della struttura sugli appoggi deve essere conforme al Progetto.</p> <p>Le travi dovranno essere varate su calaggi e su idonei dispositivi che evitino il contatto accidentale con gli apparecchi e ne permettano un graduale abbassamento.</p> <p>Qualsiasi vite di regolazione rimarrà in opera fino a che la malta di qualsiasi strato intermedio sia sufficientemente indurita. Successivamente tutti i sostegni provvisori rigidi, i dispositivi di regolazione e di bloccaggio devono essere rimossi prima che l'apparecchio diventi pienamente operativo, a meno che le viti di livellamento siano progettate per risultare inattive quando il carico finale viene applicato.</p> <p>Registrazioni</p> <p>Devono essere fatte le registrazioni delle ispezioni eseguite in accordo con il Par. 7 della UNI EN 1337-11 e dei risultati delle stesse sulla traccia del modulo campione riportato nell'Appendice B della UNI EN 1337-11. Deve essere redatta documentazione specifica sugli esiti delle ispezioni effettuate.</p> <p>Se non concordato altrimenti, si deve tenere una registrazione di:</p> <p>a) data e ora dell'installazione;</p>

Nr. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI
5	<p>b) temperatura della struttura; c) regolazione dell'apparecchio; d) posizione dell'apparecchio relativa alla sovrastruttura, infrastruttura ed assi; e) condizioni dell'apparecchio, inclusa la protezione anticorrosiva; f) qualsiasi modifica fatta alla regolazione; g) stato dei dispositivi di bloccaggio provvisori; h) condizione del piano di appoggio; i) prova di idoneità della malta di sigillatura.</p> <p>La data e l'ora del rilascio della struttura sull'apparecchio devono essere registrate e deve essere confermato che le viti dei dispositivi di bloccaggio provvisori sono state allentate o rimosse.</p> <p>Ad avvenuto indurimento della malta di sigillatura si controllerà che l'apparecchio sia nella posizione di Progetto, che i dispositivi di bloccaggio provvisorio siano stati rimossi e che i valori dei franchi di scorrimento e di rotazione siano corretti.</p> <p>Se appoggi mobili sono stati installati inizialmente come appoggi fissi (punti fissi provvisori), devono essere fatte e registrate ulteriori misure, dopo che i dispositivi di fissaggio sono stati rimossi.</p> <p>Rifinitura finale L'apparecchio non deve essere ostacolato nel suo funzionamento da qualsiasi rifinitura da effettuarsi in relazione alla protezione anticorrosiva. Esempi da evitare includono la sabbiatura delle superfici scorrevoli esposte e l'inceppamento delle parti mobili per eccesso di vernice.</p> <p>Piano di assicurazione qualità Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione degli apparecchi e l'indicazione di tutti i controlli che dovranno essere eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza degli apparecchi alle presenti Norme, in accordo a quanto specificato nei paragrafi precedenti. Esso deve essere redatto dal Fornitore e dall'Appaltatore e consegnato alla Direzione Lavori unitamente al Progetto esecutivo degli apparecchi, prima dell'inizio della produzione degli stessi. Durante le varie fasi di lavorazione, il PAQ sarà completato di tutta la documentazione relativa alle prove ed ai controlli di produzione.</p> <p>Penali Sono previste penalità per il non raggiungimento delle prestazioni degli apparecchi previste in Progetto. Qualora dalle prove eseguite, secondo le presenti Norme, risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, il progettista eseguirà ulteriori verifiche di sicurezza. Se tali verifiche dessero esito positivo, l'apparecchio sarà accettato ma il suo prezzo sarà decurtato del 20%; qualora i valori risultassero superiori a tale 10% o le precedenti verifiche avessero dato esito negativo, l'Appaltatore sarà tenuto, a suo totale onere, alla sostituzione della fornitura in oggetto con una nuova fornitura di caratteristiche adeguate alle prescrizioni richieste.</p> <p>Sollevamento impalcato per sostituzione appoggi Devono essere previste disposizioni per consentire una facile sostituzione degli apparecchi o di parti di questi mediante sollevamento dell'impalcato, per il quale si prevede generalmente un innalzamento massimo di 40 mm. In relazione alle previsioni di Progetto od alle prescrizioni della Direzione Lavori, si procederà al sollevamento dell'impalcato in corrispondenza dell'asse appoggi, mediante idonea apparecchiatura idraulica posta sotto le travi e/o i traversi. L'apparecchiatura idraulica dovrà essere comandata da una centrale operante a pressioni differenziate e rapporto volumetrico costante per assicurare un sollevamento rigido di ogni testata, senza indurre nella struttura sollecitazioni torsionali; il controllo delle operazioni dovrà essere effettuato a distanza mediante idonea strumentazione. Dopo che ogni testata sarà stata sollevata e prima di intervenire sugli apparecchi, l'Appaltatore dovrà bloccare la struttura nella posizione raggiunta mediante appoggi provvisori o attrezzature equivalenti, che siano in grado di assicurare la stabilità dell'insieme e garantire la massima sicurezza agli operatori. Di norma non si dovrà sollevare più di una campata per volta; eventuali deroghe dovranno essere concordate con la Direzione Lavori; in questi casi dovranno essere rinforzate le strutture provvisori di blocco e si dovranno adottare adeguati sistemi di controventatura per contrastare possibili sollecitazioni longitudinali e trasversali. A tale riguardo dovranno essere adottate adeguate cautele nei casi in cui la pendenza longitudinale dell'opera possa fare prevedere fenomeni di scorrimento. Successivamente l'Appaltatore procederà alla rimozione, alla raccolta e al trasporto alla destinazione richiesta degli apparecchi esistenti. Prima della posa in opera degli apparecchi si provvederà alla ravvivatura e rettifica dei baggioli e dell'intradosso delle travi in corrispondenza degli appoggi. La rettifica sarà effettuata mediante malta di resina epossidica per il conguaglio delle superfici di appoggio, nelle quantità necessarie per ottenere il parallelismo fra i piani di appoggio dei baggioli e l'intradosso delle travi (o di opportune piastre sotto-trave). Ad avvenuto completamento degli interventi sotto l'impalcato, si dovrà procedere al suo abbassamento adottando le stesse cautele della fase precedente. A garanzia di possibili incidenti che potrebbero danneggiare le strutture, l'Appaltatore dovrà provvedere alla copertura assicurativa dell'opera per tutta la durata dei lavori, per un importo corrispondente al valore di ricostruzione.</p> <p>CALCESTRUZZO OPERE IN CEMENTO ARMATO: Fornitura, trasporto e posa in opera di calcestruzzo Classe di resistenza, Classe di esposizione e di consistenza come da elaborati grafici .</p> <p>Pali trivellati ad elica continua</p> <p>Si definiscono pali trivellati ad elica continua i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate. L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.</p> <p>Attrezzature Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta. L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.</p>

Nr. Ord.	DESIGNAZIONE DEI LAVORI
	<p>L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.</p> <p>Perforazione La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare. L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto. La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvistamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione. Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'APPALTATORE, con l'accordo della DIREZIONE LAVORI potrà: - eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali; - ridurre la lunghezza di perforazione.</p> <p>Armatura L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura, ovvero dovrà essere inserita dall'alto dopo il getto del calcestruzzo. All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo. La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche di cui al punto 4.4.1. Getto del calcestruzzo Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato. Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione. Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50 - 150 KPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore. Controlli e documentazione Per ogni palo eseguito l'APPALTATORE dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni: - n. progressivo del palo (riferito ad una planimetria) - profondità di perforazione - osservazioni sulla stratigrafia locale - tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale, secondo le istruzioni impartite dalla DIREZIONE LAVORI - grafico dei tempi di perforazione - spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella - volume di calcestruzzo gettato. In caso di differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'APPALTATORE dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefori, etc.) concordandoli con la DIREZIONE LAVORI.</p> <p>Specifiche Conglomerato cementizio per pali di fondazione Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezioni "calcestruzzi" del presente Capitolato. Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria. La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2,5 \cdot i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm. Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno. Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{bk}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $R_{bk} \cdot 35$. Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0,5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta. La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams (UNI EN 206) compreso fra 16 e 20 cm. Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante. E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL. I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti. Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m3/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m3/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm. L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.</p>
6	ACCIAIO OPERE IN CEMENTO ARMATO: Fornitura, trasporto e posa in opera di armature in acciaio B450C sagomate e legate opportunamente.
7	SOTTOFONDO OPERE IN CEMENTO ARMATO: Fornitura, trasporto e posa in opera di calcestruzzo Classe di resistenza C16/20, Classe di esposizione X0, Classe di consistenza S4.
8	SCAVI PER OPERE IN CEMENTO ARMATO: Scavi per la posa in opera delle fondazioni superficiali e profonde mediante escavatori e trivelle.

Nr. Ord.		DESIGNAZIONE DEI LAVORI
9		TERRENI DI RIPORTO E PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE: Terreno di riporto per realizzazione raccordi viabilità all'ingresso ed uscita del ponte, della dosatura e qualità richiesta dalla D.L..

ALLEGATO A

Specifica tecnica per carpenterie secondo UNI EN 1090

INDICE

1	Campo di Applicazione della specifica	14
2	Definizioni	14
3	Normative di riferimento	14
3.1	Generali	14
3.2	Materiali – Acciai	15
3.3	Consumabili di saldatura	16
3.4	Elementi di fissaggio	17
3.5	Preparazione	18
3.6	Saldature	18
3.7	Prove sui materiali	20
3.8	Protezione alla corrosion	20
3.9	Tolleranze	21
3.10	Miste	21
4	Materiali	21
4.1	Generale	21
4.2	Identificazione, documenti di controllo e tracciabilità	22
4.3	Acciai strutturali	23
4.3.1	Generale	23
4.3.2	Tolleranze sullo spessore	23
4.3.3	Stato delle superfici	24
4.3.4	Proprietà speciali	24
4.4	Consumabili di saldatura (materiali di apporto)	24
4.5	Elementi di fissaggio meccanici	25
4.5.1	Generale	25
4.5.2	Terminologia	26
4.5.3	Bulloni strutturali per applicazioni senza precarico (serraggio non controllato)	26
4.5.4	Bulloni strutturali per applicazioni con precarico (serraggio controllato)	26
4.5.5	Indicatori diretti di coppie di serraggio	26
4.5.6	Bulloni con elevata resistenza alla corrosione	26
4.5.7	Tirafondi (bulloni di fondazione / di ancoraggio)	26
4.5.8	Dispositivi di bloccaggio bulloni	26
4.5.9	Rosette	26
4.5.10	Rivetti a caldo	27
4.5.11	Elementi di fissaggio per componenti a spessore sottile	27
4.5.12	Connettori speciali	27
4.5.13	Fornitura ed identificazione	27
4.6	Perni, pioli e connettori a taglio	27
4.7	Cavi ad alta resistenza, tondi, barre, aste ed accessori (terminazioni)	28
4.8	Appoggi strutturali	28
4.9	Malte	28

5	Preparazione ed Assemblaggio.....	28
5.1	Generale.....	28
5.2	Identificazione	29
5.3	Movimentazione e Stoccaggio.....	29
5.4	Taglio.....	30
5.4.1	Generale	30
5.4.2	Tranciatura e roditura.....	30
5.4.3	Taglio Termico	30
5.4.4	Durezza del bordo delle superfici libere.....	30
5.5	Formatura.....	31
5.5.1	Generale	31
5.5.2	Formatura a Caldo	31
5.5.3	Raddrizzatura a fiamma ("Calde").....	31
5.5.4	Formatura a freddo	32
5.6	Forature.....	32
5.6.1	Dimensioni dei fori	32
5.6.2	Tolleranze sul diametro del foro per bulloni e perni.....	33
5.6.3	Esecuzione dei fori.....	33
5.7	Ritagli	34
5.8	Superfici di appoggio a pieno contatto.....	35
5.9	Assemblaggio	35
5.10	Controlli di assemblaggio.....	36
6	Saldature	36
6.1	Generale.....	36
6.2	Piano di saldatura.....	36
6.3	Processi di saldatura.....	37
6.4	Qualificazione delle procedure di saldatura e del personale che esegue la saldatura.....	38
6.4.1	Qualificazione delle procedure di saldatura	38
6.4.1.1	Generale	38
6.4.1.2	Qualificazione delle procedure di saldatura per i processi di 111, 114, 12,13 e 14	38
6.4.1.3	Qualificazione delle procedure di saldatura per altri processi di saldatura.....	39
6.4.2	Saldatori ed operatori di saldatura	39
6.4.3	Coordinamento di saldatura	40
6.5	Preparazione ed esecuzione della saldatura	41
6.5.1	Preparazione del giunto	41
6.5.1.1	Generale	41
6.5.1.2	Profili cavi (tubolari)	41
6.5.2	Stoccaggio e movimentazione di materiali di apporto per la saldatura	41
6.5.3	Protezione dalle intemperie	42
6.5.4	Assemblaggi per la saldatura.....	42
6.5.5	Preriscaldamento	42
6.5.6	Attacchi temporanei	42
6.5.7	Punti di saldatura	43
6.5.8	Saldatura a cordone d'angolo	43
6.5.8.1	Generale.....	43
6.5.8.2	Saldature a cordone d'angolo per componenti a spessore sottile.....	43
6.5.9	Saldature di testa (completa penetrazione)	44
6.5.9.1	Generale	44
6.5.9.2	Saldature da un solo lato	44
6.5.9.3	Scanalatura posterior (ripresa a rovescio)	44
6.5.10	Saldature su acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica.....	44

6.5.11	Connessioni saldate multiple (più elementi connessi nel singolo giunto)	45
6.5.12	Saldatura di pioli e connettori a taglio	45
6.5.13	Saldatura a bottoni (intaglio o a tappo)	45
6.5.14	Trattamento termico post saldatura	45
6.5.15	Esecuzione delle saldature.....	45
6.6	Criteri di accettazione	46
7	<i>Fissaggi Meccanici</i>.....	47
7.1	Generale.....	47
7.2	Modalità di montaggio.....	48
7.2.1	Generale	48
7.2.2	Viti	48
7.2.3	Dadi.....	49
7.2.4	Rondelle	49
7.3	Serraggio di bulloni non precaricati.....	50
7.4	Preparazione delle superfici di contatto in connessioni resistenti allo scorrimento .	50
7.5	Sistemi di serraggio di bulloni da precarico.....	51
7.5.1	Generale	51
7.5.2	Valori di coppia di riferimento.....	52
7.5.3	Metodo della coppia	52
7.5.4	Metodo combinato	53
7.5.5	Metodo HRC	53
7.5.6	Metodo con indicatore di tensione diretto	54
7.5.7	Bulloni da accoppiamento (di centraggio, riscontri tipo spine)	55
7.6	Rivettatura a caldo	55
7.6.1	Rivetti	55
7.6.2	Installazione di rivetti.....	55
7.6.3	Criteri di accettazione	56
7.7	Fissaggio di componenti a spessore sottile.....	56
7.7.1	Generale	56
7.7.2	Utilizzo di viti autofilettanti ed autoperforanti	56
7.7.3	Utilizzo di rivetti ciechi.....	57
7.7.4	Fissaggio con sovrapposizione laterale.....	57
7.7.5	Utilizzo di dispositivi di fissaggio particolari e metodi di fissaggio	58
8	<i>Montaggi</i>.....	58
8.1	Generale.....	58
8.2	Stato del cantiere.....	58
8.3	Metodo di montaggio	59
8.3.1	Metodo di montaggio del costruttore	59
8.4	Misure, rilievi, sondaggi.....	60
8.4.1	Sistema di riferimento	60
8.4.2	Punti di posizione.....	61
8.5	Supporti, ancoraggi e appoggi	61
8.5.1	Ispezione dei supporti	61
8.5.2	Sistemazione ed idoneità dei supporti	61
8.5.3	Mantenimento dell'idoneità dei supporti	61
8.5.4	Supporti temporanei.....	61
8.5.5	Riempimento sotto appoggi (malta) e sigillatura.....	62
8.5.6	Ancoraggi e tassellature	62
8.6	Montaggio e lavoro in cantiere	63
8.6.1	Marcatatura	63
8.6.2	Movimentazione e stoccaggio in cantiere.....	63

8.6.3	Montaggi di prova (premontaggi).....	63
8.6.4	Metodi di montaggio.....	63
8.6.4.1	Generale.....	63
8.6.4.2	Opere temporanee.....	64
8.6.4.3	Incastro ed allineamento.....	64
9	<i>Trattamento Superficiale</i>	65
9.1	Generale	65
9.2	Preparazione di substrati di acciaio per vernici e prodotti correlati	65
9.3	Accoppiamento galvanico	66
9.4	Zincatura	66
9.5	Sigillatura degli spazi	66
9.6	Superfici a contatto con il calcestruzzo	66
9.7	Superfici non accessibili	66
9.8	Riparazioni dopo il taglio o la saldatura	66
9.9	Pulizia dopo il montaggio	67
10	<i>Tolleranze geometriche</i>	67
10.1	Generale	67
10.2	Tipi di tolleranze	67
10.3	Tolleranze essenziali	67
10.3.1	Generalità.....	67
10.3.2	Tolleranze di fabbricazione.....	68
10.3.2.1	Laminati.....	68
10.3.2.2	Sezioni saldate.....	68
10.3.2.3	Sezioni formate a freddo.....	68
10.3.2.4	Lamiere d' irrigidimento.....	68
10.3.2.5	Lamiere profilate.....	68
10.3.2.6	Strutture a "guscio".....	68
10.3.3	Tolleranze di montaggio.....	68
10.3.3.1	Sistema di riferimento.....	68
10.3.3.2	Tirafondi ed altri supporti.....	69
10.3.3.3	Basi delle colonne.....	69
10.3.3.4	Colonne.....	69
10.3.3.5	Appoggi e giunti a pieno contatto.....	69
10.4	Tolleranze funzionali	70
10.4.1	Generale.....	70
10.4.2	Valori tabulati.....	70
10.4.3	Criteri alternativi.....	70

1. CAMPO DI APPLICAZIONE DELLA SPECIFICA

La presente specifica è relativa all'acquisto, realizzazione e montaggio di carpenterie e relativi accessori da eseguirsi nel rispetto della normativa **UNI EN 1090-1/2**. Con il termine "carpenterie" si intendono sia elementi strutturali che prodotti da costruzione, siano essi forniti come singoli prodotti o come Kit, realizzati in acciaio al carbonio S235 – S275 - S355.

Nella presente specifica non sono contemplate carpenterie realizzate in acciai inossidabili, e relative bullonerie e sistemi di fissaggio.

2. DEFINIZIONI

PRODOTTO DA COSTRUZIONE, qualsiasi prodotto o kit fabbricato e immesso sul mercato per essere incorporato in modo permanente in opere di costruzione o in parti di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere da costruzione.

KIT, un prodotto da costruzione immesso sul mercato da un singolo fabbricante come insieme di almeno due componenti distinti che devono essere assemblati per essere installati nelle opere da costruzione.

OPERE DI COSTRUZIONE: gli edifici e le opere di ingegneria civile.

3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le normative sotto riportate sono essenziali per la corretta e completa comprensione della presente specifica non che per il corretto e completo utilizzo della stessa. Per le normative in cui la data non è specificata è da ritenersi valida e da applicare sempre l'ultima versione emessa, inclusi tutti gli annessi ed allegati. Per le normative la cui data e/o versione siano qui di seguito specificate è da ritenersi valida e da applicare la versione di seguito citata.

3.1 GENERALI

- EN 1090-1 ; Execution of steel structures and aluminium structures — Part 1: Requirements for conformity assessment of structural components.
- EN 1090-2 ; Execution of steel structures and aluminium structures — Part 2: Technical requirements for steel structures.
- EN 1990:2002 Eurocode: Basis of structural design.
- EN 1991 (all parts) Eurocode 1: Actions on structures.
- EN 1993 (all parts) Eurocode 3: Design of steel structures.
- EN 1998 (all parts) Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance.
- EN 10045-1 Metallic materials — Charpy impact test — Part 1: Test method.
- EN 10164 Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product — Technical delivery conditions.
- EN 13501-1 Fire classification of construction products and building elements — Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.
- EN 13501-2 Fire classification of construction products and building elements — Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services.
- EN ISO 9001 Quality management systems — Requirements (ISO 9001:2000).
- EN ISO 14731 Welding coordination — Tasks and responsibilities (ISO 14731:2006).

- ISO 7976-1 Tolerances for building — Methods of measurement of buildings and building products — Part 1: Methods and instruments.
- ISO 7976-2 Tolerances for building — Methods of measurement of buildings and building products — Part 2: Position of measuring points.

3.2 MATERIALI – ACCIAI

- EN 10017, Steel rod for drawing and/or cold rolling — Dimensions and tolerances.
- EN 10021, General technical delivery conditions for steel products.
- EN 10024, Hot rolled taper flange I sections — Tolerances on shape and dimensions.
- EN 10025-1:2004, Hot rolled products of structural steels — Part 1: General technical delivery conditions.
- EN 10025-2, Hot rolled products of structural steels — Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels.
- EN 10025-3, Hot rolled products of structural steels — Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels.
- EN 10025-4, Hot rolled products of structural steels — Part 4: Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels.
- EN 10025-5, Hot rolled products of structural steels — Part 5: Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance.
- EN 10029, Hot rolled steel plates 3 mm thick or above — Tolerances on dimensions and shape".
- EN 10034, Structural steel I and H sections — Tolerances on shape and dimensions.
- EN 10051, Continuously hot-rolled strip and plate/sheet cut from wide strip of non-alloy and alloy steels"— Tolerances on dimensions and shape.
- EN 10055, Hot rolled steel equal flange tees with radiused root and toes — Dimensions and tolerances on shape and dimensions.
- EN 10056-1, Structural steel equal and unequal leg angles — Part 1: Dimensions.
- EN 10056-2, Structural steel equal and unequal leg angles — Part 2: Tolerances on shape and dimensions.
- EN 10058, Hot rolled flat steel bars for general purpose — Dimensions and tolerances on shape and dimensions.
- EN 10059, Hot rolled square steel bars for general purposes — Dimensions and tolerances on shape and dimensions.
- EN 10060, Hot rolled round steel bars for general purposes — Dimensions and tolerances on shape and dimensions.
- EN 10080, Steel for the reinforcement of concrete — Weldable reinforcing steel — General.
- EN 10131, Cold rolled uncoated and zinc or zinc-nickel electrolytically coated low carbon and high yield strength steel flat products for cold forming — Tolerances on dimensions and shape.

- EN 10139, Cold rolled uncoated mild steel narrow strip for cold forming — Technical delivery conditions.
- EN 10140, Cold rolled narrow steel strip — Tolerances on dimensions and shape.
- EN 10143, Continuously hot-dip coated steel sheet and strip — Tolerances on dimensions and shape.
- EN 10149-1, Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming — Part 1: General delivery conditions.
- EN 10149-2, Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming — Part 2: Delivery conditions for thermomechanically rolled steels.
- EN 10149-3, Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming — Part 3: Delivery conditions for normalized or normalized rolled steels.
- EN 10160, Ultrasonic testing of steel flat product of thickness equal or greater than 6 mm (reflection method).
- EN 10163-2, Delivery requirements for surface condition of hot-rolled steel plates, wide flats and sections — Part 2: Plate and wide flats.
- EN 10163-3, Delivery requirements for surface condition of hot-rolled steel plates, wide flats and sections — Part 3: Sections.
- EN 10164, Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product — Technical delivery conditions.
- EN 10169, Continuously organic coated (coil coated) steel flat products — Technical delivery conditions".
- EN 10204, Metallic products — Types of inspection documents.
- EN 10210-1, Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels — Part 1: Technical delivery conditions.
- EN 10210-2, Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels — Part 2: Tolerances, dimension and sectional properties.
- EN 10219-1, Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels — Part 1: Technical delivery conditions.
- EN 10219-2, Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels — Part 2: Tolerances, dimensions and sectional properties.
- EN 10268, Cold rolled steel flat products with high yield strength for cold forming — Technical delivery conditions.
- EN 10279, Hot rolled steel channels — Tolerances on shape, dimensions and mass.
- EN 10346, Continuously hot-dip coated steel flat products — Technical delivery conditions".
- ISO 4997, Cold-reduced carbon steel sheet of structural quality.

3.3 CONSUMABILI DI SALDATURA

- EN 756, Welding consumables — Solid wires, solid wire-flux and tubular cored electrode-flux combinations for submerged arc welding of non alloy and fine grain steels — Classification.

- EN 760, Welding consumables — Fluxes for submerged arc welding — Classification.
- EN 13479, Welding consumables — General product standard for filler metals and fluxes for fusion welding of metallic materials.
- EN ISO 636, Welding consumables — Rods, wires and deposits for tungsten inert gas welding of non alloy and fine grain steels — Classification (ISO 636:2004).
- EN ISO 2560, Welding consumables — Covered electrodes for manual metal arc welding of non-alloy and fine grain steels — Classification (ISO 2560:2009).
- EN ISO 13918, Welding — Studs and ceramic ferrules for arc stud welding (ISO 13918:2008).
- EN ISO 14175, Welding consumables — Gases and gas mixtures for fusion welding and allied processes (ISO 14175:2008).
- EN ISO 14341, Welding consumables — Wire electrodes and deposits for gas shielded metal arc welding of non alloy and fine grain steels — Classification (ISO 14341:2002).
- EN ISO 17633, Welding consumables — Tubular cored electrodes and rods for gas shielded and non-gas shielded metal arc welding of stainless and heat-resisting steels — Classification (ISO 17633:2010).

3.4 ELEMENTI DI FISSAGGIO

- EN 14399-1, High-strength structural bolting assemblies for preloading — Part 1: General requirements.
- EN 14399-2, High-strength structural bolting assemblies for preloading — Part 2: Suitability test for preloading.
- EN 14399-3, High-strength structural bolting assemblies for preloading — Part 3: System HR — Hexagon bolt and nut assemblies.
- EN 14399-4:2005, High-strength structural bolting assemblies for preloading — Part 4: System HV — Hexagon bolt and nut assemblies.
- EN 14399-5, High-strength structural bolting assemblies for preloading — Part 5: Plain washers.
- EN 14399-6, High-strength structural bolting assemblies for preloading — Part 6: Plain chamfered washers.
- EN 14399-7, High-strength structural bolting assemblies for preloading — Part 7: System HR — Countersunk head bolts and nut assemblies.
- EN 14399-8, High-strength structural bolting assemblies for preloading — Part 8: System HV — Hexagon fit bolt and nut assemblies.
- EN 14399-9, High-strength structural bolting assemblies for preloading — Part 9: System HR or HV — Bolt and nut assemblies with direct tension indicators.
- EN 14399-10, High-strength structural bolting assemblies for preloading — Part 10: System HRC — Bolt and nut assemblies with calibrated preload.
- EN 15048-1, Non preloaded structural bolting assemblies — Part 1: General requirements.
- EN 20898-2, Mechanical properties of fasteners — Part 2: Nuts with specified proof load values — Coarse thread (ISO 898-2:1992).

- EN ISO 898-1, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread (ISO 898-1:2009).
- EN ISO 1479, Hexagon head tapping screws (ISO 1479:1983).
- EN ISO 1481, Slotted pan head tapping screws (ISO 1481:1983).
- EN ISO 4042, Fasteners — Electroplated coatings (ISO 4042:1999).
- EN ISO 6789, Assembly tools for screws and nuts — Hand torque tools — Requirements and test methods for design conformance testing, quality conformance testing and recalibration procedure (ISO 6789:2003).
- EN ISO 7049, Cross recessed pan head tapping screws (ISO 7049:1983).
- EN ISO 7089, Plain washers — Normal series — Product grade A (ISO 7089:2000).
- EN ISO 7090, Plain washers, chamfered — Normal series — Product grade A (ISO 7090:2000).
- EN ISO 7091, Plain washers — Normal series — Product grade C (ISO 7091:2000).
- EN ISO 7092, Plain washers — Small series — Product grade A (ISO 7092:2000).
- EN ISO 7093-1, Plain washers — Large series — Part 1: Product grade A (ISO 7093-1:2000).
- EN ISO 7093-2, Plain washers — Large series — Part 2: Product grade C (ISO 7093-2:2000).
- EN ISO 7094, Plain washers — Extra large series — Product grade C (ISO 7094:2000) (Corrigendum AC:2002 incorporated).
- EN ISO 10684, Fasteners — Hot dip galvanized coatings (ISO 10684:2004).
- EN ISO 15480, Hexagon washer head drilling screws with tapping screw thread (ISO 15480:1999).
- EN ISO 15976, Closed end blind rivets with break pull mandrel and protruding head — St/St (ISO 15976:2002).
- EN ISO 15979, Open end blind rivets with break pull mandrel and protruding head — St/St (ISO 15979:2002).
- EN ISO 15980, Open end blind rivets with break pull mandrel and countersunk head — St/St (ISO 15980:2002).
- ISO 10509, Hexagon flange head tapping screws.

3.5 PREPARAZIONE

- EN ISO 9013, Thermal cutting — Classification of thermal cuts — Geometrical product specification and quality tolerances (ISO 9013:2002).
- ISO 286-2, Geometrical product specifications (GPS) — ISO code system for tolerances on linear sizes — Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts.
- CEN/TR 10347, Guidance for forming of structural steels in processing.

3.6 SALDATURE

- EN 287-1, Qualification test of welders — Fusion welding — Part 1: Steels.

- EN 1011-1:1998,Welding — Recommendations for welding of metallic materials — Part 1: General guidance for arc welding.
- EN 1011-2:2001,Welding — Recommendations for welding of metallic materials — Part 2: Arc welding of ferritic steels.
- EN 1418,Welding personnel — Approval testing of welding operators for fusion welding and resistance weld setters for fully mechanized and automatic welding of metallic materials.
- EN ISO 3834 (all parts),Quality requirements for fusion welding of metallic materials (ISO 3834:2005).
- EN ISO 4063,Welding and allied processes — Nomenclature of processes and reference numbers (ISO 4063: 2009, Corrected version 2010-03-01).
- EN ISO 5817, Welding — Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections (ISO 5817:2003, corrected version:2005, including Technical Corrigendum 1:2006)
- EN ISO 9692-1,Welding and allied processes — Recommendations for joint preparation — Part 1: Manual metal-arc welding, gas-shielded metal-arc welding, gas welding, TIG welding and beam welding of steels (ISO 9692-1:2003).
- EN ISO 9692-2,Welding and allied processes — Joint preparation — Part 2: Submerged arc welding of steels (ISO 9692-2:1998).
- EN ISO 13916,Welding — Guidance on the measurement of preheating temperature, interpass temperature and preheat maintenance temperature (ISO 13916:1996).
- EN ISO 14373, Resistance welding — Procedure for spot welding of uncoated and coated low carbon steels (ISO 14373:2006).
- EN ISO 14554 (all parts),Quality requirements for welding — Resistance welding of metallic materials (ISO 14544-1:2000).
- EN ISO 14555,Welding — Arc stud welding of metallic materials (ISO 14555:2006).
- EN ISO 14731,Welding coordination — Tasks and responsibilities (ISO 14731:2006).
- EN ISO 15609-1, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 1: Arc welding (ISO 15609-1:2004).
- EN ISO 15609-4, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 4: Laser beam welding (ISO 15609-4:2009).
- EN ISO 15609-5,Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 5: Resistance welding (ISO 15609-5:2004).
- EN ISO 15610,Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification based on tested welding consumables (ISO 15610:2003).
- EN ISO 15611,Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification based on previous welding experience (ISO 15611:2003).
- EN ISO 15612,Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification by adoption of a standard welding procedure (ISO 15612:2004).

- EN ISO 15613, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification based on pre-production welding test (ISO 15613:2004).
- EN ISO 15614-11, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test — Part 11: Electron and laser beam welding (ISO 15614-11:2002).
- EN ISO 15614-13, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test — Part 13: Resistance butt and flash welding (ISO 15614-13:2005).
- EN ISO 15620, Welding — Friction welding of metallic materials (ISO 15620:2000).
- EN ISO 16432, Resistance welding — Procedure for projection welding of uncoated and coated low carbon steels using embossed projection(s) (ISO 16432:2006).
- EN ISO 16433, Resistance welding — Procedure for seam welding of uncoated and coated low carbon steels (ISO 16433:2006).

3.7 PROVE SUI MATERIALI

- EN 473, Non destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel — General principles.
- EN 571-1, Non destructive testing — Penetrant testing — Part 1: General principles.
- EN 970, Non-destructive examination of fusion welds — Visual examination.
- EN 1290, Non-destructive examination of welds — Magnetic particle examination of welds.
- EN 1435, Non-destructive testing of welds — Radiographic testing of welded joints.
- EN 1713, Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Characterization of indications in welds.
- EN 1714, Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing of welded joints.
- EN 10160, Ultrasonic testing of steel flat product of thickness equal or greater than 6 mm (reflection method).
- EN 12062:1997, Non-destructive examination of welds — General rules for metallic materials.
- EN ISO 6507 (all parts), Metallic materials — Vickers hardness test (ISO 6507:2005).
- EN ISO 9018, Destructive tests on welds in metallic materials — Tensile test on cruciform and lapped joints (ISO 9018:2003).
- EN ISO 10447, Resistance welding - Peel and chisel testing of resistance spot and projection welds (ISO 10447:2006).

3.8 PROTEZIONE ALLA CORROSION

- EN 14616, Thermal spraying — Recommendations for thermal spraying.
- EN 15311, Thermal spraying — Components with thermally sprayed coatings — Technical supply conditions.
- EN ISO 1461:1999, Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles — Specifications and test methods (ISO 1461:1999).

- EN ISO 2063, Thermal spraying — Metallic and other inorganic coatings — Zinc, aluminium and their alloys (ISO 2063:2005).
- EN ISO 2808, Paints and varnishes — Determination of film thickness (ISO 2808:2007).
- EN ISO 8501 (all parts), Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness.
- EN ISO 8503-1, Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates — Part 1: Specifications and definitions for ISO surface profile comparators for the assessment of abrasive blast-cleaned surfaces (ISO 8503-1:1988).
- EN ISO 8503-2, Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates — Part 2: Method for the grading of surface profile of abrasive blast-cleaned steel — Comparator procedure (ISO 8503-2:1988).
- EN ISO 12944 (all parts), Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems (ISO 12944:1998).
- EN ISO 14713-1, Zinc coatings — Guidelines and recommendations for the protection against corrosion of iron and steel in structures — Part 1: General principles of design and corrosion resistance (ISO 14713-1:2009).
- EN ISO 14713-2, Zinc coatings — Guidelines and recommendations for the protection against corrosion of iron and steel in structures — Part 2: Hot dip galvanizing (ISO 14713-2:2009).
- ISO 19840, Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces.

3.9 TOLLERANZE

- EN ISO 13920, Welding — General tolerances for welded constructions — Dimensions for lengths and angles — Shape and position (ISO 13920:1996).

3.10 MISTE

- EN 508-1, Roofing products from metal sheet — Specification for self-supporting products of steel, aluminium or stainless steel sheet — Part 1: Steel.
- EN 508-3, Roofing products from metal sheet — Specification for self-supporting products of steel, aluminium or stainless steel sheet — Part 3: Stainless steel.
- ISO 2859-5, Sampling procedures for inspection by attributes — Part 5: System of sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (ALQ) for lot-by-lot inspection.

4. MATERIALI

4.1 GENERALE

I materiali di base utilizzati devono preferenzialmente essere scelti tra quelli rispondenti alle normative Europee di seguito riportate in tabella per tipologia e conformi alla **EN 1090-1/2**. Nel caso particolare si fosse costretti ad utilizzare un materiale non rispondente ad alcuna di queste norme occorre specificare e certificare le sue caratteristiche attraverso prove ed indagini che portino alla definizione delle sue proprietà.

Definizioni e requisiti specificati dalla **EN 10021** si applicano insieme (in aggiunta) a quelli specificati dalle normative Europee relative allo specifico materiale

4.2 IDENTIFICAZIONE, DOCUMENTI DI CONTROLLO E TRACCIABILITÀ

Tutti i materiali utilizzati devono essere accompagnati da **certificati di controllo, rapporti su prove (tests reports) e dichiarazione di conformità**.

Il controllo della superficie per difetti rivelati durante la preparazione superficiale deve essere incluso nei piani di controllo e prova (inspection and test plan).

I difetti superficiali negli acciai devono essere riparati in accordo alla **EN 1090-1/2**. I materiali riparati possono essere utilizzati purchè vengano garantite le proprietà del materiale originale.

I documenti di controllo per i prodotti metallici devono essere in accordo alla **EN 10204**.

Di seguito riportata la tabella indicante il tipo di documento necessario in base alla tipologia di materiale (Table 1).

Table 1 — Inspection documents for metallic products

Constituent product	Inspection documents
Structural steels (Tables 2 and 3)	according to Table B.1 of EN 10025-1:2004 ^{a b}
Stainless steels (Table 4)	3.1
Steel castings	according to Table B.1 of EN 10340:2007
Welding consumables (Table 5)	2.2
Structural bolting assemblies	2.1 ^c
Hot rivets	2.1 ^c
Self-tapping and self-drilling screws and blind rivets	2.1
Studs for arc studs welding	2.1 ^c
Expansion joints for bridges	3.1
High strength cables	3.1
Structural bearings	3.1

^a For structural steel grade S355 JR or J0 inspection document 3.1 is required for EXC2, EXC3 and EXC4.

^b EN 10025-1 requires that the elements included in the CEV formula shall be reported in the inspection document. The reporting of other added elements required by EN 10025-2 should include Al, Nb, and Ti.

^c If a 3.1 certificate is required, this may be substituted by a manufacturing lot identification mark.

Per le categorie di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4 se si utilizzano materiali con diverse caratteristiche di resistenza o qualità all'interno dell'officina, ogni elemento deve essere contraddistinto con una marcatura "speciale" che riporti il dato di resistenza e/o qualità in maniera inequivocabile.

I metodi e modi di marcatura devono essere in accordo alla **EN 1090-1/2** ed alla presente specifica.

I prodotti richiedenti marcatura o marcatura "speciale" non marcati saranno considerati non conformi ed andranno trattati come tali.

4.3 ACCIAI STRUTTURALI

4.3.1 Generale

Sono di seguito riportate le tabelle (Table 1 and Table 2) indicanti i materiali e le relative norme Europee di standard prodotto accettate. Resistenze, qualità, finiture e trattamenti superficiali vanno specificati insieme ad ogni altra opzione permessa dal relativo “standard prodotto” incluse quelle relative alla zincatura a caldo.

In tabella 3 (Table 3) sono riportati gli acciai al carbonio adatti alla formatura a freddo.

Table 2 — Product standards for structural carbon steels

Products	Technical delivery requirements	Dimensions	Tolerances
I and H sections	EN 10025-1 and EN 10025-2 EN 10025-3 EN 10025-4 EN 10025-5 EN 10025-6 As relevant	Not available	EN 10034
Hot-rolled taper flange I sections		Not available	EN 10024
Channels		Not available	EN 10279
Equal and unequal leg angles		EN 10056-1	EN 10056-2
T Sections		EN 10055	EN 10055
Plates, flats, wide flats		Not applicable	EN 10029 EN 10051
Bars and rods	As relevant	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
Hot finished hollow sections	EN 10210-1	EN 10210-2	EN 10210-2
Cold formed hollow sections	EN 10219-1	EN 10219-2	EN 10219-2

Table 3 — Product standards for sheet and strip suitable for cold forming

Products	Technical delivery requirements	Tolerances
Non-alloy structural steels	EN 10025-2	EN 10051
Weldable fine grain structural steels	EN 10025-3, EN 10025-4	EN 10051
High yield strength steels for cold forming	EN 10149 A1, EN 10268	EN 10029, EN 10048, EN 10051, EN 10131, EN 10140 A1
Cold reduced steels	ISO 4997	EN 10131
Continuously coated hot dip coated steels	EN 10346 A1	EN 10143
Continuously organic coated steel flat products	EN 10169 A1	EN 10169 A1
Narrow strips	EN 10139	EN 10048 EN 10140

4

L

EXC4: Class B

Per gli altri prodotti di acciaio lo spessore “Class A” deve essere usato se non diversamente specificato.

4.3.3 Stato delle superfici

Per acciai al carbonio lo stato delle superfici richiesto deve rispettare:

- Classe A2 per piatti e larghi piatti in accordo ai requisiti della norma **EN 10163-2**.
- Classe C1 per tutte le sezioni in accordo ai requisiti della norma **EN 10163-3**. Dovrà essere in oltre specificato se imperfezioni come cricche superficiali, shell, cuciture ecc, saranno riparate.

In ogni caso la preparazione superficiale deve tale per cui vengano raggiunti i requisiti in accordo con la presente specifica ed alla normativa **EN 1090-1/2**.

4.3.4 Proprietà speciali

Per le categorie di esecuzione EXC3 ed EXC4 deve essere usata la categoria di qualità sulla discontinuità interna S1 (riferimento normativo **EN 10160**) nei nodi a croce in cui lo sforzo primario di trazione venga trasmesso attraverso lo spessore (sollecitando il “traverso corto”) del piatto. Il controllo andrà effettuato su una larghezza pari a 4 volte lo spessore del piatto attraverso il quale lo sforzo viene trasmesso su entrambi i lati.

Nel caso di zone vicine a diaframmi o irrigidimenti saldati particolarmente sollecitati la categoria di qualità S1 (riferimento normativo **EN 10160**) va applicata alla flangia o all'anima per una larghezza di 25 volte lo spessore del piatto che trasmette lo sforzo.

4.4 CONSUMABILI DI SALDATURA (MATERIALI DI APPORTO)

Tutti i consumabili di saldatura devono essere conformi ai requisiti della **EN 13479** ed ai relativi standard di prodotto come sotto riportato (Table 5).

Table 5 — Product standards for welding consumables

Welding consumables	Product standards
Shielding gases for arc welding and cutting	EN ISO 14175
Wire electrodes and deposits for gas-shielded metal arc welding of non-alloy and fine grain steels	EN ISO 14341
Solid wires, solid wire-flux and tubular cored electrode-flux combinations for submerged arc welding of non alloy and fine grain steels	EN 756
Covered electrodes for manual arc welding of high strength steels	EN 757
Tubular cored electrodes for metal arc welding with and without gas shield of non alloy and fine grain steels	EN ISO 17632
Fluxes for submerged arc welding	EN 760
Covered electrodes for manual arc welding of stainless and heat resisting steels	EN 1600
Rods, wires and deposits for tungsten inert gas welding of non alloy and fine grain steels	EN ISO 636
Covered electrodes for manual arc welding of non-alloy and fine grain steels	EN ISO 2560
Wires electrodes, wires and rods for arc welding of stainless and heat-resisting steels	EN ISO 14343
Wire electrodes, wires, rods and deposits for gas-shielded arc welding of high strength steels	EN ISO 16834
Wire and tubular cored electrodes and electrode-flux combinations for submerged arc welding of high strength steels	EN 14295
Tubular cored electrodes for metal arc welding with or without a gas shield of stainless and heat-resisting steels	EN ISO 17633
Tubular cored electrodes for gas shielded metal arc welding of high strength steels	EN ISO 18276

I tipi di consumabili di saldatura devono essere appropriati al tipo di processo di saldatura utilizzato, al materiale da saldare ed alle procedure di saldatura.

Se si saldano materiali relativi alla normativa **EN 10025-5** (acciai resistenti alla corrosione atmosferica) si devono utilizzare consumabili di saldatura con almeno le stesse caratteristiche a riguardo della corrosione atmosferica.

Se non diversamente specificato si può altresì usare una delle seguenti opzioni (vedi Table 6).

Table 6 — Welding consumables to be used with steels according to EN 10025-5

Process	Option 1	Option 2	Option3
111	Matching	2,5 % Ni	1 % Cr 0,5 % Mo
135	Matching	2,5 % Ni	1 % Cr 0,5 % Mo
121,122	Matching	2 % Ni	1 % Cr 0,5 % Mo
Matching: 0,5 % Cu and other alloy elements			
NOTE See also 7.5.10.			

4.5.1 Generale

La resistenza alla corrosione degli elementi di fissaggio deve essere simile a quella degli elementi fissati.

La zincatura a caldo dei fissaggi deve essere conforme alla **EN ISO 10684**.

La zincatura a freddo dei fissaggi deve essere conforme alla **EN ISO 4042**.

4.5.2 Terminologia

- Rosetta: rosetta piatta o smussata
- Bullone: assemblato vite + dado + rosetta/e (a seconda della necessità)

4.5.3 Bulloni strutturali per applicazioni senza precarico (serraggio non controllato)

Le bullonature per applicazioni senza precarico devono essere conformi alla **EN 15048-1**. Possono essere utilizzati anche bulloni conformi alla **EN 14399-1**.

Devono essere specificate le proprietà meccaniche per i bulloni in acciaio al carbonio e acciai legati con diametri più larghi di quelli specificati nella **EN ISO 898-1** ed **EN 20898-2**.

4.5.4 Bulloni strutturali per applicazioni con precarico (serraggio controllato)

Le bullonature ad alta resistenza per applicazioni con precarico comprendono i “sistemi” HR, HV ed HRC.

Le bullonature ad alta resistenza per applicazioni con precarico devono essere conformi alla **EN 14399-1** ed agli Standards Europei elencati sotto (Table 7).

Table 7 — Product standards for high strength structural bolting assemblies for preloading

Bolts and nuts	Washers
EN 14399-3	
EN 14399-4	
EN 14399-7	EN 14399-5
EN 14399-8	EN 14399-6
A1 EN 14399-10 A1	

Gli indicatori diretti di coppia di serraggio bullone (ES. Rosette con silicone colorato) devono essere in accordo alla **EN 14399-9**.

Questi tipi di bulloni non vanno usati su materiali ad elevata resistenza alla corrosione (autoprotetti).

4.5.6 Bulloni con elevata resistenza alla corrosione

Le caratteristiche meccaniche e le prestazioni dei bulloni con elevata resistenza alla corrosione devono essere conformi ai requisiti specificati nella **EN 14399-1** o **EN 15048-1** (a seconda dell'applicazione).

4.5.7 Tirafondi (bulloni di fondazione / di ancoraggio)

Le proprietà meccaniche dei tirafondi devono essere in accordo con la **EN ISO 898-1** o fabbricati da profili laminati a caldo conformi alle **EN 10025-2/3/4**. Se specificato può essere usato acciaio da armatura conforme alla **EN 10080** specificando la resistenza di acciaio voluta.

4.5.8 Dispositivi di bloccaggio bulloni

Possono essere utilizzati dispositivi di bloccaggio bulloni in condizioni di vibrazioni o altre cause che ne possano compromettere la chiusura e causare “l’allentamento o svitaggio”.

Se non diversamente specificato usare prodotti conformi alla **EN ISO 2320**, **EN ISO 7040**, **EN ISO 7042**, **EN ISO 7719**, **EN ISO 10511**, **EN ISO 10512** and **EN ISO 10513**.

4.5.9 Rosette

Per gli acciai al carbonio possono essere usate rosette in accordo alla **EN ISO 7089**, **EN ISO 7090**, **EN ISO 7091**, **EN ISO 7092**, **EN ISO 7093** e **EN ISO 7094**.

Le rosette coniche dovranno rispettare la norma di prodotto in questione.

4.5.10 Rivetti a caldo

I rivetti a caldo dovranno rispettare la norma di prodotto in questione.

4.5.11 Elementi di fissaggio per componenti a spessore sottile

Le viti auto-perforanti devono essere in accordo alla **EN ISO 15480**.

Le viti auto-filettanti devono essere in accordo alla **EN ISO 1481**, **EN ISO 7049**, **EN ISO 1479** o **ISO 10509**.

I rivetti a strappo devono essere conformi alla **EN ISO 15976**, **EN ISO 15979**, **EN ISO 15980**, **EN ISO 15983** o **EN ISO 15984**.

Perni con cartuccia esplosiva e perni pneumatici devono essere considerati connettori speciali.

I connettori meccanici che si utilizzano per l'installazione di pannelli devono essere di un tipo specificato per ogni applicazione.

4.5.12 Connettori speciali

I connettori speciali sono connettori non trattati da norme europee o internazionali.

Devono essere specificati così come ogni prova necessaria alla loro "qualificazione".

4.5.13 Fornitura ed identificazione

I connettori, secondo i punti da 4.5.3 a 4.5.6, devono essere forniti ed identificati in conformità ai requisiti della norma di prodotto pertinente.

I connettori, secondo i punti da 4.5.7 a 4.5.12 devono essere forniti ed identificati come segue:

- a) Devono essere forniti in un adeguato e duraturo imballaggio ed etichettati in modo tale che il contenuto sia facilmente identificabile.
- b) L'etichettatura o la documentazione di accompagnamento deve essere conforme alla norma di prodotto e dovrebbe contenere. Le seguenti informazioni in forma leggibile e durevole:
 - identificazione del produttore e, se pertinente, numero di lotto;
 - tipo di connettore e materiale di cui è costituito e, se opportuno, specifiche di assemblaggio;
 - rivestimento protettivo;
 - dimensioni in millimetri, se necessario per diametro nominale e lunghezza, e, se opportuno, diametro della rondella, spessore ed effettivo rapporto di compressione della parte elastomerica;
 - dimensione della punta di perforazione, se opportuno;
 - per le viti : i dettagli dei valori di coppia limite;
 - per i perni con cartuccia esplosiva e per i perni pneumatici : i dettagli della cartuccia esplosiva e della forza motrice se opportuno.
- c) La marcatura degli elementi di collegamento deve essere conforme ai requisiti della norma di prodotto.

4.6 PERNI, PIOLI E CONNETTORI A TAGLIO

I perni per la saldatura ad arco dei perni inclusi i connettori a taglio per le costruzioni miste acciaio/calcestruzzo devono essere conformi ai requisiti della **EN ISO 13918**.

Connettori a taglio diversi da quelli del tipo a prigioniero devono essere classificati come connettori speciali e conformi al punto 4.5.12.

4.7 CAVI AD ALTA RESISTENZA, TONDI, BARRE, ASTE ED ACCESSORI (TERMINAZIONI)

I fili per cavi ad alta resistenza devono essere trafilati a freddo o i fili di acciaio devono essere laminati a freddo ed essere conformi ai requisiti della **EN 10264-3** o della **EN 10264-4**.

Se opportuno, devono essere specificati il grado di resistenza alla trazione e la classe di rivestimento secondo la **EN 10244-2**.

I fili per i cavi ad alta resistenza devono essere conformi ai requisiti del **EN 10138-3**.

La designazione e la classe del filo devono essere specificati.

Le funi di acciaio devono essere conformi ai requisiti della **EN 12385-1** e **EN 12385-10**.

Il carico di rottura minimo ed il diametro della fune di acciaio e, se opportuno, i requisiti relativi alla protezione contro la corrosione devono essere specificati.

Il materiale di riempimento per il capocorda deve essere conforme ai requisiti della **EN 13411-4**.

Il materiale deve essere scelto tenendo conto della temperatura di servizio e le azioni agenti su di esso in modo tale che venga evitata la fessurazione continua all'interno del capocorda.

4.8 APPOGGI STRUTTURALI

Gli appoggi strutturali devono essere conformi ai requisiti della **EN 1337-2**, **EN 1337-3**, **EN 1337-4**, **EN 1337-5**, **EN 1337-6**, **EN 1337-7** e **EN 1337-8** se pertinente.

4.9 MALTE

Le malte da utilizzare devono essere specificate. Devono essere malte a base cementizia, malte speciali o di cementi fini.

Le malte a base cementizia da utilizzare tra le basi di acciaio o le piastre portanti e le fondazioni di calcestruzzo devono essere realizzate come segue:

- a) per spessore nominale non maggiori di 25 mm: puro cemento Portland;
- b) per spessore nominale compreso tra 25 e 50 mm: malta fluida di cemento Portland in rapporto non minore a 1:1 tra cemento e aggregati fini;
- c) per lo spessore nominale di 50 mm e superiori: a secco il più possibile malta di cemento Portland in rapporto non minore a 1:2 tra cemento e aggregati fini.

Le malte speciali comprendono malte a base cementizia impiegate con additivi, malte espandenti e malte a base di resina. Si raccomanda l'utilizzo di malte a basso ritiro.

Le malte speciali devono essere accompagnate da dettagliate istruzioni per l'uso fornite dal produttore.

I cementi fini devono essere utilizzati solo tra le basi di acciaio o le piastre portanti e le fondazioni di calcestruzzo che hanno lacune con spessore nominale di 50 mm o superiore.

5. PREPARAZIONE ED ASSEMBLAGGIO

5.1 GENERALE

Questo punto specifica i requisiti per taglio, modellatura, foratura e assemblaggio di componenti di acciaio per il loro inserimento nei diversi componenti.

La preparazione ed assemblaggio di componenti devono sempre essere conformi alla **EN 1090-1/2**.

Saldatura e fissaggio meccanico sono trattati nei punti 6 e 7.

La carpenteria metallica deve essere prodotta tenendo conto dei requisiti del punto 9 e nei limiti di tolleranza specificati al punto 10.

5.2 IDENTIFICAZIONE

I componenti di classi EXC3 e EXC4 devono essere identificati da certificati di controllo.

Tacche cesellate non sono consentite.

I seguenti requisiti si applicano a metodi di identificazione quali stampi a freddo, punzonatura o marchi perforati utilizzati per la marcatura di singoli componenti o di un lotto di componenti simili:

- sono ammessi solo per i tipi di acciaio fino al S355;
- non sono ammessi per gli acciai inossidabili;
- non sono ammessi sui materiali rivestiti per i componenti formati a freddo;
- devono essere utilizzati solo nelle zone specificate in cui il metodo di marcatura non pregiudichi il comportamento a fatica.

5.3 MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO

I prodotti costituenti devono essere movimentati e conservati in condizioni che siano in conformità alle raccomandazioni del produttore.

Un prodotto costituente non deve essere utilizzato al di là della durata di conservazione specificata dal produttore. I prodotti che sono stati movimentati o immagazzinati in un modo o per un periodo di tempo che avrebbe potuto portare ad un significativo deterioramento del prodotto stesso devono essere controllati prima dell'impiego per assicurare che siano ancora conformi alla norma di prodotto.

I componenti di acciaio strutturale devono essere imballati, movimentati e trasportati in modo sicuro, in modo che non si verifichino deformazioni permanenti e i danneggiamenti superficiali siano minimi.

Applicare misure preventive per la movimentazione e lo stoccaggio al fine di evitare i problemi sopra elencati, vedi tabella sotto (Table 8).

Table 8 — List of handling and storage preventive measures

Lifting	
1	Protection of components from damage at the lifting points
2	Avoidance of single point lifting of long components by use of spreader beams as appropriate
3	Bundling together lightweight components particularly prone to edge damage, twisting and distortion if handled as individual items. Care taken to avoid localized damage where component touch each other, to unstiffened edges at lifting points or other zones where a significant proportion of the weight of the bundle is imposed on a single unreinforced edge
Storage	
4	Stacking of manufactured components stored before transportation or erection clear of the ground to be kept clean
5	Necessary supports to avoid permanent deformations
6	Storage of profiled sheeting, and other materials supplied with pre-finished decorative surfaces according to the requirements of relevant standards
Protection against corrosion	
7	Avoidance of accumulation of water
8	Precautions in order to avoid the penetration of moisture into bundles of sections with metallic pre-coatings
NOTE: In case of prolonged open storage on site the bundles of sections should be opened and the sections	

5.4 TAGLIO

5.4.1 Generale

Il taglio deve essere effettuato in modo tale che i requisiti per le tolleranze geometriche, la massima durezza e la morbidezza dei bordi liberi, come specificato nella presente norma europea, siano soddisfatti.

Per materiali rivestiti il metodo di taglio deve essere scelto in modo da ridurre al minimo i danni al rivestimento .

Sbavature che potrebbero causare lesioni o impedire il corretto allineamento o assestamento dei profili o delle lamine devono essere eliminate.

5.4.2 Tranciatura e roditura

Le superfici con bordo libero devono essere controllate e levigate come necessario al fine di eliminare difetti rilevanti. Se si utilizza rettifica o lavorazione dopo la tranciatura o la roditura, la profondità minima di rettifica o di lavorazione deve essere di 0,5 mm.

5.4.3 Taglio Termico

La qualità delle superfici tagliate definite in conformità alla **EN ISO 9013** deve essere come segue:

- per EXC1 i bordi tagliati che siano esenti da irregolarità significative sono accettabili purchè sia rimossa ogni scoria. Può essere utilizzato un intervallo 5 di tolleranze di perpendicolarità o angolosità, u ;
- la tabella di seguito riportata (Table 9) specifica i requisiti per altre classi di esecuzione.

Table 9 — Quality of the cut surfaces

	Perpendicularity or angularity tolerance, u	Mean height of the profile, Rz5
EXC2	Range 4	Range 4
EXC3	Range 4	Range 4
EXC4	Range 3	Range 3

5.4.4

Per gli acciai al carbonio la durezza del bordo delle superfici libere deve essere conforme alla tabella sotto riportata (Table 10).

In questo caso i processi che sono in grado di alterare la durezza locale (taglio termico, taglio a cesoia, punzonamento) devono essere monitorati e controllati. Al fine di raggiungere la durezza richiesta del bordo delle superfici libere, deve essere applicato un preriscaldamento adeguato del materiale.

Table 10 — Permitted maximum hardness values (HV 10)

Product standards	Steel grades	Hardness values
EN 10025-2 to -5	S235 to S460	380
EN 10210-1, EN 10219-1		
EN 10149-2 and EN 10149-3	S260 to S700	

Se non diversamente specificato, la verifica della conformità dei processi deve essere secondo la EN 1090-1/2.

Le prove di durezza eventuali devono essere in conformità alla **EN ISO 6507**.

5.5 FORMATURA

5.5.1 Generale

L' acciaio può essere piegato, pressato o forgiato nella forma desiderata o da processi a caldo o da processi a freddo, purchè le proprietà non siano ridotte ad un livello inferiore a quelle specificate per il materiale lavorato.

Requisiti e raccomandazioni per formature a caldo, a freddo e raddrizzatura a fiamma degli acciai devono essere come quelli indicati nelle norme di prodotto pertinenti e nel **CEN/TR 10347**.

Componenti sagomati che presentano fessure o strappi lamellari o danni ai trattamenti delle superfici, devono essere trattati come prodotti non conformi.

5.5.2 Formatura a Caldo

La formatura mediante formatura a caldo deve essere conforme ai requisiti in materia di stampaggio a caldo della norma di prodotto pertinente e alle raccomandazioni del produttore di acciaio.

Per gli acciai secondo la **EN 10025-4** e in condizioni di fornitura +M secondo la **EN 10025-2**, lo stampaggio a caldo non è consentito.

Per gli acciai bonificati e temperati la formatura a caldo non è consentita a meno che non siano soddisfatti i requisiti della **EN 10025-6**.

La formatura mediante formatura a caldo ($T > 580^{\circ}\text{C}$) di componenti stampati a freddo di spessore sottile e lamiere non è ammessa se il carico di snervamento nominale è ottenuto da formatura a freddo.

Per i tipi di acciaio fino a S355 compreso, il processo di formatura a caldo deve avvenire allo stato rovente (da 600°C a 650°C) e la temperatura, i tempi e la velocità di raffreddamento devono essere adeguati al particolare tipo di acciaio. Non è permessa la piegatura e la formatura della gamma a calore blu (da 250°C a 380°C).

5.5.3 Raddrizzatura a fiamma ("Calde")

Se una deformazione deve essere corretta mediante raddrizzatura a fiamma, questa deve essere eseguita mediante l'applicazione locale di calore, assicurando che la temperatura massima dell'acciaio e la procedura di raffreddamento siano controllati.

Per EXC3 e EXC4 deve essere sviluppata una procedura opportuna. La procedura deve includere almeno:

- la temperatura massima dell'acciaio e la procedura di raffreddamento consentiti;
- il metodo di riscaldamento;
- il metodo utilizzato per la misurazione della temperatura;
- i risultati delle prove meccaniche effettuate per il processo di approvazione;
- l'individuazione dei lavoratori aventi diritto di applicare il processo;

5.5.4 Formatura a freddo

La formatura mediante stampaggio a freddo, prodotta mediante profilatura, pressatura o piegatura deve essere conforme ai requisiti di formabilità a freddo indicati nella norma di prodotto pertinente. Il martellamento non deve essere utilizzato.

- Per i tipi di acciaio oltre S355, se un trattamento di rilassamento delle tensioni viene effettuato dopo formatura a freddo, devono essere soddisfatte le seguenti due condizioni:
 - 1) temperatura di esercizio: tra 530 ° C e 580 ° C.
 - 2) tempo di mantenimento: 2 min/mm di spessore del materiale, ma con un tempo minimo di 30 min.
- Profili e lamiere formate a freddo possono essere formati con pressa, con curvatura liscia o piegati a gomito, come più appropriato a seconda dei materiali da utilizzare.

Per le componenti e le lamiere formate a freddo utilizzate come componenti strutturali, la piegatura mediante formatura a freddo deve essere conforme alle seguenti due condizioni:

- 1) né il rivestimento superficiale né l'accuratezza del profilo devono essere compromessi;
- 2) deve essere specificato se i prodotti costituenti richiedono membrane protettive da applicare prima della formatura.

Alcuni rivestimenti e finiture sono particolarmente soggetti a danni da abrasione, sia in fase di formazione che, successivamente, durante l'erezione. Per ulteriori informazioni, vedere **EN 508-1** e **EN 508-3**.

La piegatura a freddo di componenti a sezione cava può essere utilizzata purché la durezza e la geometria del prodotto, come componente piegato, venga controllato.

La piegatura a freddo può causare l'alterazione delle proprietà della sezione (per esempio, concavità, ovalità e spessore di parete) e aumentare la durezza.

- Per i tubi circolari la piegatura mediante formatura a freddo deve, se non diversamente specificato, rispettare le seguenti tre condizioni:
 - 1) il rapporto tra il diametro esterno del tubo per lo spessore della parete non deve essere maggiore di 15;
 - 2) il raggio di curvatura (alla mezzeria del tubo) non deve essere minore di 1,5d o d+100 mm, a seconda di quale sia il valore maggiore, in cui d è il diametro complessivo del tubo;
 - 3) nella sezione trasversale la saldatura a rulli longitudinale deve essere posizionata vicino all'asse neutro, al fine di ridurre le sollecitazioni di flessione nella saldatura.

5.6 FORATURE

5.6.1 Dimensioni dei fori

Questo punto si applica per la realizzazione di fori per le connessioni con connettori meccanici e perni.

La tolleranza nominale per viti e perni non prevista per agire in condizioni particolari deve essere come sotto specificato (Table 11).

La tolleranza nominale è definita come:

- la differenza tra il diametro nominale del foro e il diametro nominale del bullone per fori tondi;
- la differenza rispettivamente tra la lunghezza o la larghezza del foro e il diametro nominale del bullone per i fori ovalizzati.

Table 11 — Nominal clearances for bolts and pins (mm)

Nominal bolt or pin diameter d (mm)	12	14	16	18	20	22	24	27 and over
Normal round holes ^a	1 ^{b,c}		2				3	
Oversize round holes	3		4			6		8

Per i bulloni calibrati il diametro nominale del foro deve essere uguale al diametro dello stelo del bullone.

Per i bulloni calibrati a cui si riferisce la **EN 14399-8** il diametro nominale del gambo è di 1 mm più grande del diametro nominale della parte filettata.

Per i rivetti a caldo il diametro nominale del foro deve essere specificato.

Per i bulloni svasati o i rivetti a caldo, dimensioni nominali della svasatura e loro tolleranze devono essere tali che dopo l'installazione del bullone o del rivetto essi siano a filo con la superficie esterna dello strato esterno. Le dimensioni della svasatura devono essere specificate di conseguenza. Se la svasatura attraversa più di uno strato, gli strati devono essere tenuti saldamente insieme durante la svasatura.

Se i bulloni svasati sono identificati per l'uso in tensione o le applicazioni precaricate, la profondità nominale di svasatura deve essere di almeno 2 mm minore rispetto allo spessore nominale dello strato esterno.

I 2 mm sono per consentire tolleranze negative.

Per rivetti ciechi utilizzati per il fissaggio dei profili di lamiera, la tolleranza del diametro del foro (dh) deve rispettare le seguenti condizioni, secondo le norme per rivetti forniti al punto 4.5.11:

$$d_{nom} + 0,1 \text{ mm} \leq d_h \leq d_{nom} + 0,2 \text{ mm con } d_{nom} = \text{diametro nominale del rivetto}$$

5.6.2 Tolleranze sul diametro del foro per bulloni e perni

Se non diversamente specificato, il diametro dei fori deve soddisfare i seguenti requisiti:

- fori per viti e perni calibrati: classe H11 secondo la **ISO 286-2**;
- altri fori: $\pm 0,5$ mm, il diametro del foro preso come la media dei diametri di entrata e di uscita (vedere figura 1).

5.6.3 Esecuzione dei fori

I fori per i connettori o per i perni possono essere realizzati con qualsiasi processo (foratura, punzonatura, laser, plasma o altro taglio termico), purchè ciò produca un foro finito tale che:

- a) i requisiti di taglio in materia di durezza e qualità locali della superficie di taglio, secondo il punto 5.4 siano soddisfatte;
- b) tutti i fori corrispondenti per i connettori o i perni siano accoppiati l'un l'altro in modo che i connettori possano essere inseriti liberamente attraverso gli elementi da collegare in una direzione perpendicolare alle facce di contatto.

La punzonatura è consentita purchè lo spessore nominale della componente non sia maggiore del diametro nominale del foro, o per un foro non circolare, della sua dimensione minima.

Per EXC1 e EXC2, i fori possono essere realizzati mediante punzonatura senza alesaggio se non diversamente specificato.

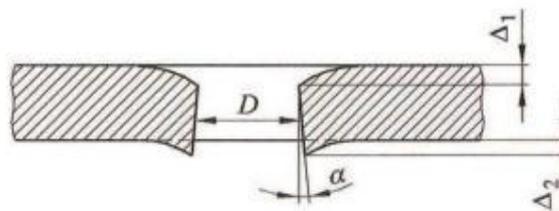
Per EXC3 ed EXC4, la punzonatura senza alesatura non è consentita se lo spessore della lastra è maggiore di 3 mm. Per spessori della lastra maggiori di 3 mm i fori devono essere punzonati sottodimensionando di almeno 2 mm il diametro. Per spessori di lastre o lamiere minori o uguali a 3 mm (cioè lamiere), i fori possono essere ottenuti da una punzonatura a dimensione piena.

Il processo di foratura deve essere controllato periodicamente in conformità alla **EN 1090-1/2**.

I fori inoltre devono essere conformi a quanto segue:

- 1) l'angolo di conicità (α) non deve essere maggiore di quello indicato nella figura 1;
- 2) le sbavature (Δ_1) non devono essere maggiori di quelle indicate nella figura 1;
- 3) alle giunture, i fori nelle superfici di accoppiamento devono essere punzonati nel medesimo senso per tutti i componenti.

figura 1 **Distorsioni ammesse per fori punzonati e tagli al plasma**



$$D = \frac{(d_{\max} + d_{\min})}{2}$$

$$\max(\Delta_1 \text{ o } \Delta_2) \leq \boxed{A_1} D/10 \boxed{A_1}$$

$$a \leq 4^\circ \text{ (cioè 7\%);}$$

I fori per le viti e i perni calibrati possono essere realizzati nelle loro dimensioni reali o alesati in situ. Se i fori sono da alesare in situ, devono essere sottodimensionati inizialmente mediante perforazione o punzonatura di almeno 3 mm. Se la connessione deve avvenire attraverso fogli multipli questi devono essere tenuti saldamente uniti durante la perforazione o alesatura. L'alesaggio deve essere effettuato con un dispositivo a perno fisso. Non deve essere utilizzato lubrificante acido.

La svasatura di fori circolari ordinari per bulloni svasati o rivetti deve essere eseguita dopo la foratura.

Maglie lunghe di fori devono essere punzonate in una sola operazione o realizzate mediante perforazione o punzonatura di due fori e completate con taglio termico manuale, se non diversamente specificato.

Per i componenti formati a freddo e le lamiere, le asole possono essere realizzate mediante punzonatura in una sola operazione, punzonature consecutive o l'unione di due punzonature o di perforazioni di fori utilizzando una sega a balestra.

Le bave devono essere rimosse dai fori prima del montaggio. Se i fori sono stati realizzati in una sola operazione attraverso le parti serrate che non vengono comunque separate dopo la foratura, la rimozione di bave è necessaria solo dai fori esterni.

5.7 RITAGLI

Il taglio superiore di angoli rientranti non deve essere permesso. Gli angoli rientranti sono quelli in cui l'angolo di apertura tra i lati è minore di 180° .

Angoli rientranti ed intagli devono essere arrotondati con un raggio minimo di:

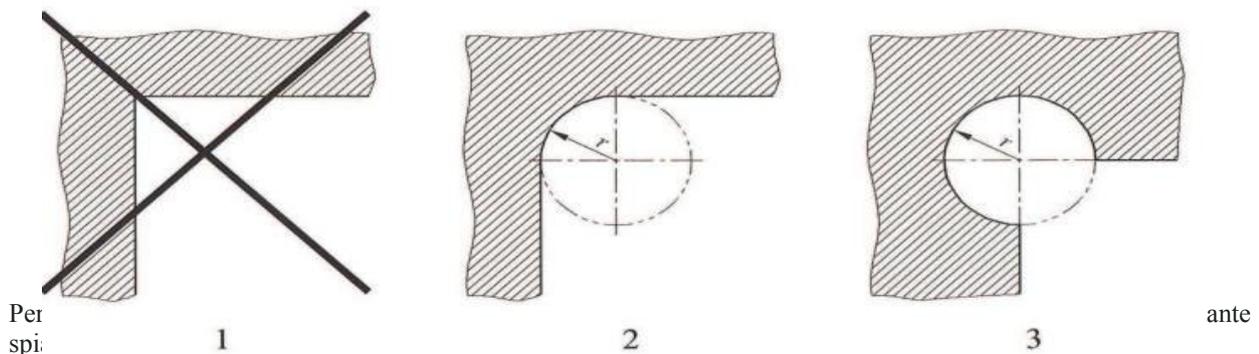
- mm per EXC2 e EXC3.
- 10 mm per EXC4.

Esempi sono riportati nella figura 2.

figura 2 **Esempio di ritagli**

Legenda

- 1 Non concesso
- 2 Form A (consigliato per taglio completamente meccanizzato o automatico)
- 3 Form B (concesso)



Per i componenti di spessore sottile e le lamine, le zone in cui non sono ammessi angoli rientranti, devono essere specificate con i raggi minimi accettabili.

5.8 SUPERFICI DI APPOGGIO A PIENO CONTATTO

Sono specificate superfici di appoggio a pieno contatto, la lunghezza di taglio, l'ortogonalità dei bordi e la planarità della superficie devono essere conformi alle tolleranze specificate al punto 10.

5.9 ASSEMBLAGGIO

L'assemblaggio di componenti deve essere effettuato in modo da soddisfare le tolleranze specificate. Devono essere prese precauzioni per evitare la corrosione galvanica prodotta dal contatto tra i diversi materiali metallici.

La contaminazione di acciaio inossidabile a contatto con l'acciaio strutturale dovrebbe essere evitata.

Lo scivolamento per l'allineamento dei fori deve essere effettuato in modo tale che l'allungamento non sia maggiore dei valori indicati al punto **D.2.8 N° 6 (ANNEX D EN 1090-2)** come segue:

- EXC1 e EXC2 : classe 1 ;
- EXC3 e EXC4: Classe 2.

Nel caso in cui tali valori vengano superati, i fori devono essere corretti mediante alesatura.

Tutti i collegamenti per le componenti temporanee previste per scopi di produzione devono soddisfare i requisiti della presente norma europea e ogni requisito particolare, compreso quello relativo alla fatica che deve essere specificata.

I requisiti di curvatura o predisposizioni nelle componenti devono essere controllati dopo il completamento del montaggio.

5.10 CONTROLLI DI ASSEMBLAGGIO

L'accoppiamento tra i componenti prodotti che sono interconnessi mediante interfacce di connessione multipla devono essere verificati con modelli dimensionali, accurate misurazioni tridimensionali o assemblaggi di prova.

Il montaggio di prova significa mettere insieme componenti sufficienti di una intera struttura per verificare che si adattino l'un l'altro. Si dovrebbe considerare il montaggio di prova tra componenti, se la sua validità non è dimostrabile mediante modelli o misurazioni.

6. SALDATURE

6.1 GENERALE

Le saldature devono sempre essere conformi alla **EN 1090-1/2**.

La saldatura deve essere effettuata in conformità ai requisiti della parte pertinente della **EN ISO 3834** o della **EN ISO 14554** se applicabile.

Le linee guida per l'attuazione della **EN ISO 3834** sui requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici sono fornite nel **CEN 180/TR 3834-6 [31]**.

Secondo classe di esecuzione, si applicano le seguenti parti della **EN ISO 3834**:

- EXC1 : Parte 4 "Requisiti elementari di qualità" ;
- EXC2 : Parte 3 "Requisiti ordinari di qualità";
- EXC3 e EXC4: Parte 2 "Requisiti di qualità globale".

La saldatura ad arco degli acciai ferritici e degli acciai inossidabili dovrebbero seguire i requisiti e le raccomandazioni delle **EN 1011 -1**, **EN 1011 -2**, **EN 1011-3**, come riportato al punto 6.7.

6.2 PIANO DI SALDATURA

REQUISITI: un piano di saldatura deve essere fornito come parte della pianificazione della produzione come richiesto dalla parte pertinente della **EN ISO 3834**.

CONTENUTO: il piano di saldatura deve comprendere , se pertinente:

- a) le specifiche della procedura di saldatura compresi i materiali di apporto per la saldatura, ogni preriscaldamento, la temperatura di interpass ed i requisiti per il trattamento termico di post saldatura;
- b) le misure da adottare per evitare distorsioni durante e dopo la saldatura;
- c) la sequenza di saldatura con eventuali restrizioni o posizioni accettabili per avviare e fermare le posizioni, comprese le fermate intermedie e le posizioni di partenza in cui la geometria del giunto è tale che la saldatura non possa essere eseguita in continuo;
- d) i requisiti per la verifica intermedia;
- e) la rotazione dei componenti nel processo di saldatura , in relazione alla sequenza di saldatura;
- f) i dettagli dei vincoli da applicare;
- g) le misure da adottare per evitare strappi lamellari;
- h) le attrezzature speciali per i materiali di apporto per la saldatura (a basso idrogeno, impianti di condizionamento ecc.);
- i) il profilo di saldatura e la finitura degli acciai inossidabili;

- j) i requisiti per i criteri di accettazione delle saldature in conformità al punto 6.6 ;
- k) rimando al punto 11.4 del controllo e del piano di prova;
- l) requisiti per l'identificazione di saldatura;
- m) requisiti per il trattamento di superficie secondo il punto 9.

Se sono necessarie saldatura o sovrapposizioni di montaggio o maschere previa considerazione di saldature particolari si rende necessaria particolare attenzione in merito alle saldature che devono essere eseguite per prime e sussiste l'eventuale necessità di ispezionare/sottoporre a prova la saldatura prima che la seconda saldatura venga eseguita o che le componenti di mascheramento siano assemblate.

Una guida per i giunti di sezioni cave è fornita nell'appendice E (ANNEX E EN 1090-2)

6.3 PROCESSI DI SALDATURA

La saldatura può essere eseguita secondo i seguenti processi di saldatura definiti nella **EN ISO 4063**:

- 111: Saldatura manuale ad arco (saldatura ad arco con elettrodo coperto);
- 114: Saldatura ad arco con fili elettrodi animati auto-schermati;
- 121: Saldatura ad arco sommerso con elettrodo a filo;
- 122: Saldatura ad arco sommerso con elettrodo a nastro;
- 123: Saldatura ad arco sommerso con elettrodi a filo multipli;
- 124: Saldatura ad arco sommerso con l'aggiunta di polvere metallica;
- 125: Saldatura ad arco sommerso con elettrodi tubolari;
- 131: Saldatura in atmosfera inerte; saldatura MIG;
- 135: Saldatura in atmosfera attiva; saldatura MAG;
- 136: Saldatura ad arco con fili elettrodi animati in atmosfera attiva;
- 137: Saldatura ad arco con fili elettrodi animati in atmosfera inerte;
- 141: Saldatura in atmosfera inerte con elettrodo di tungsteno; saldatura TIG;
- 21: Saldatura a punti;
- 22: Saldatura a linea continua;
- 23: Saldatura per rilievi;
- 24: Saldatura per scintillio;
- 42: Saldatura per attrito;
- 52: Saldatura laser.
- 783: Tratto di saldatura ad arco dei perni, con guaina in ceramica o in atmosfera schermata;
- 784: Ciclo breve del tratto di saldatura ad arco dei perni.

I procedimenti di saldatura per resistenza 21, 22 e 23 devono essere utilizzati solo per eseguire la saldatura di componenti in acciaio di spessore sottile. Ulteriori informazioni vengono fornite in:

EN ISO 14373 per il processo 21 (saldatura a punti);

EN ISO 16433 per il processo 22 (saldatura a linea continua);

EN ISO 16432 per il processo 23 (saldatura per rilievi).

Il diametro dei punti e dei rilievi delle saldature deve essere controllato durante la realizzazione per mezzo della prova di strappo sul punto saldato o con lo scalpello secondo la **EN ISO 10447**.

Altri processi di saldatura devono essere utilizzati solo se espressamente specificato.

6.4 QUALIFICAZIONE DELLE PROCEDURE DI SALDATURA E DEL PERSONALE CHE ESEGUE LA SALDATURA

6.4.1 Qualificazione delle procedure di saldatura

6.4.1.1 Generale

La saldatura deve essere effettuata con procedure qualificate utilizzando una specifica procedura di saldatura (WPS) in conformità alle parti pertinenti della **EN ISO 15609** o della **EN ISO 14555** o della **EN ISO 15620**, se pertinente. Se specificato, le condizioni particolari di deposizione per i punti di saldatura devono essere incluse nella WPS. Per giunti di sezione cava in strutture reticolari le WPS devono definire le zone di inizio e fine ed il metodo da utilizzare per far fronte alle posizioni in cui le saldature cambiano da una saldatura in un angolo esterno ad una saldatura attorno ad un giunto di testa.

6.4.1.2 Qualificazione delle procedure di saldatura per i processi di 111, 114, 12,13 e 14

- a) La qualificazione della procedura di saldatura dipende dalla classe di esecuzione, dal metallo di base e dal grado di meccanizzazione in conformità alla tabella sotto riportata (Table 12).
- b) Se sono utilizzate le procedure di qualificazione della **EN ISO 15613** o della **EN ISO 15614-1**, si applicano le seguenti condizioni:
 - 1) Se vengono richieste le prove di impatto, devono essere effettuate alla temperatura più bassa richiesta per la prova d'impatto per le qualità dei materiali che sono stati accoppiati.
 - 2) Per gli acciai secondo la **EN 10025-6**, è necessario un provino per il micro-esame. Devono essere registrati il metallo di saldatura, la linea della zona di fusione e HAZ. Le microfessure non sono ammesse.
 - 3) In caso di saldatura su pellicole di protezione temporanea, le prove devono essere effettuate sul livello massimo (tolleranza + nominale) consentito dallo spessore dello strato.
- c) Se si applica una procedura di qualificazione alle saldature d'angolo sollecitate trasversalmente su tipi di acciaio superiori al S275, la prova deve essere completata da una prova di trazione cruciforme effettuata in conformità alla **EN ISO 9018**. Devono essere valutati solo i campion $\leq 0,5t$. Alla trazione trasversale devono essere sottoposti a prova tre campioni. Se la frattura avviene nel metallo di base, la resistenza minima nominale alla trazione del metallo di base deve essere raggiunta. Se la frattura avviene nel metallo di saldatura, si deve determinare l'effettiva resistenza alla frattura della sezione trasversale della saldatura. Con i processi con penetrazione profonda si deve considerare la penetrazione allo smusso. La resistenza media alla frattura così determinata deve essere $\geq 0,8 R_m$ (con R_m = resistenza nominale alla trazione del metallo di base utilizzato).

Table 12 — Methods of qualification of welding procedures for the processes 111, 114, 12, 13 and 14

Method of qualification		EXC 2	EXC 3	EXC 4
Welding procedure test	EN ISO 15614-1	X	X	X
Pre-production welding test	EN ISO 15613	X	X	X
Standard welding procedure	EN ISO 15612	X ^a	-	-
Previous welding experience	EN ISO 15611	X ^b	-	-
Tested welding consumables	EN ISO 15610			
X	Permitted			
-	Not permitted			
^a Only for materials ≤ S 355 and only for manual or partly mechanized welding.				
^b Only for materials ≤ S 275 and only for manual or partly mechanized welding.				

6.4.1.3 Qualificazione delle procedure di saldatura per altri processi di saldatura

La qualificazione delle procedure di saldatura che non sono trattati nei processi di saldatura descritti al punto 6.4.1.2 devono essere eseguiti secondo la tabella sotto riportata (Table 13).

Table 13 — Qualification of welding procedures for the processes 21, 22, 23, 24, 42, 52, 783 and 784

Welding processes (according to EN ISO 4063)		Welding procedure specification (WPS)	Qualification of the welding procedure
Reference number	Nomenclature		
21	Spot welding		
22	Seam welding	EN ISO 15609-5	EN ISO 15612
23	Projection welding		
24	Flash welding	EN ISO 15609-5	EN ISO 15614-13
42	Friction welding	EN ISO 15620	EN ISO 15620
52	Laser welding	EN ISO 15609-4	EN ISO 15614-11
783	Drawn arc stud welding with ceramic ferrule or shielding gas	EN ISO 14555	EN ISO 14555 ^a
784	Short-cycle drawn arc stud welding		
^a For EXC2, welding procedure qualification based on previous experience is permitted. For EXC3 and EXC4, welding procedure qualification shall be carried out by welding procedure test or pre-production test.			

6.4.1

I saldatori devono essere qualificati in conformità alla EN 287-1 e gli operatori di saldatura in conformità alla EN 1418.

Le saldature di sezioni cave con angoli minori di 60°, come definite nella EN 1993-1-8 devono essere qualificate con prove specifiche.

Le registrazioni delle prove di qualificazione di tutti i saldatori e degli operatori di saldatura devono essere tenute a disposizione.

6.4.3 Coordinamento di saldatura

Per EXC2, EXC3 e EXC4, il coordinamento di saldatura deve essere mantenuto durante l'esecuzione della saldatura da parte di personale adeguatamente qualificato per il coordinamento della saldatura, e con esperienza nelle operazioni di saldatura, che vigilano come specificato nella **EN ISO 14731**.

Per quanto riguarda le operazioni di saldatura e la loro supervisione, il personale di coordinamento della saldatura deve avere le conoscenze tecniche secondo le tabelle sotto riportate (Table 14 e 15).

I gruppi di acciaio sono quelli definiti nell' **ISO/TR 15608**. La corrispondenza tra tipi di acciaio e le norme di riferimento può essere trovata nell' **ISO/TR 20172**.

B, S e C sono rispettivamente conoscenza di base, specifica e completa come specificato nella **EN ISO 14731**.

**Table 14 — Technical knowledge of the coordination personnel
Structural carbon steels**

EXC	Steels (steel group)	Reference standards	Thickness (mm)		
			$t \leq 25$ ^a	$25 < t \leq 50$ ^b	$t > 50$
EXC2	S235 to S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	B	S	C ^c
	S420 to S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C ^d	C
EXC3	S235 to S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C	C
	S420 to S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	C	C	C
EXC4	All	All	C	C	C

^a Column base plates and endplates ≤ 50 mm.
^b Column base plates and endplates ≤ 75 mm.
^c For steels up to and including S275, level S is sufficient.
^d For steels N, NL, M and ML, level S is sufficient.

**Table 15 — Technical knowledge of the coordination personnel
Stainless steels**

EXC	Steels (steel group)	Reference standards	Thickness (mm)		
			$t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$t > 50$
	Austenitic (8)	EN 10088-2:2005, Table 3 EN 10088-3:2005, Table 4 EN 10296-2:2005, Table 1 EN 10296-3:2005, Table 1	B	S	C

6.5 PREPARAZIONE ED ESECUZIONE DELLA SALDATURA

6.5.1 Preparazione del giunto

6.5.1.1 Generale

La preparazione del giunto deve essere appropriata al processo di saldatura. Se la qualificazione delle procedure di saldatura viene eseguita in conformità alle **EN ISO 15614-1, EN ISO 15612 o EN ISO 15613** la preparazione del giunto deve essere conforme al tipo di preparazione utilizzato nella procedura di prova di saldatura.

Tolleranze per la preparazione ed il montaggio dei giunti devono essere fornite nelle WPS.

La preparazione del giunto deve essere esente da crepe visibili. La preparazione del giunto deve essere esente da crepe visibili.

Se tacche di grandi dimensioni o altri errori nella geometria del giunto vengono corretti mediante saldatura, deve essere utilizzata una procedura qualificata, e la superficie deve essere successivamente molata liscia e messa a livello con la superficie adiacente.

Primer di prefabbricazione (pellicole di protezione temporanea) possono essere lasciate sulla superficie di fusione solo se non influiscono negativamente sul processo di saldatura. Per EXC3 e EXC4, primer di prefabbricazione non devono essere lasciati sulle superfici di fusione, a meno che non siano state completate le prove di procedura di saldatura in conformità alla EN ISO 15614-1 o alla EN ISO 15613 con quel tipo di primer di prefabbricazione.

6.5.1.2 Profili cavi (tubolari)

Per i giunti tra i profilati cavi (tubolari) saldati da un lato, deve essere utilizzata la preparazione del giunto fornita nella **EN ISO 9692-1** o nella **EN ISO 9692-2** se pertinente. L'appendice E (**ANNEX E EN 1090-2**) illustra l'applicazione data nella **EN ISO 9692 -1** e nella **EN ISO 9692-2** per i giunti di raccordo tra profilati cavi.

Per le connessioni di raccordo in strutture cave reticolari, ogni aggiustamento per mancanza di adattamento di un deposito di superficie saldata deve essere oggetto di una procedura di saldatura idonea.

6.5.2 Stoccaggio e movimentazione di materiali di apporto per la saldatura

I materiali di apporto per la saldatura devono essere immagazzinati, manipolati e utilizzati in conformità con le raccomandazioni del produttore.

Se gli elettrodi ed i fondenti hanno bisogno di essere essiccati e conservati, devono essere rispettati adeguati livelli di temperatura e di tempi in conformità alle raccomandazioni del produttore o, se non disponibile, con i requisiti della tabella sotto riportata (Table 16).

Table 16 — Temperature and time for drying and storage of welding consumables

	Temperature level (T)	Time (t)
Drying ^a	300 °C < T ≤ 400 °C	2 h < t ≤ 4 h
Storage ^a	≥ 150 °C	prior to welding
Storage ^b	≥ 100 °C	during welding
^a Fixed oven	^b Portable quiver	

conformità ai requisiti di cui sopra. Per gli elettrodi, l'essiccazione deve essere effettuata non più di due volte. I materiali di apporto rimanenti devono essere eliminati.

I materiali di apporto per la saldatura che presentano segni di danneggiamento o deterioramento devono essere scartati.

6.5.3 Protezione dalle intemperie

Sia il saldatore che la zona di lavoro devono essere adeguatamente protetti contro gli effetti di vento, pioggia e neve.

Le superfici da saldare devono essere mantenute asciutte e prive di condensa.

Se la temperatura del materiale da saldare è inferiore a 5 °C potrebbe essere necessario un riscaldamento adeguato.

6.5.4 Assemblaggi per la saldatura

I componenti da saldare devono essere allineati e tenuti in posizione da imbastitura o dispositivi esterni e mantenuti in tale posizione durante la saldatura iniziale. L'assemblaggio deve essere effettuato in modo che l'adattamento dei giunti e le dimensioni finali dei componenti siano tutti nei limiti di tolleranza specificati. Devono essere stabiliti adeguati margini di tolleranza per distorsione e restringimento.

I componenti da saldare devono essere assemblati e tenuti in posizione in modo tale che i giunti da saldare siano facilmente accessibili e facilmente visibili al saldatore.

L'assemblaggio di componenti di sezioni cave da saldare dovrebbe essere conforme alle linee guida fornite dall'appendice E (ANNEX E EN 1090-2), se non diversamente specificato.

Non devono essere introdotte saldature aggiuntive, e le posizioni delle saldature specificate non devono essere cambiate senza garantire il rispetto delle specifiche.

I metodi di irrigidimento locale di un giunto saldato in una struttura reticolare a sezioni cave dovrebbe agevolare la verifica dell'integrità dei giunti allo stato grezzo di saldatura.

Dovrebbe anche essere considerata l'alternativa di ispessimento della componente.

6.5.5 Preriscaldamento

Il preriscaldamento deve essere effettuato in conformità alle EN ISO 13916 e EN 1011-2. Il preriscaldamento deve essere effettuato secondo la WPS applicabile e applicato durante la saldatura, inclusa la saldatura a tratti e la saldatura di attacchi temporanei.

6.5.6 Attacchi temporanei

Se l'assemblaggio o la procedura di erezione richiede l'impiego di componenti temporaneamente uniti da saldature, questi devono essere posizionati in modo tale che essi possano facilmente essere rimossi senza danneggiare la struttura permanente in acciaio.

Tutte le saldature per i collegamenti temporanei devono essere effettuate in conformità alla WPS. Tutte le aree in cui non è permessa la saldatura temporanea di attacchi devono essere specificate.

Se devono essere rimosse saldature di collegamenti temporanei mediante taglio o scheggiatura, la superficie del metallo successivamente deve essere molata liscia.

Se non diversamente specificato, taglio e sminuzzatura non sono ammessi per EXC3 e EXC4. Un'adeguata ispezione deve essere effettuata per garantire che il prodotto costituente non sia fessurato sulla superficie nel punto di saldatura temporanea.

6.5.7 Punti di saldatura

Per EXC2, EXC3 e EXC4, i punti di saldatura devono essere realizzati utilizzando una procedura di saldatura qualificata. La lunghezza minima del punto deve essere minore di quattro volte lo spessore della parte più spessa o 50 mm, a meno che non possa essere dimostrato mediante prova che una lunghezza minore sia soddisfacente.

Tutti i punti di saldatura non incorporati nella saldatura finale devono essere rimossi. I punti di saldatura che devono essere incorporati nella saldatura finale devono avere una forma adeguata ed essere realizzati da saldatori qualificati. I punti di saldatura devono essere esenti da difetti di deposizione e devono essere puliti accuratamente prima della saldatura finale. I punti di saldatura fessurati devono essere eliminati.

6.5.8 Saldatura a cordone d'angolo

6.5.8.1 Generale

Una saldatura a cordone d'angolo, non deve essere inferiore alle dimensioni specificate per lo spessore totale della saldatura (altezza di gola) e/o lunghezza del piede della saldatura (lato base cordone), se opportuno, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- a) lo spessore totale della saldatura è indicato come realizzabile utilizzando WPSs per i processi di saldatura con penetrazione profonda o parziale;
- b) se un divario (gap) h eccede il limite di imperfezione, questo può essere compensato da un aumento dello spessore della saldatura $a = a_{\text{nom}} + 0,7h$ dove a_{nom} è lo spessore nominale della saldatura. Per gli "assemblaggi non corretti" (617) i livelli di qualità si applicano a condizione che lo spessore della saldatura sia mantenuto in conformità con la (5213); **Vedi EN ISO 5817 ed ISO 6520-1.**
- c) per gli impalcati da ponte si applichino particolari requisiti di produzione, per esempio per lo spessore delle saldature d'angolo, vedere punto 6.5.18 e D.2.16 (ANNEX D EN 1090-2).

6.5.8.2 Saldature a cordone d'angolo per componenti a spessore sottile

Le saldature a contorno d'angolo che chiudono alle estremità o ai lati componenti a spessore sottile devono essere riportate in maniera continua intorno agli angoli per una distanza non inferiore a due volte la lunghezza del piede della saldatura (lato base cordone) a meno che questo non renda l'accesso o la configurazione impraticabile. Il ritorno sulla fine delle saldature a cordone d'angolo deve essere completato.

La lunghezza minima di un percorso di saldatura a cordone d'angolo, esclusi i ritorni sulla fine, deve essere almeno quattro volte la lunghezza del piede della saldatura (lato base cordone).

La saldatura a contorno d'angolo a tratti non deve essere utilizzata quando l'azione capillare potrebbe portare alla formazione di sacche di ruggine. Il fine percorso della saldatura a contorno d'angolo deve estendersi fino alla fine delle parti collegate.

Per i giunti sovrapposizione, la sovrapposizione minima non deve essere minore a quattro volte lo spessore della parte più sottile collegata. Le saldature a cordone d'angolo unico non devono essere utilizzate se le due parti da saldare non sono ben incastrate/connesse in quanto si rischia l'apertura del giunto.

Se la fine di un componente è collegata solo con cordoni d'angolo longitudinali, la lunghezza di ogni saldatura non deve essere minore alla distanza trasversale fra loro.

6.5.9 Saldature di testa (completa penetrazione)

6.5.9.1 Generale

La specifica di esecuzione deve indicare la posizione delle saldature di testa utilizzate come giunti di continuità tra pezzi giuntati per ragioni di lunghezze o larghezze massime reperibili sul mercato (ES. Piano in lamiera di 30m formato da 10 lamiere di lunghezza 3m).

Le estremità delle saldature di testa devono essere completate (“iniziate” o “chiuse”) in modo da garantire anche in quelle zone (zona di attacco e zona di stacco) una perfetta saldatura conforme ai requisiti richiesti di penetrazione e spessori cordone.

Per EXC3 e EXC4, e per EXC2 se specificato, pezzi di attacco (inizio) e di stacco (fine) devono essere utilizzati per garantire lo spessore della saldatura al bordo (inizio e fine) del componente.

La saldabilità dei pezzi aggiuntivi non deve essere inferiore a quella del metallo di base e saranno poi rimossi a saldatura terminata conformemente a quanto specificato al punto 6.5.6 della presente specifica ed in accordo alla **EN 1090-2**.

Se è richiesta una superficie “a filo”, il metallo di saldatura in eccesso deve essere rimosso per soddisfare i requisiti di qualità.

6.5.9.2 Saldature da un solo lato

La penetrazione completa delle saldature effettuate da un solo lato può essere prodotta con o senza materiale di supporto metallico o non metallico.

Se non diversamente specificato, possono essere utilizzati materiali di supporto permanenti in acciaio. I requisiti per il loro utilizzo devono essere inclusi nella WPS.

Se si utilizza materiale di supporto in acciaio, questo deve avere un valore di carbonio equivalente (CEV) non maggiore allo 0,43%, o deve essere di uguale materiale al migliore dei materiali saldabili del giunto che si sta andando a formare.

I materiali di supporto devono essere assemblati saldamente, in modo preciso ed attento al metallo di base e devono essere continui per tutta la lunghezza del giunto.

Per EXC3 e EXC4, il supporto metallico permanente deve essere realizzato in continuo per mezzo di saldature di testa a completa penetrazione.

I punti di saldatura devono essere inclusi nelle saldature di testa.

La rettifica a filo di saldature di testa su un solo lato nei giunti tra profilati cavi (tubolari) eseguita senza supporto non è consentita, se non diversamente specificato; Se tali saldature sono interamente sostenute e garantite possono essere spianate a filo con la superficie del materiale base.

6.5.9.3 Scanalatura posterior (ripresa a rovescio)

La scanalatura posteriore (ripresa a rovescio) deve essere effettuata a una profondità sufficiente a garantire la piena penetrazione nel metallo già depositato dalla saldatura.

La scanalatura posteriore deve produrre un contorno costituito da una scanalatura unica a forma di U , con la sua faccia di fusione facilmente accessibile per la saldatura

6.5.10 Saldature su acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

Le saldature su acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica devono essere effettuate utilizzando opportuni materiali di apporto per la saldatura (vedere “Table 6” della presente specifica).

Come opzione ulteriore, materiali di apporto C-Mn possono essere utilizzati per i cordoni di riempimento nelle saldature a passata multipla sia per quelle a cordone d'angolo che per quelle di testa a condizione che le ultime passate di finitura (quelle a contatto con gli agenti atmosferici) siano realizzate con materiali di apporto adatti, cioè con caratteristiche simili o migliorative rispetto al materiale base a riguardo della resistenza alla corrosione atmosferica.

6.5.11 Connessioni saldate multiple (più elementi connessi nel singolo giunto)

Le connessioni di raccordo in strutture reticolari a sezioni cave (tubolari), in cui più elementi vengono saldati insieme formando un unico giunto e per le quali si utilizzano saldature combinate (saldatura a cordone d'angolo e saldature di testa su un solo lato), possono essere saldate senza supporto.

Se l'angolo di raccordo al piede della sezione cava è minore di 60°, il piede deve essere smussato per permettere l'utilizzo di una saldatura di testa.

Raccomandazioni per l'esecuzione delle connessioni di raccordo sono riportate nell'appendice E (ANNEX E EN 1090-2).

6.5.12 Saldatura di pioli e connettori a taglio

La saldatura di connettori a taglio deve essere effettuata in conformità alla EN ISO 14555.

Le procedure di prova intraprese in conformità alla EN ISO 14555 devono essere coerenti con l'applicazione.

6.5.13 Saldatura a bottoni (intaglio o a tappo)

I fori e/o le asole (aperture) nelle saldature a bottoni (intaglio o a tappo) devono essere proporzionati in modo da avere uno spazio adeguato ed ottimale per eseguire la saldatura.

Le dimensioni idonee per le aperture sono:

- a) larghezza: almeno 8 mm oltre lo spessore della parte che la contiene;
- b) lunghezza del foro allungato: il minore tra 70 mm o cinque volte lo spessore della piastra. Le saldature a tappo (riempimento) devono essere effettuate solo sulle saldature ad intaglio dopo che la saldatura a cordone d'angolo nell'intaglio è stata controllata ed è stata ritenuta soddisfacente. Le saldature a tappo eseguite senza precedente saldatura ad intaglio non sono consentite se non diversamente specificato.

6.5.14 Trattamento termico post saldatura

Se è necessario il trattamento termico dei componenti saldati, si deve dimostrare che le procedure utilizzate sono appropriate.

Una guida ai requisiti di qualità per il trattamento termico è fornita nella ISO/TR 17663.

6.5.15 Esecuzione delle saldature

Si devono prendere precauzioni per evitare che l'arco scocchi nelle parti adiacenti (ZTA o materiale base) il bagno di saldatura, e se si verifica tale problema detto COLPO D'ARCO la superficie dell'acciaio interessata dal problema deve essere leggermente spianata e controllata. Il controllo visivo deve essere integrato da prove penetrometriche o a particelle magnetiche.

Si devono prendere precauzioni per evitare spruzzi di saldatura. Per EXC3 e EXC4, questi devono essere rimossi.

Imperfezioni visibili, come fessure, cavità e altre imperfezioni non consentite devono essere rimosse da ogni cordone prima della passata successiva.

Tutte le scorie di ogni passata devono essere rimosse dalla superficie prima che venga aggiunta una successiva passata; Tutte le scorie devono essere rimosse dalla superficie del prodotto a saldatura ultimata. Particolare attenzione deve essere prestata sui bordi dei cordoni, qui infatti le scorie tendono ad essere più difficili da rimuovere.

Ogni richiesta di rettifica e rinvivatura della superficie delle saldature ultimate deve essere specificata.

6.6 CRITERI DI ACCETTAZIONE

I componenti saldati devono essere conformi ai requisiti di cui ai punti 9 e 10 della presente specifica ed alla **EN 1090 1/2**.

I criteri di accettazione per le imperfezioni delle saldature devono essere come segue, con riferimento alla **EN ISO 5817**, ad eccezione di "raccordo difettoso" (505) e "mancanza micro di fusione" (401), che non vanno presi in considerazione. Eventuali ulteriori requisiti specificati per la geometria della saldatura e del profilo devono essere presi in considerazione.

- EXC1 livello di qualità D;
- EXC2 generalmente livello di qualità C eccetto livello di qualità D per "incisione marginale continua o intermittente" (5011, 5012), "Traboccamento" (506), "Colpo d'arco" (601) e "Cavità di cratere terminale" (2025);
- EXC3 livello di qualità B;
- EXC4 livello di qualità B+ che è il livello di qualità B con gli ulteriori requisiti di seguito riportati (Table17).

Table 17 — Additional requirements for quality level B+

Imperfection designation		Limits for imperfections ^a
undercut (5011, 5012)		not permitted
internal pores (2011 to 2014)	Butt welds	$d \leq 0,1 s$, but max. 2 mm
	Fillet welds	$d \leq 0,1 a$, but max. 2 mm
solid inclusions (300)	Butt welds	$h \leq 0,1 s$, but max. 1 mm $l \leq s$, but max. 10 mm
	Fillet welds	$h \leq 0,1 a$, but max. 1 mm $l \leq a$, but max. 10 mm
linear misalignment (507)		$h < 0,05 t$, but max. 2 mm
root concavity (515)		Not permitted
Supplementary requirements for bridge decks ^{a b}		
Porosity and gas pores (2011, 2012 and 2014)		Only singular small pores acceptable
Clustered (localized) porosity (2013)		Maximum sum of pores: 2 %
Elongated cavity, worm-hole (2015 and 2016)		No long pores
Incorrect root gap for fillet welds (617)		Transverse welds to be tested totally, small root reset only locally acceptable $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$, but max. 1 mm

In caso di non conformità con i criteri di cui sopra, ciascun caso dovrebbe essere valutato individualmente. Tale valutazione dovrebbe essere basata sulla funzione del componente e sulle caratteristiche delle imperfezioni (tipo, dimensioni, ubicazione), al fine di decidere se la saldatura è accettabile o deve essere riparata.

EN 1993-1-1, EN 1993-1-9 e EN 1993-2 possono essere utilizzate per valutare l'accettabilità delle imperfezioni.

7. FISSAGGI MECCANICI

7.1 GENERALE

I fissaggi meccanici devono sempre essere conformi alla EN 1090-1/2.

Il presente punto prevede i requisiti relativi al fissaggio in officina od in sito compreso il fissaggio di lamiere profilate.

La differenza di spessore tra due diverse parti accoppiate ma “giuntate in piano” (vedi splice di travi a sezione diversa o di lamiere a spessore diverso) non deve essere maggiore di “D” (Vedi figura 3).

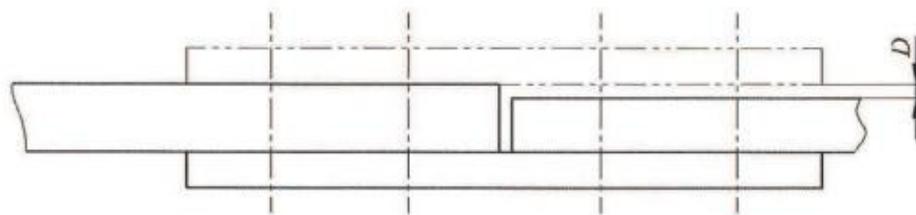
Per applicazioni normali **D = 2mm**

Per applicazioni con precarico **D = 1mm**

Se gli spessori (Shims) devono essere forniti per garantire che non si superino tali gap, il loro spessore non deve essere inferiore a 2mm.

In casi particolari e dove l'esposizione alla corrosione è alta potrebbe essere richiesto un più stretto contatto tra le superfici.

figura 3 Differenza di spessore tra componenti di uno strato comune



Gli spe
pannel

Devono essere fornite tutte le considerazioni relative ai rischi e alle implicazioni della corrosione galvanica dovuta al contatto tra metalli diversi.

7.2 MODALITÀ DI MONTAGGIO

7.2.1 Generale

Il presente punto si riferisce alle modalità di montaggio specificate al punto 4.5, costituite da viti, dadi e rondelle (rosette).

Deve essere specificato se, in aggiunta al serraggio, devono essere utilizzate altre misure o mezzi per bloccare bene i dadi a serraggio avvenuto.

In connessioni avvitate con lunghezza di chiusura ridotta in componenti a spessore sottile soggette a vibrazioni significative, come gli scaffali di immagazzinaggio, si devono utilizzare appropriati sistemi di bloccaggio dei dadi.

Nelle connessioni con bullonature precaricate NON si devono usare sistemi di bloccaggio dadi, salvo diversamente specificato.

Viti e dadi non devono essere saldati, se non diversamente specificato o se non per i dadi speciali saldati secondo, per esempio, la **EN ISO 21670** o per la saldatura dei perni.

7.2.2 Viti

Il diametro nominale minimo delle viti da utilizzare per le strutture metalliche deve essere almeno M12, se non diversamente specificato, unitamente con i requisiti associati.

La lunghezza della vite deve essere scelta in modo tale che, a serraggio effettuato, siano soddisfatti i seguenti requisiti riferiti alla lunghezza della sporgenza della vite oltre il dado e alla lunghezza del filetto:

- La lunghezza della sporgenza deve essere almeno pari alla lunghezza di un passo del filetto della vite misurata dalla faccia esterna del dado alla fine del bullone per assemblaggi precaricati e non.
- Se ci si riferisce ad una connessione che utilizza la capacità di taglio del gambo non filettato dei bulloni, le dimensioni dei bulloni devono essere specificate per consentire le tolleranze sulla lunghezza della porzione non filettata.

La lunghezza della parte di bullone non filettata "LB" avente sezione trasversale piena (a diametro nominale del bullone; ES per un M20 è 20mm) è minore alla lunghezza nominale non filettata "LG" (si veda Figura A). Per esempio fino a 12 mm per un bullone M20.

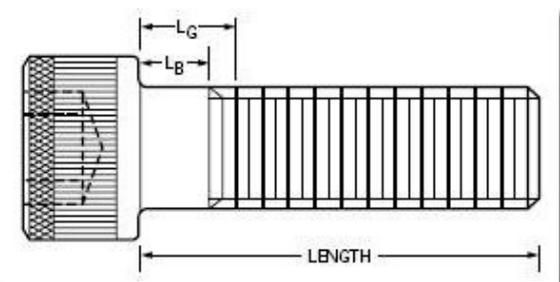
Per bulloni non precaricati, almeno un filetto completo (in aggiunta al filetto di fuoriuscita), deve restare in evidenza tra la superficie d'appoggio del dado e la parte non filettata del gambo all'interno della giunzione.

Per bulloni precaricati secondo la **EN 14399-3**, **EN 14399-7** ed **EN 14399-10**, almeno quattro filetti completi (in aggiunta al filetto di fuoriuscita) devono restare liberi tra la superficie di appoggio del dado e la parte non filettata del gambo all'interno della giunzione.

Per bulloni precaricati secondo la **EN 14399-4** e la **EN 14399-8**, le lunghezze di serraggio devono essere conformi a quelle indicate nel prospetto **A.1** della **EN 14399-4:2005**.

FIGURA A

Body and Grip Length dimensions are as under (As per ASME / ANSI B 18.3.1M-1986).



LG is the maximum grip length and is the distance from the bearing surface to the first complete thread.
LB is the minimum body length and is the length of the unthreaded cylindrical portion of the shank.

7.2.3 Dadi

I dadi devono correre liberamente sulle viti ad essi accoppiate, ciò è facilmente controllabile durante il montaggio manuale. Ogni assemblaggio di dado e bullone in cui il dado non gira liberamente deve essere scartato. Se viene utilizzata un'apparecchiatura, può essere utilizzato uno dei due seguenti controlli:

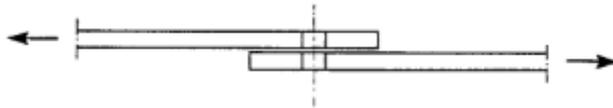
- per ogni nuovo lotto di dadi o bulloni la compatibilità dei componenti può essere verificata attraverso un pre-assemblaggio manuale prima dell'installazione;
- per il montaggio di bulloni assemblati, ma prima del serraggio, dadi campione possono essere controllati manualmente per verificare il libero movimento previo allentamento iniziale.

I dadi devono essere assemblati in modo tale da rendere visibile la marcatura per il controllo dopo il montaggio.

7.2.4 Rondelle

Generalmente non è richiesto l'impegno delle rondelle con i bulloni non precaricati in fori rotondi normali. Se si ritiene necessario il loro impiego, deve essere specificato se le rondelle devono essere poste dal lato del dado o sotto la testa del bullone, in funzione dell'elemento che viene ruotato, od entrambi.

Per le connessioni a giro singolo con una sola linea di viti, le rondelle sono previste sia sotto la testa del bullone che dal lato del dado.



L'utilizzo di rondelle può ridurre danni locali ai rivestimenti metallici in particolare se questi sono rivestimenti di basso spessore.

Le rondelle utilizzate sotto le teste dei bulloni precaricati devono essere cianfrinate (smussate) come da **EN 14399-6** e posizionate con il cianfrino (smusso) verso la testa del bullone.

Le rondelle secondo la **EN 14399-5** devono essere utilizzate soltanto sotto i dadi.

Per viti precaricate le rondelle piane (o se necessario rondelle coniche temprate) devono essere utilizzate con le seguenti modalità:

- per viti in classe 8.8 la rondella deve essere montata sotto la testa della vite o dalla parte del dado, in funzione dell'elemento che deve essere ruotato;
- per viti in classe 10.9 le rondelle devono essere utilizzate sia dalla parte della vite che del dado

In collegamenti asolati e/o sovradimensionati devono essere utilizzate rondelle piane o se necessario realizzate appositamente da piatto (rondelle a piastra).

Si possono in oltre utilizzare “rondelle a piastra” aggiuntive (da 1 ad un massimo di 3 per uno spessore totale combinato massimo di 12 mm) al fine di regolare la presa dell'assemblaggio bullone-dado.

Per assemblaggi a bullone non precaricati serrati con un metodo di controllo della coppia (compreso il sistema HRC), sul lato che gira durante il serraggio, può essere utilizzata solo una rondella piana aggiuntiva, in alternativa sul lato che non gira durante il serraggio può essere posizionata una rondella a piastra o altre rondelle aggiuntive.

In caso contrario, in applicazioni precaricate e non, possono essere posizionate una rondella piana aggiuntiva o altre rondelle sia sul lato che non gira durante il serraggio sia sul lato opposto.

Devono essere specificati dimensioni e tipo di acciaio delle rondelle a piastra. Esse non devono avere uno spessore inferiore ai 4 mm.

Le rondelle coniche devono essere utilizzate se la superficie di presa/appoggio della vite o bullone ha un'angolazione rispetto al piano perpendicolare all'asse del bullone maggiore di:

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

Devono essere specificati dimensioni e tipi di acciaio delle rondelle coniche.

7.3 SERRAGGIO DI BULLONI NON PRECARICATI

Se non diversamente specificato nel progetto, le componenti collegate devono essere congiunte in modo che esse raggiungano un contatto stabile, in condizione di serraggio stretto. Si possono usare spessori (Shims) per regolare e migliorare questa condizione nel giunto. Per materiali con $t \geq 4$ mm per le piastre e lamiere e $t \geq 8$ mm (t =spessore) per sezioni, a meno che non sia specificata la necessità di un giunto a contatto pieno, può essere lasciato un gap residuo non superiore a 4 mm sui bordi o margini del giunto, a condizione che il contatto fra i pezzi sia raggiunto nella parte centrale della connessione.

Ciascun bullone assemblato deve essere portato almeno ad una condizione aderente a tenuta, con attenzione particolare in riferimento ad un eccessivo serraggio per bulloni corti ed M12. Il processo di serraggio deve essere effettuato serrando bullone per bullone, partendo dalla parte più rigida della connessione e spostandosi progressivamente verso la parte meno rigida. Per raggiungere una condizione uniforme aderente a tenuta, può essere necessario più di un ciclo di serraggio.

Il termine "aderente a tenuta" può essere generalmente considerato come associabile alla condizione ottenibile mediante lo sforzo di un uomo con una chiave per bulloni di dimensioni normali senza braccio di estensione, e può essere impostato come punto in cui una chiave a percussione inizia a martellare.

7.4 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI CONTATTO IN CONNESSIONI RESISTENTI ALLO SCORRIMENTO

Il presente punto non riguarda la protezione contro la corrosione per la quale i requisiti sono specificati al punto 10 dell'appendice F (ANNEX F EN 1090-2).

L'area delle superfici di contatto dei collegamenti precaricati deve essere specificata.

Le superfici di contatto devono essere preparate per fornire il necessario fattore di slittamento che è in genere determinato mediante la prova specificata all'appendice G (ANNEX G EN 1090-2).

Prima del montaggio devono essere prese le seguenti precauzioni:

- a) le superfici di contatto devono essere libere da tutti i contaminanti, come l'olio, sporcizia o vernice. Devono essere rimosse le sbavature che potrebbero impedire il montaggio completo degli elementi di collegamento;
- b) le superfici non rivestite devono essere liberate da tutte le pellicole di ruggine e di altri materiali sciolti. Si deve aver cura di non danneggiare o lisciare la superficie ruvida. I settori non trattati lungo il perimetro del collegamento a tenuta devono essere lasciati non trattati fino a che qualsiasi verifica della connessione sia stata completata.

I trattamenti superficiali che possono essere assunti per fornire il fattore minimo di scorrimento secondo la classe specificata della superficie d'attrito senza prove sono riportati nel prospetto 18 (Table 18).

Table 18 — Classifications that may be assumed for friction surfaces

Surface treatment	Class	Slip factor μ
Surfaces blasted with shot or grit with loose rust removed, not pitted.	A	0,50
Surfaces blasted with shot or grit:	B	0,40
a) spray-metallized with a aluminium or zinc based product; b) with alkali-zinc silicate paint with a thickness of 50 μ m to 80 μ m		
Surfaces cleaned by wire-brushing or flame cleaning, with loose rust removed	C	0,30
Surfaces as rolled	D	0,20

7.5 SISTEMI DI SERRAGGIO DI BULLONI DA PRECARICO

7.5.1 Generale

Se non diversamente specificato la forza nominale minima di precarico $F_{p,c}$ deve essere considerata come:

$$F_{p,c} = 0,7 f_{ub} A_s$$

dove:

f_{ub} è il carico unitario di rottura del bullone ed A_s è la sezione resistente del bullone, come definito dalla EN 1993-1-8 e specificato nel prospetto 19 (Table 19). Questo livello di precarico deve essere utilizzato per tutte le connessioni precaricate anti scorrimento e per tutti gli altri collegamenti precaricati a meno che non sia specificato un livello più basso di precarico. In quest'ultimo caso devono inoltre essere specificati, l'assemblaggio dei bulloni, il metodo di serraggio, i parametri di serraggio e i requisiti di ispezione.

Table 19 — Values of $F_{p,c}$ in [kN]

Property class	Bolt diameter in mm							
	12	16	20	22	24	27	30	36
8.8	47	88	137	170	198	257	314	458
10.9	59	110	172	212	247	321	393	572

Ognuno di loro deve essere utilizzato. La classe k (come condizione di taratura fornita) del gruppo bullone deve essere in conformità al prospetto 20 (Table 20) per il metodo utilizzato. Per maggiori informazioni sulle classi k si veda la EN 14399-1 e la EN 14399-2.

Table 20 — k -classes for tightening methods

Tightening method	k -classes
Torque method	K2
Combined method	K2 or K1
HRC tightening method	K0 with HRD nut only or K2
Direct tension indicator (DTI) method	K2, K1 or K0

In alternativa, il metodo della coppia (torque method) coppia a meno che non sia permesso dalle specifiche di esecuzione.

La taratura come fornita (k) è valida per il serraggio mediante rotazione del dado. Se il serraggio viene effettuato dalla rotazione della testa del bullone, la taratura deve essere effettuata secondo l'appendice H (ANNEX H EN 1090-2) o mediante prove supplementari eseguite dal produttore in conformità con la EN 14399-2.

Sbavature, materiali sciolti e spessore eccessivo di vernice che impedirebbero il montaggio completo delle parti di collegamento devono essere rimosse prima del montaggio.

Prima dell'inizio del precarico, i componenti collegati devono essere montati, ed i bulloni di una singola connessione devono essere tesi in conformità al punto 7.3, ma la distanza residua deve essere limitata a 2 mm, con le necessarie misure correttive su componenti di acciaio.

Il serraggio deve essere realizzato con la rotazione del dado a meno che l'accesso al lato del dado dell'assemblaggio non sia possibile. Precauzioni particolari, a seconda del metodo di serraggio adottato, possono dover essere adottate nel caso in cui i bulloni siano serrati dalla rotazione della testa del bullone.

Sia nella fase iniziale sia nella fase finale del serraggio, il serraggio deve essere effettuato progressivamente dalla parte più rigida del collegamento alla parte meno rigida. Per raggiungere precarico uniforme, può essere necessario più di un ciclo di serraggio.

Le chiavi dinamometriche utilizzate in tutte le fasi del “metodo della coppia” (Torque method) devono essere caratterizzate da una precisione di $\pm 4\%$ secondo la **EN ISO 6789**. L'accuratezza di ogni chiave deve essere mantenuta in conformità alla **EN ISO 6789** e, in caso di chiavi pneumatiche, verificarle ogni qual volta venga modificata la lunghezza del tubo. Per le chiavi dinamometriche utilizzate nella prima fase del metodo combinato questi requisiti vengono modificati con $\pm 10\%$ per la precisione e per l'accuratezza è richiesta una verifica con periodicità annuale.

Un controllo deve essere effettuato dopo ogni incidente verificatosi durante l'impiego (impatto significativo, cadute, sovraccarico, ecc.) e che riguarda la chiave.

Altri metodi/attrezzi di serraggio (per esempio precarico assiale per mezzo di dispositivi idraulici o di tensione con controllo ad ultrasuoni), vanno calibrati in conformità alle raccomandazioni del produttore dell'attrezzatura.

I bulloni ad alta resistenza per precarico devono essere utilizzati come forniti senza alterazioni della lubrificazione a meno che non si adotti il metodo DTI o la procedura di cui all'appendice H (**ANNEX H EN 1090-2**).

Se un bullone (vite, dado e rosette se necessario) è stato serrato almeno con il precarico minimo previsto e successivamente viene allentato, esso deve essere rimosso e l'assemblaggio (bullone) deve essere scartato e sostituito con uno nuovo.

I bulloni utilizzati per ottenere un premontaggio iniziale in generale dovrebbero non essere serrati fino al precarico minimo previsto o non serrati, e sarebbero quindi ancora utilizzabili nel processo di bullonatura finale.

Se il processo di serraggio viene rimandato in un secondo momento e le condizioni di esposizione ad agenti atmosferici o in condizioni che comunque potrebbero alterare le prestazioni del bullone (zone polverose, molto umide ecc) le prestazioni della lubrificazione possono essere alterate e devono essere controllate.

La potenziale perdita di forza di precarico ($F_{p,c}$) rispetto al valore iniziale a causa di diversi fattori, per esempio, rilassamento, adattamento di rivestimenti superficiali (vedere appendice F.4 e prospetto 18 ; (**ANNEX F.4 EN 1090-2** e Table 18) , viene considerata nei metodi di serraggio di seguito specificati. In caso di rivestimenti superficiali “spessoranti” (verniciatura, zincatura ecc), deve essere specificato se devono essere adottate misure per compensare possibili conseguenti perdite di forza di precarico.

Se si utilizza il metodo di coppia il bullone può essere serrato nuovamente dopo un ritardo di alcuni giorni.

7.5.2 Valori di coppia di riferimento

I valori di coppia di riferimento “ $M_{r,i}$ ” da utilizzare per una forza di precarico nominale minima $F_{p,c}$ sono determinati, per ciascun tipo di combinazione di bullone e dado utilizzato, da una delle seguenti opzioni:

- a) valori in base alla classe k dichiarata dal costruttore del connettore in conformità alle parti pertinenti della **EN 14399** :
 - 1) $M_{r,2} = km \cdot d \cdot F_{p,C}$ con km per classe k pari a K2
 - 2) $M_{r,1} = km \cdot d \cdot F_{p,C}$ con km per classe k pari a K1
- b) i valori determinati secondo l'appendice H (**ANNEX H EN 1090-2**):
 - 1) $M_{r,test} = Mm$
con Mm determinato secondo il procedimento relativo al metodo di serraggio da utilizzare.

7.5.3 Metodo della coppia

I bulloni devono essere serrati con una chiave dinamometrica che offra una gamma adeguata di funzionamento. Possono essere utilizzate chiavi a mano o motorizzate. Gli avvitatori possono essere utilizzati per il primo passo di serraggio di ogni bullone.

La coppia di serraggio deve essere applicata costantemente e senza interruzioni.

Il serraggio con il metodo della coppia comprende almeno i due seguenti passaggi:

- a) prima fase di serraggio: la chiave deve essere impostata su un valore di coppia pari a circa $0,75$ di $M_{r,i}$ con $M_{r,i} = M_{r,2}$ o $M_{r,test}$. Questo primo passaggio deve essere completato per tutti i bulloni di una sola connessione prima dell'inizio del secondo passaggio;

- b) seconda fase di serraggio: la chiave deve essere impostata su un valore di coppia di $1,10 M_{r,i}$ con $M_{r,i} = M_{r,2}$ o $M_{r,test}$.

7.5.4 Metodo combinato

Il serraggio con il metodo combinato è composto da due fasi:

- a) Una prima fase di serraggio, utilizzando una chiave dinamometrica che offra una gamma adeguata di funzionamento. La chiave deve essere impostata su un valore di coppia pari a circa $0,75 M_{r,i}$ con $M_{r,i} = M_{r,2}$ o $M_{r,1}$ o $M_{r,test}$. Questo primo passaggio deve essere completato per tutti i bulloni di una sola connessione prima dell'inizio del secondo passaggio.

Se non diversamente specificato, quando si utilizza $M_{r,1}$, per semplificazione si può utilizzare, $M_{r,1} = 0,13 d F_{p,c}$.

- b) Una seconda fase di serraggio nella quale si applica una specifica rotazione del dado rispetto alla vite. La posizione relativa del dado rispetto al filetto della vite deve essere segnata dopo il primo passaggio, mediante una marcatura a pastello o pittura, in modo che la rotazione finale del dado rispetto al filetto, in questa seconda fase, possa essere facilmente determinata.

Se non diversamente specificato il secondo passaggio deve essere in conformità ai valori indicati al prospetto 21 (table21).



Table 21 — Combined method: additional rotation (8.8 and 10.9 bolts)

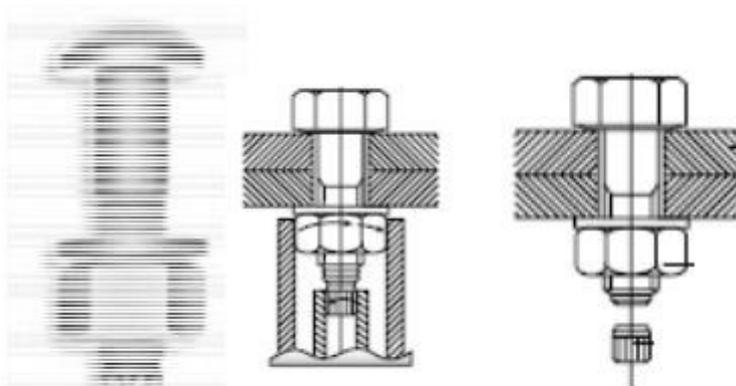
Total nominal thickness "t" of parts to be connected (including all packs and washers) <i>d</i> = bolt diameter	Further rotation to be applied, during the second step of tightening	
	Degrees	Part turn
$t < 2 d$	60	1/6
$2 d \leq t < 6 d$	90	1/4
$6 d \leq t \leq 10 d$	120	1/3

NOTE Where the surface under the bolt head or nut (allowing for taper washers, if used) is not perpendicular to the bolt axis, the required angle of rotation should be determined by testing

fine del bullone ruota in senso antiorario.

La chiave a taglio opera come segue:

- durante l'operazione di serraggio di un bullone, la presa in rotazione è quella che trova la minima resistenza ad essa;
- fin dall'inizio e fino alla fase di serraggio ultimo, la presa esterna sul dado ruota in senso orario, mentre la presa interna può contenere la fine calettata della vite senza farla ruotare, con il risultato che il serraggio della bullonatura è progressivamente rafforzato dalla crescente coppia applicata al dado;
- durante l'ultima fase di serraggio, cioè quando la resistenza torsionale raggiunge il livello di rottura della sezione del gambo, la presa interna ruota in senso antiorario mentre la presa sul dado esterno smette di girare e quindi di serrare ulteriormente il dado;
- L'installazione del bullone è completa quando il puntalino della vite si stacca nella sezione di rottura.



Il requisito di precarico sp geometriche e di torsione

Tightening system

he meccaniche gno di taratura.

Al fine di garantire che il precarico di tutti i bulloni in una connessione soddisfino le prescrizioni di precarico minimo, il processo di installazione del bullone comprende in genere due fasi di serraggio, entrambe con la chiave di taglio.

La fase di primo serraggio è realizzata al più tardi quando la presa esterna della chiave di taglio smette di girare. Se specificato questo primo passaggio è ripetuto con una frequenza richiesta. Questo primo passaggio deve essere completato per tutti i bulloni della singola connessione prima dell'inizio della seconda fase.

Le istruzioni d'uso del produttore delle apparecchiature possono dare ulteriori informazioni su come identificare se si è verificato il pre-serraggio, per esempio cambio del suono della chiave taglio, o se sono idonei altri metodi di pre-serraggio.

Il secondo passo di serraggio è raggiunto quando il puntalino della vite si stacca dalla sezione di rottura.

Se le condizioni di montaggio sono tali da non rendere possibile l'utilizzo della chiave di taglio sulla vite HRC, per esempio per mancanza di spazio, il serraggio deve essere effettuato mediante una procedura secondo il metodo del controllo di coppia, vedere punto 7.5.3, con l'aiuto delle informazioni della classe k tipo K2 o utilizzando una rondella con indicazione di diretta di carico, vedere punto 7.5.6.

7.5.6 Metodo con indicatore di tensione diretto

Il presente sottopunto si applica agli indicatori di tensione diretta di carico come le rondelle comprimibili, in conformità alla **EN 14399-9**, che indicano quando il precarico minimo richiesto è stato raggiunto, monitorando la forza nel bullone. Esso non riguarda gli indicatori che si basano sulla torsione. Esso non si applica alla misurazione diretta del precarico nel bullone mediante l'impiego di strumenti idraulici.

Gli indicatori di tensione diretta e le rondelle associate devono essere assemblati come specificato nell'appendice J (**ANNEX J EN 1090-2**).

Il primo passo di serraggio per raggiungere una condizione uniforme "aderente a tenuta" di una connessione, deve essere quello in cui inizia la deformazione iniziale delle protusioni del DTI (Direct Tension Indicator).

Questo primo passaggio deve essere completato per tutti i bulloni della singola connessione prima dell'inizio della seconda fase.

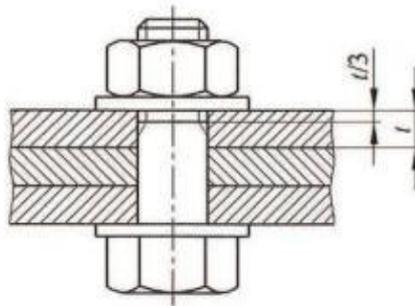
La seconda fase di serraggio deve essere eseguita come previsto dalla **EN 14399-9** e dall'appendice J (**ANNEX J EN 1090-2**).

7.5.7 Bulloni da accoppiamento (di centraggio, riscontri tipo spine)

Le viti accoppiate possono essere utilizzate in applicazioni precaricate o non precaricate, e, se opportuno, vanno applicati i punti da 7.1 a 7.5, oltre ai requisiti di seguito riportati.

Se non diversamente specificato, la lunghezza della parte filettata del gambo del bullone da accoppiamento che rimane all'interno dello spessore della connessione, non dovrebbe essere maggiore di $1/3$ dello spessore dell'ultima piastra, vedere figura 4.

figura 4 Parte filettata del gambo della vite accoppiata compresa nella lunghezza del cuscinetto



7.6 RIVETTATURA A CALDO

7.6.1 Rivetti

Ogni rivetto deve essere di lunghezza sufficiente a fornire una testa di dimensioni uniformi, un completo riempimento del foro ed ad evitare l'impronta superficiale della macchina rivettatrice sulle facce esterne degli strati.

7.6.2 Installazione di rivetti

I componenti di collegamento devono essere raggruppati in maniera tale da raggiungere un contatto fermo e devono restare uniti durante la rivettatura.

L'eccentricità massima tra i fori comuni per un rivetto in un montaggio non deve essere maggiore di 1 mm. Per soddisfare questo requisito è consentita l'alesatura. A seguito dell'alesatura può essere necessario installare un rivetto di diametro maggiore.

Per connessioni con più rivetti, deve essere avvitato un bullone temporaneo almeno ogni quattro fori, prima del montaggio, che deve iniziare al centro del gruppo di rivetti. Devono essere prese misure particolari per contenere i componenti dei singoli collegamenti rivettati insieme (per esempio bloccaggio).

Se possibile, la rivettatura deve essere effettuata con macchine del tipo a pressione costante. Dopo che l'applicazione è stata completata, il differenziale di pressione deve essere mantenuto sui rivetti per un periodo di tempo breve ma sufficiente perchè la testa diventi nera quando la macchina è disinserita.

Ogni rivetto deve essere riscaldato uniformemente in tutta la sua lunghezza, senza bruciature o eccessiva formazione di pellicola d'ossido. Deve essere portato ad un colore rosso vivo costante dalla testa al punto in cui è inserito e deve essere installato per tutta la sua lunghezza quando è caldo, in modo da riempire completamente il foro. Si deve avere particolare cura per il riscaldamento e l'installazione dei rivetti.

Tutti i rivetti devono essere puliti dallo strato di ossidazione a caldo, colpendo il rivetto caldo su una superficie dura dopo essere stato riscaldato e prima di essere inserito nel foro.

Un rivetto bruciato non deve essere utilizzato. Un rivetto riscaldato non utilizzato immediatamente non deve essere nuovamente riscaldato per l'utilizzo.

Se viene richiesta una superficie lavorata con rivetti svasati, la parte di rivetto sporgente deve essere tagliata o molata.

7.6.3 Criteri di accettazione

Le teste dei rivetti devono essere centrate. L'eccentricità della testa rispetto all' asse del gambo non deve essere maggiore di $0,15 d_0$ dove d_0 è il diametro del foro. Le teste dei rivetti devono essere ben formate e non devono presentare crepe o avvallamenti.

I rivetti devono avere un contatto soddisfacente con le parti assemblate sia nella superficie esterna degli strati che nel foro. Non si deve rilevare alcun movimento o vibrazione nel caso in cui la testa del rivetto venga colpita leggermente con un martello.

Un bordo piccolo ben formato e centrato può essere accettato se solo tale fenomeno interessa un ridotto numero di rivetti nel gruppo.

Può essere specificato che i lati esterni degli strati siano privi delle impronte della macchina per la rivettatura. Se è necessario l' utilizzo di rivetti svasati la testa deve riempire completamente la svasatura dopo la rivettatura. Se la svasatura non è completamente riempita, il rivetto deve essere sostituito.

Ogni rivetto che non soddisfa i criteri di accettazione deve essere rimosso e sostituito con uno nuovo.

7.7 FISSAGGIO DI COMPONENTI A SPESSORE SOTTILE

7.7.1 Generale

Il presente punto si applica ai componenti di spessore sottile fino a 4 mm.

Le prestazioni dei fissaggi dipendono dalla metodologia di cantiere che può essere determinata mediante prove di procedura. Le prove di procedura possono essere utilizzate per dimostrare che le connessioni necessarie possono essere eseguite in condizioni di cantiere. Si dovrebbero considerare i seguenti aspetti:

- a) capacità di produrre la dimensione corretta dei fori per viti autofilettanti e rivetti;
- b) capacità di regolare correttamente la potenza degli avvitatori con la corretta coppia di serraggio/profondità d'installazione;
- c) capacità di installare una vite autoperforante perpendicolarmente alle superfici collegate e montare le rondelle di tenuta correggendo la compressione entro i limiti raccomandati dal costruttore della rondella;
- d) capacità di scegliere e di utilizzare cartucce spara chiodi;
- e) la capacità di realizzare una connessione strutturale adeguata e di riconoscerne una inadeguata.

I connettori devono essere utilizzati in conformità alle prescrizioni del costruttore del prodotto. L'utilizzo di dispositivi di fissaggio particolari ed i metodi di fissaggio sono trattati al punto 7.9.

7.7.2 Utilizzo di viti autofilettanti ed autoperforanti

La lunghezza e la forma del filetto delle viti devono essere selezionate in funzione della specifica applicazione e dello spessore del prodotto componente da fissare. La lunghezza del filetto efficace deve essere tale che la parte filettata venga incorporata nel componente di sostegno.

Le viti per alcune applicazioni richiedono un filo interrotto. Se viene utilizzata una rondella di tenuta, lo spessore della guarnizione dovrebbe essere preso in considerazione nella scelta della lunghezza della filettatura.

Se non diversamente specificato i dispositivi di fissaggio devono essere situati nella parte bassa della greca ad eccezione delle coperture in quanto ne potrebbe compromettere la tenuta all'acqua.

Se le viti sono fissate in un profilo di coronamento di copertura si deve avere particolare cura ad evitare ammaccature della lamiera nel punto di collegamento.

Gli utensili elettrici per il fissaggio delle viti devono avere profondità regolabile e/o il controllo di coppia che deve essere definito in conformità alle raccomandazioni del costruttore dell'apparecchio. Se si utilizzano avvitatori elettrici, la velocità di perforazione e di guida (giri al minuto) deve essere in conformità alle raccomandazioni del costruttore dell'elemento di fissaggio.

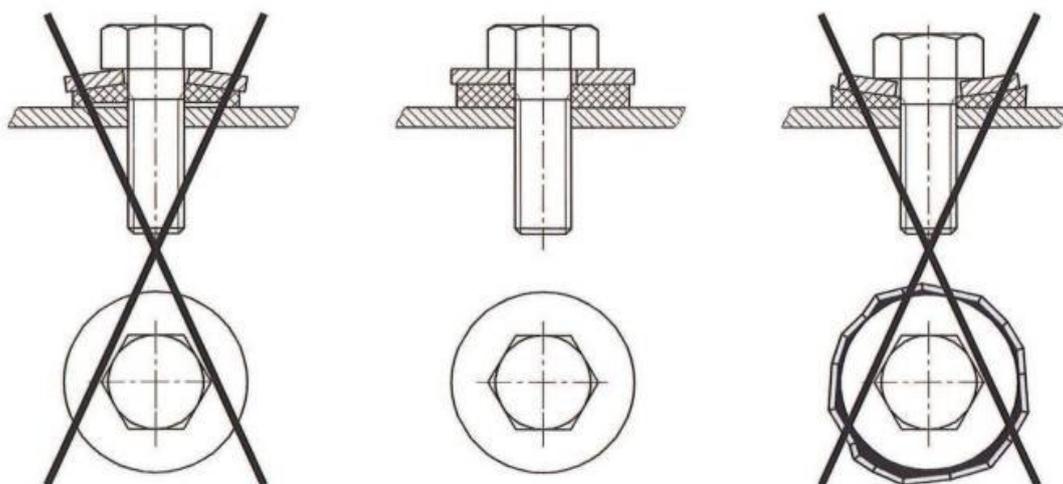
Se si utilizzano rondelle di tenuta, le viti devono essere fissate in modo da ottenere la corretta compressione come indicato nella figura 5.

Il dispositivo per il controllo della profondità, di un avvitatore elettrico, deve essere regolato per comprimere la rondella elastomerica entro i limiti stabiliti dal fabbricante del prodotto.

Per le viti senza rondelle di tenuta deve essere impostata la coppia adeguata o deve essere utilizzato il dispositivo di controllo della profondità per evitare un'eccessiva torsione.

Il controllo di coppia deve essere impostato in modo che la coppia nel filetto sia ottenuta senza superare il limite di taglio della testa o il distacco del filetto.

figura 5 Guida per la compressione di rondelle di tenuta



7.7.3

La scelta della lunghezza del rivetto cieco deve essere in funzione dello spessore totale da fissare.

La lunghezza dei rivetti raccomandata dal produttore generalmente tiene conto di un certo insieme di disegno delle piastre da fissare.

L'installazione deve essere realizzata secondo le prescrizioni del fabbricante del prodotto.

Dopo i lavori di installazione gli steli rotti ed espulsi dei mandrini devono essere raccolti e rimossi dalla superficie di lavoro esterno per prevenire una successiva corrosione.

7.7.4 Fissaggio con sovrapposizione laterale

I collegamenti con sovrapposizione laterale tra due lamiera, pannelli, lattonomie, scossaline e altri accessori devono essere eseguite in maniera adeguata predisponendoli se necessario per tale sovrapposizione.

La sovrapposizione laterale di lastre profilate della superficie esposta di un tetto deve essere fissata secondo le prescrizioni del fabbricante del prodotto. Il diametro minimo degli elementi di fissaggio deve essere di 4,8 mm per viti autofilettanti e autoporforanti e di 4,0 mm per rivetti ciechi.

Se la lamiera è esposta a carichi, devono essere precisati i requisiti per gli elementi di fissaggio con sovrapposizione laterale intesi come elementi di fissaggio strutturali.

7.7.5 Utilizzo di dispositivi di fissaggio particolari e metodi di fissaggio

Gli elementi di fissaggio particolari ed i metodi di fissaggio particolari devono essere utilizzati ed eseguiti in conformità alle raccomandazioni del fabbricante del prodotto, ed alle opportune sezioni dai punti 7.1 a 7.8. Questo vale anche per i bulloni di collegamento tra le strutture in acciaio ad altri materiali da costruzione tra cui i bulloni di ancoraggio fissati chimicamente.

Esempi di metodi di fissaggio particolari sono particolari fori filettati, perni filettati, incollaggio o graffatura con piatti che sono uniti da deformazioni locali.

Tali metodi devono essere utilizzati soltanto nei casi specificati.

Sono richieste prove per determinare l'effettiva efficacia del fissaggio.

Il procedimento di prova può essere evitato se vengono fornite informazioni sufficienti su prove precedenti.

In particolar modo i fori filettati o perni filettati possono essere utilizzati come equivalenti alla modalità di assemblaggio di cui al punto 4.5.3 a condizione che i materiali, le forme e la tolleranza del filetto rispettino le norme di prodotto corrispondenti.

Devono essere specificati i requisiti per l'utilizzo di bulloni esagonali a iniezione.

L'appendice K (**ANNEX K EN 1090-2**) fornisce informazioni sulla fornitura e l'utilizzo di bulloni esagonali a iniezione a cui ci si può riferire.

8. MONTAGGI

8.1 GENERALE

I montaggi devono sempre essere conformi alla **EN 1090-1/2**.

Il presente punto definisce i requisiti per il montaggio e per gli altri lavori effettuati in cantiere, compresi l'inghisaggio delle basi, nonché quelle relative alla idoneità del sito per il montaggio in sicurezza e per la preparazione adeguata dei supporti.

I lavori effettuati in cantiere che comprendono la preparazione, la saldatura, il fissaggio meccanico ed il trattamento delle superfici devono essere rispettivamente conformi ai punti 5, 6, 7 e 9 della presente specifica e.

8.2 STATO DEL CANTIERE

Il montaggio non deve iniziare fino a quando il cantiere per i lavori di costruzione sia conforme ai requisiti tecnici per quanto riguarda la sicurezza delle opere, che deve considerare quali dei seguenti punti siano pertinenti:

- a) la fornitura e la manutenzione del basamento fisso per le gru e la predisposizione degli accessi;
- b) le vie di accesso e di circolazione interna del cantiere;
- c) le condizioni del terreno/piano di lavoro/piazzale che interessano i montaggi e le zone di preassemblaggio nel rispetto della sicurezza;
- d) il possibile posizionamento dei supporti per il montaggio della struttura;
- e) i dettagli dei servizi del sottosuolo, delle linee aeree o delle ostruzioni in sito per verificarne eventuali interferenze (Gas, Acqua, elettricità fogne ecc);
- f) le limitazioni relative alle dimensioni o ai pesi di componenti che possono essere forniti in cantiere;
- g) le particolari condizioni ambientali e climatiche all'interno e attorno al cantiere;

- h) le indicazioni sulle strutture adiacenti, che influiscono o sono interessate dai lavori;

Le vie di accesso al cantiere e quelle della circolazione all'interno del cantiere dovrebbero essere identificate su una pianta del cantiere, che indichi le dimensioni e il livello delle vie di accesso, il livello della zona dei lavori preparatori per la circolazione in cantiere e per gli impianti, e le aree disponibili per lo stoccaggio.

Se i lavori sono inter-connessi con altre operazioni, le prescrizioni tecniche relative alla sicurezza delle opere deve verificare la coerenza con le altre fasi dei lavori di costruzione. Questo controllo deve considerare come pertinenti i seguenti aspetti:

- i) le procedure predisposte per la cooperazione con altri appaltatori;
- j) la disponibilità dei servizi in cantiere;
- k) i carichi massimi di costruzione e di stoccaggio ammessi sulla carpenteria;
- l) il controllo dei getti di calcestruzzo durante la costruzione di strutture miste.

La **EN 1991-1-6** fornisce regole per la determinazione dei carichi di costruzione e di stoccaggio compreso il calcestruzzo.

8.3 METODO DI MONTAGGIO

I montaggi devono rispettare quanto esplicitato nei disegni di progetto relativi ai montaggi in tutti i loro contenuti (Progettazione di base del metodo di montaggio). Di seguito altri accorgimenti aggiuntivi da rispettare.

8.3.1 Metodo di montaggio del costruttore

Deve essere preparata una descrizione della metodologia che illustra il metodo di montaggio del costruttore e questa deve essere verificata in conformità alle regole di progettazione, in particolare nei confronti della resistenza della struttura parzialmente montata, dei carichi di montaggio e di altri carichi.

Le descrizioni del metodo di montaggio possono discostarsi dal progetto base del metodo di montaggio, a condizione che, quella proposta, sia un'alternativa sicura.

Le modifiche alla descrizione del metodo di montaggio, ivi comprese quelle rese necessarie dalle condizioni del cantiere, devono essere controllate e riesaminate in conformità ai requisiti di cui sopra.

Le disposizioni contenute nel metodo di montaggio devono descrivere le procedure da utilizzare per costruire in modo sicuro le strutture in acciaio e devono tenere in considerazione le prescrizioni tecniche riguardanti la sicurezza delle opere.

Le procedure devono essere collegate a specifiche istruzioni di lavoro.

La descrizione del metodo di montaggio deve riguardare tutti gli elementi pertinenti alla "Progettazione di base del metodo di montaggio" (punti dal "a" al "s") ed in aggiunta, se del caso, i punti dal n°1 al n°11.

- a) posizioni e tipologie dei giunti di montaggio;
- b) dimensione, peso e ubicazione dell'elemento maggiore;
- c) sequenza di montaggio;
- d) concetto di stabilità per la struttura in condizioni di parziale montaggio, ivi compresi eventuali requisiti temporanei di rinforzo o di puntellatura;
- e) puntellature o altre misure per l'esecuzione del getto progressivo di strutture miste;
- f) condizioni per la rimozione di rinforzi temporanei o delle puntellature, o qualsiasi prescrizione per detensionare o pretensionare la struttura;
- g) caratteristiche che potrebbero creare dei rischi per la sicurezza durante la costruzione;
- h) i tempi e metodi per la regolazione delle connessioni di ancoraggio o appoggi e per l'inghisaggio eventuale se richiesto degli stessi;

- i) curvature e regolazioni appropriate in funzione di quelle previste in fase di fabbricazione;
- j) utilizzo di lamiere profilate in acciaio per garantire la stabilità;
- k) utilizzo di lamiere profilate in acciaio per il contenimento laterale;
- l) le esperienze di qualsiasi montaggio di prova eseguito in conformità al punto 8.6.4;
- m) le restrizioni necessarie per garantire la stabilità prima della saldatura e per controllare il movimento locale del giunto;
- n) i dispositivi di sollevamento necessari;
- o) la necessità di individuare i pesi e/o i baricentri su pezzi di grandi dimensioni o di forma irregolare;
- p) il rapporto tra i pesi da sollevare e il raggio di operazione dove sono utilizzate le gru;
- q) l'identificazione delle forze di oscillazione e di ribaltamento, in particolare di quelle dovute alle condizioni del vento previsto in loco durante il montaggio, e le modalità esatte per mantenere adeguate la resistenza all'oscillazione ed al ribaltamento;
- r) i metodi per far fronte ai rischi per la sicurezza;
- s) la disposizione di postazioni di lavoro in sicurezza ed accesso sicuro a loro.

Inoltre, i seguenti aspetti si applicano per le strutture miste acciaio calcestruzzo:

- t) la sequenza di fissaggio di profilati in acciaio per solette composite deve essere pianificata al fine di garantire che, prima del fissaggio, le lamiere siano adeguatamente sostenute da travi di sostegno, e siano saldamente fissate prima di essere utilizzate per accedere alle successive postazioni di lavoro;
- u) le lamiere d'acciaio profilato non dovrebbero essere utilizzate per ottenere l'accesso per la saldatura di connettori a taglio a meno che le lamiere siano già saldamente collegate da elementi di fissaggio che rispettino quanto previsto dal punto 9);
- v) la sequenza di installazione, il metodo di messa in sicurezza e la tenuta permanente delle casseforme per garantire che la cassaforma sia sicura, prima di essere utilizzata per ottenere l'accesso per le operazioni di successiva costruzione e per il sostegno della soletta rinforzata e dell'impalcato in calcestruzzo.

Fattori associati all'esecuzione delle opere in calcestruzzo che dovrebbero essere considerati come pertinenti, sono la sequenza di getto del calcestruzzo, la precompressione, la differenza di temperatura tra l'acciaio ed il calcestruzzo appena gettato, il sollevamento ed i supporti.

8.4 MISURE, RILIEVI, SONDAGGI

8.4.1 Sistema di riferimento

Le misurazioni per i lavori in cantiere devono essere riferite al sistema stabilito, per la definizione e misurazione dei lavori di costruzione, in conformità alla **ISO 4463-1**.

Rilievi documentati di una "griglia secondaria" devono essere forniti ed utilizzati come sistema di riferimento per la definizione della struttura in acciaio e dei movimenti dei supporti. Le coordinate della griglia secondaria fornite in questo rilievo saranno accettate se conformi ai criteri di ammissibilità indicati nella **ISO 4463-1**.

Devono essere specificate la temperatura di riferimento per la definizione e la misurazione delle strutture in acciaio.

8.4.2 Punti di posizione

I punti di posizione che segnano la posizione prevista per il montaggio dei singoli componenti devono essere in conformità alla **ISO 4463-1**.

8.5 SUPPORTI, ANCORAGGI E APPOGGI

8.5.1 Ispezione dei supporti

La condizione e la posizione dei supporti deve essere verificata sulla base di idonei mezzi visivi e di misurazione prima dell'inizio della costruzione.

Se i supporti sono inadatti al montaggio, essi devono essere corretti prima dell'inizio della costruzione. Le non conformità devono essere documentate.

8.5.2 Sistemazione ed idoneità dei supporti

Tutti gli ancoraggi, i bulloni di ancoraggio e gli altri supporti per le strutture in acciaio devono essere adeguatamente realizzati al fine di sostenere la struttura in acciaio.

L'installazione degli appoggi strutturali deve essere conforme ai requisiti della **EN 1337-11**.

L'indagine effettuata per verificare le posizioni dei supporti deve essere documentata.

Se i bulloni di ancoraggio sono precompressi bisogna prendere provvedimenti per fare sì che i primi 100mm del bullone non aderiscano al cemento.

Nel caso in cui i bulloni di fondazione devono essere gettati in un secondo momento nelle opere di fondazione e vengano lasciati dei fori attraverso l'ausilio di tubi corrugati o maniche, gli stessi (tubi corrugati o maniche) devono essere almeno tre volte il diametro del bullone e comunque un minimo di 75mm.

8.5.3 Mantenimento dell'idoneità dei supporti

Mentre procede il montaggio, i supporti per l'acciaio devono essere mantenuti in una condizione equivalente alla loro condizione iniziale di montaggio.

Le zone dei supporti che richiedono protezione dalla corrosione dovrebbero essere individuate e adeguatamente protette.

Se non diversamente precisato, è accettata la "compensazione" (spazio o sotto gli appoggi) per permettere aggiustamenti e regolazioni della struttura. Ciò deve essere realizzato mediante la colata di malta o inserimento di spessori tra le strutture in acciaio ed il supporto.

La compensazione (aggiustamento) sarà generalmente eseguita sotto l'appoggio.

8.5.4 Supporti temporanei

Spessori e altri dispositivi di supporto da utilizzare come supporto temporaneo sotto piastre di base devono presentare una superficie piana verso l'acciaio ed essere di dimensioni, robustezza e rigidità adeguate per evitare lo schiacciamento locale della sottostruttura in calcestruzzo o in muratura.

Se gli spessori vengono successivamente inglobate nella malta di riempimento, essi devono essere posizionati in maniera tale che lo stucco li racchiuda totalmente con una copertura minima di 25 mm, se non diversamente specificato.

Se gli spessori vengono lasciati installati dopo la stuccatura, essi devono essere costituiti da materiali dotati della medesima durata della struttura.

Se la regolazione della posizione della base si ottiene con i dadi di livellamento sui bulloni di ancoraggio sotto la piastra di base, questi possono essere lasciati in posizione, se non diversamente specificato. I dadi devono essere scelti assicurandosi che siano idonei a mantenere la stabilità della struttura parzialmente montata e a non compromettere le prestazioni del bullone di ancoraggio in servizio.

8.5.5 Riempimento sotto appoggi (malta) e sigillatura

Se gli spazi posti sotto la piastra di base riempiti, devono essere utilizzati materiali freschi in conformità al punto 4.9 della presente specifica.

Il materiale di stuccatura deve essere utilizzato come segue:

- a) il materiale deve essere mescolato ed utilizzato in conformità alle raccomandazioni del fabbricante del prodotto, in particolare per quanto riguarda la sua consistenza al momento dell'impiego. Il materiale non deve essere miscelato o utilizzato al di sotto di 0° C a meno che le raccomandazioni del produttore non lo consentano;
- b) il materiale deve essere versato in direzione congrua in modo che lo spazio venga completamente riempito;
- c) rincalzatura e battitura contro i supporti fissati in maniera corretta devono essere operati se specificato e/o consigliato dal produttore di stucco;
- d) se necessario devono essere realizzati fori di ventilazione.

Immediatamente prima della stuccatura, lo spazio sotto la piastra base in acciaio deve essere liberato da liquidi, ghiaccio, detriti e contaminanti.

L' alloggiamento di base che contiene le colonne deve essere riempito con calcestruzzo denso di resistenza caratteristica a compressione non minore a quella del calcestruzzo circostante.

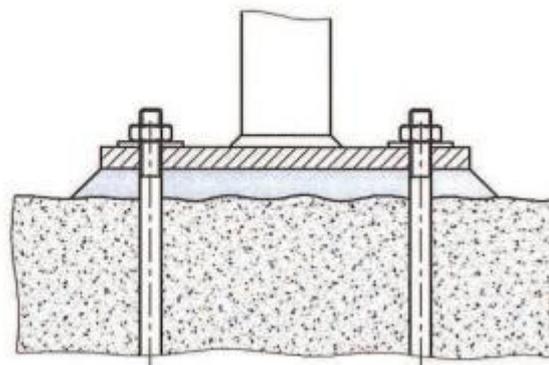
Nell'alloggiamento di base, la lunghezza d'incastro della colonna inizialmente deve essere riempita con calcestruzzo per una lunghezza sufficiente a dare stabilità nella fase transitoria e successivamente deve rimanere indisturbata per un periodo sufficiente ad ottenere almeno la metà della sua resistenza caratteristica a compressione, prima della rimozione di eventuali sostegni temporanei e cunei.

Si deve aver cura affinché il profilo esterno della stuccatura, permetta il drenaggio dell'acqua dalle componenti strutturali in acciaio.

Evitare che acqua e/o materiali corrosivi restino intrappolati nel getto di malta

La geometria della malta di cemento deve formare un angolo con la piastra secondo la figura 6.

figura 6 Stuccatura sotto la piastra di base



Il calcestru

8.5.6 A

I dispositivi di ancoraggio nelle parti di calcestruzzo della struttura o delle strutture adiacenti devono essere fissati in conformità alle proprie specifiche.

Misure adeguate devono essere prese per evitare il danneggiamento del calcestruzzo, al fine di ottenere la resistenza di ancoraggio necessaria.

Questo vale in particolare per tasselli ad espansione, per i quali è necessaria una distanza minima dal bordo al fine di evitare la fessurazione del calcestruzzo.

8.6 MONTAGGIO E LAVORO IN CANTIERE

8.6.1 Marcatura

I componenti che sono assemblati o montati individualmente in cantiere, devono essere dotati di una marcatura di montaggio. Un componente deve essere marcato con il suo orientamento di montaggio se questo non è chiaro dalla sua forma.

I marchi dovrebbero essere apposti, se possibile, in posizioni dove saranno visibili sia durante il deposito che dopo il montaggio.

I metodi di marcatura devono essere conformi al punto 5.2 della seguente specifica ed alla **EN 1090 1/2**.

8.6.2 Movimentazione e stoccaggio in cantiere

La movimentazione e lo stoccaggio in cantiere devono essere conformi ai requisiti del punto 5.3 della presente specifica e a quelli forniti di seguito.

I componenti devono essere movimentati e ordinati in modo tale che la probabilità di danneggiamento sia ridotta al minimo. Particolare attenzione deve essere prestata ai metodi di imbracatura per evitare il danneggiamento delle strutture di acciaio e del trattamento protettivo.

Per le strutture di acciaio danneggiate durante le fasi di scarico, trasporto, stoccaggio o montaggio deve essere ripristinata la conformità.

La procedura per il ripristino deve essere definita prima di intraprendere la riparazione. Per EXC2, EXC3 ed EXC4, la procedura deve anche essere documentata.

Gli elementi di fissaggio stoccati in cantiere devono essere conservati in condizioni asciutte prima del loro utilizzo e devono essere adeguatamente imballati ed identificati. Gli elementi di fissaggio devono essere movimentati ed utilizzati in conformità alle raccomandazioni del produttore.

Tutte le piastre piccole e gli altri raccordi devono essere adeguatamente imballati ed identificati.

8.6.3 Montaggi di prova (premontaggi)

Ogni processo di montaggio in cantiere deve essere eseguito in conformità ai requisiti del punto 5.10 della presente specifica.

Il montaggio di prova dovrebbe essere considerato:

- a) per confermare il corretto assemblaggio tra i componenti;
- b) per verificare la metodologia, se la sequenza di montaggio permette di mantenere la stabilità durante il montaggio o se necessita di essere valutata in anticipo;
- c) per verificare le durate delle operazioni, se le condizioni del cantiere sono limitate da una ridotta disponibilità di tempo.

8.6.4 Metodi di montaggio

8.6.4.1 Generale

Il montaggio di strutture di acciaio deve essere effettuato in conformità con la descrizione del metodo di montaggio in modo tale da garantire la stabilità in ogni momento.

I bulloni di ancoraggio non devono essere utilizzati per fissare le colonne non tirantate per prevenire ribaltamenti, a meno che non siano stati verificati per questa modalità di utilizzo.

Durante tutto il montaggio della struttura, la carpenteria deve essere messa in sicurezza rispetto ai carichi temporanei, compresi quelli dovuti alle attrezzature di montaggio o alle sue operazioni e nei confronti degli effetti dei carichi del vento sulla struttura incompiuta.

Per gli edifici, almeno un terzo dei bulloni permanenti in ogni connessione dovrebbe essere installato, prima di poter considerare che la connessione possa contribuire alla stabilità della parte completata di struttura.

8.6.4.2 Opere temporanee

Tutti i controventi ed i vincoli temporanei devono essere lasciati in posizione fino a quando il montaggio è ad una fase sufficientemente avanzata da consentirne la rimozione sicura.

Se è richiesto che i controventi in edifici alti debbano essere de-tensionati mentre il montaggio progredisce, per liberare le forze in essi indotte dai carichi verticali, ciò deve essere eseguito progressivamente un pannello alla volta. Durante tale de-tensionamento devono essere installati un numero sufficiente di controventi per garantire la stabilità.

Se necessario, devono essere installati rinforzi supplementari temporanei per questo specifico scopo.

Tutti i collegamenti per componenti temporanei, forniti a fini del montaggio, devono essere effettuati in conformità con i requisiti della norma europea **EN 1090 1/2**, in modo da non indebolire la struttura permanente o metterne in pericolo la funzionalità.

Se la procedura di montaggio prevede la rotazione o lo spostamento in altro modo della struttura o di parte di essa, nella sua posizione finale dopo il montaggio, si deve aver cura della frenatura controllata della massa in movimento. Può essere necessario prendere in considerazione la possibilità dell'inversione della direzione di movimento.

Tutti i dispositivi di ancoraggio temporaneo devono essere assicurati nel caso in cui vengano involontariamente sganciati o rilasciati.

Un martinetto che può essere bloccato meccanicamente (in maniera sicura) in qualsiasi posizione sotto carico può essere utilizzato anche se non sono state considerate altre misure di sicurezza.

8.6.4.3 Incastro ed allineamento

Si deve aver cura che nessuna parte della struttura venga distorta in modo permanente o sia messa troppo in tensione dalla sovrapposizione di componenti di acciaio o da carichi di montaggio durante il processo di montaggio stesso.

Ogni parte della struttura, non appena possibile, deve essere allineata dopo che sia stata montata, e l'assemblaggio finale completato il prima possibile.

Le connessioni permanenti tra i componenti non devono essere eseguite fino a che la struttura non sia stata sufficientemente allineata, livellata, piombata e temporaneamente collegata, al fine di garantire che i componenti non subiscano spostamenti durante il successivo montaggio o allineamento della restante parte di struttura.

L' allineamento della struttura e l'adattamento/aggiustamento nelle connessioni possono essere regolate mediante l'utilizzo di spessori. Gli spessori devono essere assicurati saldamente alla struttura. Per EXC3 e EXC4 la saldatura degli spessori va eseguita in conformità con il punto 6 della presente specifica.

Se non diversamente specificato gli spessori devono essere di forma piatta.

Gli spessori devono avere prestazioni analoghe a quelle della struttura, a meno che non siano tenuti a rispettare una classificazione specifica per l'attrito.

Se la mancanza di adattamento tra componenti montati non può essere corretta mediante l'utilizzo di spessori, i componenti della struttura devono essere modificati localmente in conformità alle modalità specificate nella **EN 1090 1/2**. Le modifiche non devono compromettere le prestazioni della struttura sia nello stato temporaneo che nel permanente. Questo lavoro può essere eseguito in loco. Si deve aver cura delle strutture costituite con componenti saldati a reticolo e con le strutture spaziali per garantire che non vengano sottoposti a una forza eccessiva nel tentativo di forzare un incastro contro la loro intrinseca rigidità.

Se non specificatamente vietato si possono far “scivolare” i componenti per permetterne la connessione.

Se si rende necessaria l'alesatura, l'allargamento o la realizzazione di asole per permettere l'inserimento della vite dei bulloni, non andare oltre le dimensioni riportate al punto 5.9 della presente specifica e comunque agire in conformità con la **EN 1090 1/2**.

La correzione di allineamenti sui fori va preferibilmente eseguita mediante alesatura e/o fresatura. Possono essere usate altre forme di taglio SOLO solo se è inevitabile, e comunque vanno rispettate tutte le prescrizioni date nel capitolo 6 della presente specifica e della **EN 1090 1/2**.

Tutte le connessioni modificate in cantiere devono essere controllate e verificate in conformità al punto 12.5 della Normativa Europea **EN 1090 2**.

9. TRATTAMENTO SUPERFICIALE

9.1 GENERALE

I requisiti dettagliati per i sistemi di protezione contro la corrosione, sono specificati nei seguenti riferimenti che devono essere applicati poiché pertinenti:

- a) superfici da verniciare: serie **EN ISO 12944** e appendice F (**ANNEX F EN 1090-2**);
- b) superfici di metallo rivestite con spruzzatura a caldo: **EN 14616**, **EN 15311** e appendice F (**ANNEX K EN 1090-2**);
- c) superfici da rivestire di metallo mediante zincatura: **EN ISO 1461**, **EN ISO 14713-1** , **EN ISO 14713-2** e appendice F (**ANNEX K EN 1090-2**).

Per ragioni di resistenza meccanica e stabilità non è necessaria protezione contro la corrosione se la struttura deve essere utilizzata con una vita di servizio breve, o in un ambiente con corrosività trascurabile (per esempio, della categoria C1 o la verniciatura con scopo puramente estetico), o se è stata progettata per consentire la corrosione.

Se sono richieste sia una protezione antincendio che sistemi di protezione contro la corrosione, deve esserne dimostrata la compatibilità.

9.2 PREPARAZIONE DI SUBSTRATI DI ACCIAIO PER VERNICI E PRODOTTI CORRELATI

Tutte le superfici sulle quali sono da applicare vernici e prodotti correlati devono essere predisposte per il soddisfacimento dei criteri della EN ISO 8501. Il grado di preparazione secondo la norma EN ISO 8501-3 deve essere specificato.

Se la durata prevista della protezione contro la corrosione e la categoria di corrosività sono specificati, il grado di preparazione deve essere in conformità al prospetto 22 (Table 22).

Salvo diversamente specificato, P1 deve essere applicato per EXC2, EXC3 ed EXC4.

Table 22 — Preparation grade

Expected life of the corrosion protection ^a	Corrosivity category ^b	Preparation grade
> 15 years	C1	P1
	C2 to C3	P2
	Above C3	P2 or P3 as specified
5 years to 15 years	C1 to C3	P1
	Above C3	P2
< 5 years	C1 to C4	P1
	C5 – Im	P2

^{a b} Expected life of the corrosion protection and corrosivity category are referenced in EN ISO 12944 and EN ISO 14713-1 as relevant.

9.3 ACCOPPIAMENTO GALVANICO

Deve essere evitato il contatto non voluto tra materiali diversi, per esempio, tra acciaio inossidabile e alluminio o acciaio strutturale.

9.4 ZINCATURA

Se deve essere utilizzato il decapaggio prima della zincatura, tutte le lacune di saldatura dovrebbero essere sigillate prima del decapaggio per impedire la penetrazione dell'acido, a meno che ciò non contrasti con le considerazioni di cui al punto 9.6.

Se il componente fabbricato contiene spazi chiusi, devono essere realizzati fori di sfianto e drenaggio. Lo spazio chiuso generalmente deve essere zincato internamente e, se così non fosse, deve essere specificato se tali spazi chiusi debbano essere sigillati dopo la zincatura e, in caso affermativo, con cosa.

9.5 SIGILLATURA DEGLI SPAZI

Se gli spazi chiusi devono essere sigillati tramite saldatura o dotati di trattamento protettivo interno, il sistema di trattamento interno deve essere specificato.

Se gli spazi devono essere interamente chiusi da saldature, deve essere specificato se le imperfezioni della saldatura, consentite ai sensi della specifica della procedura di saldatura, richiedano la sigillatura mediante l'applicazione di materiale di riempimento idoneo ad impedire la penetrazione di umidità. Se le saldature hanno il solo scopo di sigillare, quelle saldature devono essere sottoposte ad ispezione visiva. Deve essere specificato se sono necessari ulteriori controlli.

Si richiama l'attenzione alle crepe (fessure) nelle saldature, che non sono rilevabili mediante ispezione visiva, ma che possono consentire all'acqua di penetrare lo spazio sigillato.

Se le sezioni chiuse necessitano di galvanizzazione, esse non devono essere sigillate prima della zincatura. Nel caso di superfici sovrapposte con saldature continue, deve essere fornita un'aerazione adeguata, a meno che l'area di sovrapposizione sia così piccola che il rischio di fuoriuscite esplosive di gas intrappolato durante l'operazione di zincatura sia valutato come non significativo.

Se fissaggi meccanici penetrano la parete di sigillatura degli spazi chiusi, deve essere specificato il metodo da utilizzare per sigillare l'interfaccia.

9.6 SUPERFICI A CONTATTO CON IL CALCESTRUZZO

Le superfici che devono essere a contatto con il calcestruzzo, compresa la parte inferiore delle piastre di base, devono essere rivestite con un trattamento protettivo applicato alle strutture in acciaio, escludendo qualsiasi rivestimento di finitura estetico, per almeno i primi 50 mm di lunghezza "gettata" (inglobata nel calcestruzzo) se non diversamente specificato e, se le superfici rimanenti non necessitano di rivestimento.

Se non rivestite, tali superfici devono essere pulite mediante sabbiatura o, con la spazzola metallica per rimuovere lo strato di ossidazione a caldo e pulite per rimuovere la polvere, l'olio ed il grasso.

Immediatamente prima del getto, la ruggine, la polvere e gli altri detriti devono essere eliminati mediante pulizia.

9.7 SUPERFICI NON ACCESSIBILI

Aree e superfici che sono di difficile accesso, dopo assemblaggio, dovrebbero essere trattate prima del montaggio.

Nei collegamenti resistenti allo scorrimento, le superfici di contatto devono soddisfare i requisiti necessari per sviluppare l'attrito relativo al trattamento superficiale specificato (vedere punto 7.4 della presente specifica e punto F.4 ; ANNEX F EN 1090-2).

9.8 RIPARAZIONI DOPO IL TAGLIO O LA SALDATURA

Deve essere specificato se la riparazione, o ulteriori trattamenti protettivi, siano necessari per i bordi tagliati e per le superfici adiacenti dopo il taglio.

Se i prodotti costituenti già rivestiti devono essere saldati, devono essere specificati i metodi e l'estensione della riparazione necessaria per il rivestimento.

Se la zincatura delle superfici è stata rimossa o danneggiata dalla saldatura, le superfici devono essere pulite, preparate e trattate con primer ricco di zinco e con un sistema di verniciatura che offra un livello di protezione dalla corrosione simile a quello della zincatura per la categoria di corrosività data (vedere **EN ISO 1461** per ulteriori indicazioni).

9.9 PULIZIA DOPO IL MONTAGGIO

La struttura deve essere pulita quotidianamente dalle steli dei rivetti ciechi, dai trucioli di perforazione, ecc., per prevenire danni da corrosione.

10. TOLLERANZE GEOMETRICHE

10.1 GENERALE

Le tolleranze geometriche devono essere in accordo con la seguente specifica e con la **EN 1090 1/2**.

10.2 TIPI DI TOLLERANZE

Il presente punto definisce i tipi di deviazioni geometriche e fornisce valori quantitativi per due tipi di deroghe consentite:

- a) quelle che si applicano per una serie di criteri che sono essenziali per la resistenza meccanica e la stabilità della struttura completata, chiamate tolleranze essenziali;
- b) quelle richieste per soddisfare altri criteri, quali il corretto incastro e l'aspetto, chiamate tolleranze funzionali.

Le deroghe consentite non includono deformazioni elastiche indotte dal peso proprio dei componenti.

Inoltre, particolari tolleranze possono essere specificate sia per le deviazioni geometriche già definite con valori quantitativi che per altri tipi di scostamenti geometrici. Se sono richieste tolleranze particolari, devono essere fornite le seguenti informazioni se opportuno:

- i valori modificati per le tolleranze funzionali già definite;
- i parametri definiti ed i valori consentiti per le deviazioni geometriche da controllare;
- se si applicano tolleranze particolari a tutti i componenti pertinenti o solo a componenti particolari che sono specificati.

Se i componenti fabbricati servono per formare le parti di una struttura che deve essere costruita in loco, le tolleranze specificate per il controllo finale della struttura montata devono essere rispettate in aggiunta a quelle per i componenti fabbricati.

10.3 TOLLERANZE ESSENZIALI

10.3.1 Generalità

Le tolleranze essenziali devono essere conformi al punto D.1 (**ANNEX D EN 1090-2**). Ai valori indicati sono ammesse deviazioni. Se lo scostamento effettivo eccede il valore consentito, il valore misurato deve essere trattato come una non conformità secondo il **punto 12 della EN 1090 2**.

In alcuni casi vi è la possibilità che la deviazione non corretta di una tolleranza essenziale possa essere giustificata in conformità alla progettazione strutturale quando la deviazione in eccesso è inclusa esplicitamente in un nuovo calcolo. In caso contrario, la non conformità deve essere corretta.

10.3.2 Tolleranze di fabbricazione

10.3.2.1 Laminati

Prodotti strutturali laminati a caldo, rifiniti a caldo o formati a freddo devono essere conformi alle deviazioni consentite dalla norma di prodotto di riferimento. Tali deviazioni consentite continuano ad applicarsi ai componenti ottenuti da tali prodotti, a meno che non vengano sostituite dai criteri più severi specificati al punto D.1 (ANNEX D EN 1090-2).

10.3.2.2 Sezioni saldate

Le componenti saldate fabbricate a partire da lastre devono essere conformi alle deviazioni consentite nei prospetti D.1.1 e nei prospetti da D.1.3 a D.1.6 (ANNEX D EN 1090-2).

10.3.2.3 Sezioni formate a freddo

I componenti a freddo ottenuti mediante pressatura devono essere conformi alle deviazioni consentite nel prospetto D.1.2 (ANNEX D EN 1090-2). Per i componenti fabbricati da laminati a freddo, vedere punto 10.2.2.1.

Per esempio, le tolleranze delle sezioni trasversali per le sezioni saldate prodotte partendo da laminati a freddo fessurati dovrebbero essere in conformità alla norma di prodotto di riferimento ad eccezione della profondità complessiva e della geometria dell'anima per le quali dovrebbero essere in conformità al prospetto D.1.1; le tolleranze delle sezioni trasversali della EN 10162 si applicano ai laminati a freddo mentre il prospetto D.1.2 si applica alle sezioni formate per pressatura.

10.3.2.4 Lamiera d'irrigidimento

Le lamiera d'irrigidimento devono essere conformi alle deroghe consentite dal prospetto D.1.6 (ANNEX D EN 1090-2).

10.3.2.5 Lamiera profilate

Le lamiera profilate utilizzate come componenti strutturali devono essere conformi alle deroghe consentite dalla EN 508-1 e dalla EN 508-3 oltre a quelle di cui al prospetto D.1.7 (ANNEX D EN 1090-2).

10.3.2.6 Strutture a “guscio”

Le strutture a guscio devono essere conformi alle deroghe consentite al prospetto D.1.9 (ANNEX D EN 1090-2), in cui la scelta della classe appropriata deve basarsi sulla EN 1993-1 -6.

10.3.3 Tolleranze di montaggio

10.3.3.1 Sistema di riferimento

Le deviazioni delle componenti montate devono essere misurate in relazione ai loro punti di messa in posizione (vedere ISO 4463). Se non è fissato un punto di messa in posizione, le deviazioni devono essere misurate rispetto al sistema secondario.

10.3.3.2 Tirafondi ed altri supporti

La posizione dei punti centrali di un gruppo di bulloni di ancoraggio (Zanca) o di altri supporti non deve discostarsi di oltre ± 6 mm dalla sua posizione specifica relativa al sistema secondario.

Se i tirafondi sono di tipo regolabile, scegliere la posizione più idonea per l'identificazione della loro tolleranza di posa (non per forza coincidente il centro)

10.3.3.3 Basi delle colonne

I fori nelle piastre di base e negli altri piatti utilizzati per il fissaggio ai supporti dovrebbero essere dimensionati per consentire spazi liberi al fine di abbinare le deroghe consentite ai supporti con quelle per le strutture in acciaio. Ciò può richiedere l'utilizzo di rondelle di ampie dimensioni fra i dadi sui bulloni di tenuta e la parte superiore della piastra di base.

10.3.3.4 Colonne

Le deviazioni delle colonne montate devono essere conformi alle deroghe consentite nei prospetti da D.1.11 a D.1.12 (ANNEX D EN 1090-2).

Per i gruppi di colonne adiacenti (diversi da quelli nel portale o che sostengono una gru a ponte) che portano carichi verticali simili, le deviazioni consentite devono essere come segue:

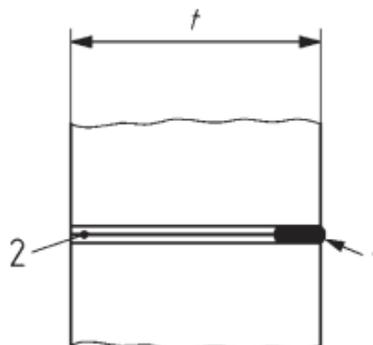
- la media aritmetica delle deviazioni nel piano per l'inclinazione di sei colonne adiacenti e legate deve essere conforme alle deroghe consentite nei prospetti da D.1.11 a D.1.12 (ANNEX D EN 1090-2);
- le deroghe consentite per l'inclinazione di una singola colonna all'interno di questo gruppo, tra i piani di livelli adiacenti possono quindi essere rese più flessibili a $Ll = \pm h/100$.

10.3.3.5 Appoggi e giunti a pieno contatto

Dove è richiesto un giunto a pieno contatto l'aggiustamento tra le due superfici dei componenti montati, dopo l'allineamento, deve essere in conformità al prospetto D.1.13 (ANNEX D EN 1090-2).

Se non diversamente specificato nel disciplinare di esecuzione, per le giunzioni bullonate, quando dopo l'iniziale bullonatura il divario eccede i limiti specificati, possono essere utilizzati degli spessori al fine di ridurre il divario entro la deviazione consentita.

Gli spessori possono essere costituiti da lastre di acciaio dolce con uno spessore massimo pari a 3 mm. In qualsiasi punto non devono essere utilizzati più di tre spessori. Se necessario, gli spessori possono essere mantenuti in posizione per mezzo di parziale saldatura di testa o angolo, come mostrato in figura_7 (Figure 7).



Key

- 1 partial penetration butt weld or fillet weld
- 2 shims

Figure 7 — Option for securing shims used for bolted splice in full contact bearing

10.4 TOLLERANZE FUNZIONALI

10.4.1 Generale

Tolleranze funzionali in termini di deviazioni geometriche accettate devono essere in conformità a una delle due seguenti opzioni:

- a) valori tabulati descritti al punto 11.3.2, oppure
- b) criteri alternativi descritti al punto 11.3.3.

Se non viene specificata alcuna opzione devono essere applicati i valori tabulati.

10.4.2 Valori tabulati

I valori tabulati per le tolleranze funzionali sono riportati al punto D.2 (ANNEX D EN 1090-2).

Generalmente sono mostrati i valori di due classi. La scelta della classe di tolleranza può essere applicata a singoli componenti o parti selezionate di una struttura montata.

Come può essere applicato il punto D.2 si potrebbe invocare la classe di tolleranza 2 per la parte di una struttura sulla quale deve essere montata una facciata vetrata, in modo da ridurre la quantità di spazio e di regolazione necessari all'interfaccia.

Se si utilizza D.2, e la scelta della classe non è specificata, si applica la classe di tolleranza 1.

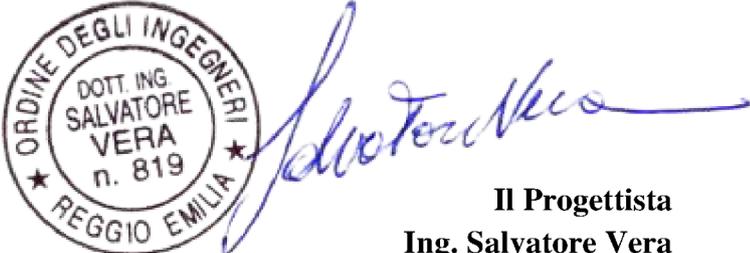
Nell'applicare il prospetto D.2.20, la lunghezza sporgente dal cemento di un bullone di ancoraggio verticale (nella sua posizione di miglior regolazione) dovrebbe avere una verticalità massima di 1 mm su 20 mm. Un requisito simile si applicherebbe ad una linea di bulloni sull'orizzontale o posizionati con altri angoli.

10.4.3 Criteri alternativi

Se specificato possono essere applicati i seguenti criteri alternativi:

- a) per le strutture saldate, si applicano le seguenti classi secondo la **EN ISO 13920**:
 - 1) classe e per la lunghezza e le dimensioni angolari,
 - 2) classe G per rettifica, planarità e parallelismo;
- b) per i componenti non saldati gli stessi criteri riportati in (a);
- c) negli altri casi, per una dimensione d , è permessa una deviazione consentita di $\pm\Delta$. pari al maggiore tra $d/500$ o 5 mm .

Reggio Emilia, 10 Gennaio 2020



The image shows a circular professional stamp of the 'ORDINE DEGLI INGEGNERI REGGIO EMILIA' with the name 'DOTT. ING. SALVATORE VERA' and the number 'n. 819'. To the right of the stamp is a handwritten signature in blue ink.

Il Progettista
Ing. Salvatore Vera