



COMUNE DI NAPOLI
 DIREZIONE CENTRALE PIANIFICAZIONE E GESTIONE DEL TERRITORIO - SITO UNESCO
 SERVIZIO PROGRAMMA UNESCO E VALORIZZAZIONE DELLA CITTA' STORICA

Programma Operativo Regionale FESR Campania 2007-2013
 Asse 6 Sviluppo urbano e qualità della vita
 Obiettivo operativo 6.2 - Napoli e area metropolitana
 Grande Progetto *Centro storico di Napoli valorizzazione del sito UNESCO*

COMPLESSO MONUMENTALE DI SAN PAOLO MAGGIORE



I Progettisti:

CFC GROUP S.R.L.
 Viale Kennedy 5 - 80124 Napoli
 P.IVA 05720040630

ing. Salvatore Mascolo
 cell. 3341207887
 e-mail: Salvatore.Mascolo@pec.it

COMUNE DI NAPOLI
 Città Metropolitana di Napoli

RESTAURO E RIFUNZIONALIZZAZIONE DEL COMPLESSO MONUMENTALE DI SAN PAOLO MAGGIORE

*Interventi locali e/o di riparazione
 del complesso monumentale San Paolo Maggiore (NA)
 Museo*

R11

Relazione sui materiali

Il committente

Il direttore dei lavori

L'impresa esecutiva

Il progettista



1-2022

RELAZIONE SUI MATERIALI

La presente relazione è relativa al Restauro del Complesso di San Paolo Maggiore in Napoli, che prevede una serie di opere di miglioramento statico-sismico del fabbricato, mediante una serie di interventi locali da eseguirsi, così come da grafici esecutivi delle strutture.

Il Fabbricato, in cui verranno realizzate le opere, ha struttura portante verticale in muratura di tufo su cui poggiano solai e volte, ed è di remota realizzazione.

Pertanto si propone di seguito il calcolo per la verifica del soppalco al piano terra da realizzare in acciaio con tavolato superiore di calpestio:

Pertanto si propongono di seguito i materiali da utilizzare per la realizzazione dell'intervento. La normativa di riferimento è quella richiamata nell'elaborato Relazione di Calcolo.

Gli elementi strutturali da inserire sono:

Per i solai e le scale in ferro:

- | | |
|------------------------------|--|
| - Travi in acciaio esistenti | - acciaio tipo S 235 |
| - Solette in c.a. | - calcestruzzo Rck 300 |
| - Armature per c.a. | - acciaio in barre B 450 C - $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ |

Per nuove piattabande:

- | | |
|--------------------------|--|
| - Travi in acciaio nuove | - acciaio tipo S 275 |
| - Calcestruzzo | - calcestruzzo Rck 300 |
| - Armature per c.a. | - acciaio in barre B 450 C - $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ |

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO:

Per quanto attiene i conglomerati cementizi si prescrive lo studio preventivo della curva granulometrica degli inerti.

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

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime non superiori a 15mm.

Il legante deve essere costituito da cemento di tipo A Portland 325 conforme alla legge n. 595 del 26.05.1965.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sali in percentuali dannose, non aggressiva e nella quantità minima necessaria a consentire una buona lavorabilità del conglomerato.

Il rapporto acqua/cemento deve essere scelto, tenendo conto delle caratteristiche degli inerti, in relazione alla Rck prescritta.

Parimenti, dovrà essere detratta dal detto dosaggio la quantità d'acqua presente sotto forma di umidità della sabbia.

L'eventuale impiego di additivi deve essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Le barre di armatura non vanno poste in opera se eccessivamente ossidate, corrose e qualora presentino difetti superficiali o presenza di sostanze che menomino la resistenza e/o l'aderenza al conglomerato.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto (da eseguire a temperatura non inferiore a 0° C) che va convenientemente compattato mediante vibrazione meccanica e mantenuto umido in superficie per almeno 72 ore.

Tanto i conglomerati cementizi quanto l'acciaio dovranno essere sottoposti, in corso d'opera, ai controlli di qualità presso i laboratori ufficiali previsti dagli allegati al D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Il disarmo dovrà avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche, non prima di 28 gg. e, in ogni caso, dietro autorizzazione della Direzione Lavori.

In osservanza alla normativa si impiegheranno, nelle confezioni, i seguenti materiali:

-cementi : di tipo CEM II e classe 42,5, con requisiti di accettazione di cui alle norme.

-inerti: ghiaia e sabbia provenienti da depositi alluvionali e privi di impurezze e componenti nocivi, lavata, di granulometria commisurata alle caratteristiche geometriche della carpenteria dei getti, ed all'ingombro delle armature.

-acqua per l'impasto: deve essere limpida e dolce (potabile), priva di cloruri e solfati, in percentuale dannosa.

-additivi: a discrezione ed indicazione della D.L. secondo UNI 7101 e successive.

Le maggiori lavorabilità del calcestruzzo (S3- S4) si dovranno raggiungere mantenendo costante il rapporto acqua/cemento quindi o aumentando la quantità di cemento o con l'aggiunta di additivi fluidificanti o superfluidificanti secondo le indicazioni della D.L..

CARATTERISTICHE ACCIAIO:

Acciai per c.a.

In osservanza al citato D.M., l'acciaio di armatura di tutte le strutture é del tipo FeB44k controllato in stabilimento.

Le presenti norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.).

Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

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

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 ± 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Caratteristiche dimensionali e di impiego

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

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7, del D.M.

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

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti vale quanto indicato al § 11.3.1.4, del D.M.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5 del D.M. . Le barre sono caratterizzate dal diametro \varnothing della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

Gli acciai B450C, possono essere impiegati in barre di diametro \varnothing compreso tra 6 e 40 mm.

Per gli acciai B450A, il diametro \varnothing delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\varnothing \leq 16 \text{ mm}$ per B450C e fino a $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$ per B450A.

CARATTERISTICHE ACCIAIO PER SALDATURE:

La saldatura è il procedimento che permette l'unione fisico/chimica di due giunti mediante la fusione degli stessi, o tramite metallo d'apporto. Tale materiale può essere il materiale componente le parti stesse che vengono unite, ma può anche interessare materiale estraneo ad esse, detto materiale di apporto: nel primo caso si parla di saldatura autogena (con o senza materiale d'apporto a secondo dei casi) nel secondo di saldatura eterogenea o brasatura (in cui la fusione interessa solo il materiale d'apporto). La saldatura realizza un collegamento permanente che si differenzia da altri collegamenti permanenti (ad esempio chiodatura o incollatura) che non realizzano la continuità del materiale. Con alcuni processi di saldatura autogena, qualora eseguita correttamente e secondo certi principi, viene garantita anche una continuità quasi totale nelle caratteristiche stesse del materiale delle parti unite. Nella sua accezione più ampia la saldatura si riferisce all'unione mediante apporto di calore di diversi materiali tra loro, o con materiali simili, dato che si effettua comunemente ad esempio la saldatura di materie plastiche. Anche il vetro può essere "saldato", ma la saldatura per antonomasia avviene tra metalli.

Attualmente sono in corso studi per la saldatura per diffusione, in cui non si porta a fusione il materiale da saldare, ma si sottopone a pressione ad una temperatura sufficientemente elevata perché gli atomi del reticolo cristallino diffondano attraverso la superficie di separazione dei pezzi, in modo da realizzare giunti a temperature relativamente basse.

La caratteristica principale della saldatura è di creare strutture monolitiche, cioè strutture che non presentano discontinuità di caratteristiche in presenza dei giunti. Questa particolarità della saldatura è di notevole importanza sia quando è richiesta una resistenza meccanica uniforme sia quando è richiesta una resistenza uniforme ad aggressioni esterne (per esempio alla corrosione). Date queste caratteristiche, la saldatura ha applicazioni notevoli in diversi campi dell'ingegneria:

Ingegneria meccanica: costruzione di strutture meccaniche di forma complessa e sottoposte a sforzi significativi

Ingegneria civile: costruzione di strutture metalliche di supporto a edifici o ponti

Ingegneria chimica: costruzione di recipienti (in pressione o meno), di casse di pompe, di casse di valvole e di reti di tubazioni

Ingegneria nucleare: recipienti a pressione per reattori, tubazioni, strutture di sicurezza e contenimento

Ingegneria dei trasporti: costruzione di veicoli terrestri e navali

Ingegneria aeronautica: strutture portanti per aeromobili.

Vi sono comunque dei casi particolari in cui la saldatura viene utilizzata per unioni "parzialmente" continue come nel caso della "puntatura".

Il processo di saldatura

Saldatura circonferenziale su un tubo (si nota la zona termicamente alterata con colorazione diversa del metallo)

Ogni tipo di saldatura avviene mediante procedimenti differenti e macchinari specifici. Si può comunque descrivere un procedimento generico che accomuna i diversi processi di saldatura.



Tipologie base di cianfrino

Per realizzare una saldatura di due parti è necessario anzitutto preparare i due lembi del giunto mediante quella che viene definita cianfrinatura. Quindi il giunto viene scaldato a diverse temperature a seconda del processo impiegato.

Quando il giunto viene riscaldato fino a fondere unendo così i lembi col materiale stesso del giunto o con l'aiuto di un materiale di apporto ad esso omogeneo si parla di saldatura autogena. Se invece una volta riscaldato il giunto al di sotto della temperatura di fusione viene fuso su di esso un materiale di apporto ad esso eterogeneo e con punto di fusione più basso si parla di saldatura eterogena o brasatura.

Il calore necessario all'attuazione del processo viene ottenuto con diversi sistemi:

Una fiamma prodotta per combustione di un gas con aria o ossigeno.

Un arco elettrico che viene formato tra due elettrodi (uno di essi può essere il pezzo stesso).

Resistenza elettrica ottenuta per effetto Joule al passaggio di una corrente attraverso i pezzi da saldare.

Laser ad elevata potenza o altri sistemi di apporto di energia non da fiamma.

Per ottenere una saldatura resistente, tecnicamente buona ed esente da imperfezioni, la zona di fusione deve essere protetta da fenomeni di ossidazione ed il metallo fuso deve essere depurato da scorie. Per evitare l'ossidazione la saldatura deve avvenire quindi in atmosfera il più possibile priva di ossigeno (inerte): a tale scopo nella zona in prossimità della saldatura devono essere aggiunte sostanze come gas, borace, silicati e carbonati, che creino una "nube protettiva" nei pressi del bagno di fusione e che permettano l'espulsione delle scorie. Nella saldatura ossiacetilenica si produce un'atmosfera riducente, mentre la saldatura ad arco viene effettuata nell'atmosfera prodotta dalla combustione del rivestimento dell'elettrodo o sotto flusso di gas.

Il metallo di apporto può essere in forma di barrette o di filo continuo, che vengono avvicinate alla zona di fusione (saldatura a fiamma e saldatura TIG, in inglese tungsten inert gas) o costituire il vero e proprio elettrodo che si fonde a causa dell'arco elettrico che esso stesso provoca.

Principali procedimenti di saldatura

Nella tabella sono indicati i principali procedimenti di saldatura, con la denominazione italiana, quella dell'AWS (American Welding Society) e la sigla usata dall'AWS. Per i particolari del singolo procedimento ci si può riferire alla voce relativa.

Denominazione italiana	Denominazione AWS	Sigla
Ossiacetilenica	Oxyfuel Gas Welding	OFW
Elettrodo rivestito	Shielded Metal Arc Welding	SMAW
Arco sommerso	Submerged Arc Welding	SAW
MIG/MAG	Gas Metal Arc Welding	GMAW
TIG	Gas Tungsten Arc Welding	GTAW
Saldatura a plasma	Plasma Arc Welding	PAW
Elettroscoria	Electroslag Welding	ESW
Elettrogas	Electrogas Welding	EGW
Saldatura laser	Laser Beam Welding	LBW
Saldatura a fascio elettronico	Electron Beam Welding	EBW
Saldatura a resistenza	Resistance Welding	RW
Saldatura per attrito	Friction Stir Welding	FSW

Saldatura eterogena o brasatura

La saldatura eterogena è comunemente detta brasatura e permette di unire le parti fondendo solo la lega di apporto e mantenendo intatti i lembi del giunto stesso. Nell'ambito della brasatura si distinguono:

brasatura forte: temperature oltre i 450 °C ma al di sotto del punto di fusione dei materiali da saldare; il giunto va preparato in modo da favorire la penetrazione del materiale di apporto per capillarità

brasatura dolce: si effettua con temperature al di sotto dei 450 °C ed al di sotto del punto di fusione dei materiali da saldare; il giunto va preparato in modo da favorire la penetrazione del materiale di apporto per capillarità

saldobrasatura: le leghe di apporto sono leghe fondenti a temperature ancor più elevate di quelle utilizzate nella brasatura forte ma sempre inferiori al punto di fusione dei materiali da saldare; il giunto viene preparato similmente alla preparazione per una saldatura autogena.

Saldatura a punti

Detta anche saldatura puntuale (spot welding in inglese) o chiodi di saldatura, spesso realizzata tramite saldatrici ad induzione, è un tipo di saldatura a resistenza e consiste nel far combaciare le parti di materiale da saldare e nel comprimere i due pezzi mediante una macchina. Successivamente, il passaggio di energia elettrica scalda i corpi da saldare fino ad arrivare al punto di fusione in meno di 15 secondi, unendo così i due materiali da un chiodo interno particolarmente resistente che dura nel tempo. Questo genere di saldatura è adottata in molti centri di presagomatura per rendere staffe doppie prodotte in un unico passaggio più rigide e quindi maneggiabili.

Saldatura per puntatura[modifica]

La saldatura per puntatura (tack welding), salvo quando il termine non sia utilizzato impropriamente per indicare la saldatura puntuale di cui sopra, non si riferisce ad un particolare processo di saldatura, quanto piuttosto ad un'applicazione particolare dei processi di saldatura già accennati. Si tratta di generare punti di saldatura sul perimetro dei pezzi da unire, senza creare cioè un cordone di saldatura ovvero una saldatura continua senza interruzioni, quanto realizzando molteplici punti posti a distanze più o meno regolari tra loro. Questo modo di procedere viene spesso usato per unire parti sottoposte a scarsi sforzi meccanici, o comunque tra le quali la saldatura non debba creare un giunto ermetico. Viene utilizzato tipicamente in processi di saldatura non automatizzati come imbastitura utile a tenere assieme le parti in vista di una successiva saldatura continua.

Saldatura ad ultrasuoni

Nella saldatura ad ultrasuoni, ad alta frequenza (da 15 kHz a 40 kHz) la bassa vibrazione d'ampiezza viene utilizzata per creare calore per mezzo di attrito tra i materiali da saldare. L'interfaccia delle due parti è appositamente progettata per concentrare l'energia per la resistenza di saldatura massima. La saldatura a ultrasuoni può essere utilizzata su quasi tutte le materie plastiche. È la tecnologia di termosaldatura più veloce disponibile.

Controllo delle saldature[modifica]

Le implicazioni di sicurezza collegate all'uso della saldatura, soprattutto nel campo dei recipienti a pressione e dell'ingegneria civile hanno imposto criteri sulla garanzia dell'affidabilità delle saldature. Questo controllo avviene su due fasi distinte:

Controllo del personale e del procedimento (controllo preventivo)

Controllo del giunto saldato (controllo di produzione)

Controllo e qualifica dei procedimenti di saldatura

La saldatura deve essere effettuata solo da personale qualificato e utilizzando procedimenti qualificati, le norme di qualifica dei procedimenti variano a seconda del campo di applicazione ed a seconda del materiale che deve essere saldato (variabili essenziali). In particolare in ambito europeo si seguono le UNI EN ISO EN 15614-1 per la qualifica dei procedimenti ad arco voltaico di acciai e leghe di nichel e le UNI EN 287/1, UNI EN ISO 9606/1:2013 e UNI EN 1418 per la qualifica dei saldatori, mentre negli Stati Uniti si applicano le norme ASME Sect. IX.

In genere per qualificare un procedimento devono essere eseguiti dei talloni, che vengono controllati con metodi non distruttivi e da cui sono ricavati provini per prove distruttive (trazione, pieghe al dritto, pieghe al rovescio, resilienza, durezza etc.)

Controllo dei giunti saldati dopo produzione[modifica]

Il giunti saldati, dopo l'esecuzione, vengono sottoposti a controlli non distruttivi (radiografia, ultrasuoni, liquidi penetranti, ecc.) più o meno estesi, a seconda dell'affidabilità richiesta al giunto. Inoltre per un numero prefissato di metri di saldatura o di giunti (in dipendenza dal campo di applicazione) vengono prodotti altri talloni che saranno sottoposti a prove distruttive (generalmente quelle più significative fra quelle già subite nel corso della qualifica del procedimento).

Saldabilità dei metalli|modifica

Nelle tabelle seguenti sono presentati i metalli più usati con un rating di saldabilità; da 0 (saldatura impossibile) a 5 (buona saldabilità).

Saldabilità degli acciai

Tipo di acciaio	Saldabilità	Note
Acciai al C	5	
Acciai basso legati al Mn	4	
Acciai ad alto carbonio (>0,45%)	1	Usata solo per riparazione o per ricarica
Acciai bonificati	3	Possono essere saldati con molte precauzioni
Acciai al Cr Mo	3	Richiedono un preriscaldamento e, a volte, un trattamento termico dopo saldatura.
Acciai inossidabili austenitici	5	
Acciai inossidabili martensitici	2	Richiedono un forte preriscaldamento, e il trattamento termico di rinvenimento dopo saldatura è praticamente obbligatorio.
Ghise	0	È sconsigliabile la saldatura di ghise, può essere saldata solo ghisa sferoidale, con notevoli precauzioni, ma volendo è possibile, utilizzando prodotti con apporto di materiale ad alto allungamento meccanico con sistema a polvere metallica a base di nichel con cannello ossiacetilenico particolare, che ospita una cartuccia con all'interno il materiale da depositare, oppure elettrodi a base di nichel.

Saldabilità dei materiali non ferrosi

Metallo o lega	Saldabilità	Note
Rame	4	
Leghe di Cu	2	In genere le leghe di rame sono saldabili solo con difficoltà, fanno eccezione i bronzi al Si, le leghe Cu Ni generalmente presentano la saldabilità delle leghe di Ni
Leghe di Nickel	5	
Alluminio	4	In genere è saldabile, se non ha caratteristiche meccaniche ottenute tramite lavorazione a freddo
Leghe di Al	3	
Piombo	4	Saldabile senza grosse difficoltà, ma solo OFW ed in piano
Titanio e leghe	4	
Metalli refrattari (Nb, Ta)	1	
Metalli refrattari (W e Mo)	0	

Posizione di saldatura

In funzione del cordone si distinguono le seguenti posizioni di saldatura:

in piano - il cordone è in corrispondenza dell'estradosso dei pezzi saldati

verticale

frontale

sovratesta - il cordone è in corrispondenza dell'intradosso dei pezzi saldati

Tipi di giuntoalcuni tipi di giunto 1) di testa, 2) di testa con cianfrinatura; 3) a sovrapposizione; 4) a T

In base alla posizione relativa dei pezzi da saldare si distinguono i seguenti tipi di giunto

di testa

a L

a T

di spigolo

a sovrapposizione

CARATTERISTICHE ACCIAIO PER PROFILATI METALLICI:

2.1. Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), dovranno appartenere a uno dei seguenti tipi:

Fe 360 – S 235

Fe 430 – S 275

Fe 510 – S 355

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui all'Allegato 8 del D.M. Min. LL.PP. 9 gennaio 1996.

2.3. Acciaio per strutture saldate.

2.3.1. Composizione chimica e grado di disossidazione degli acciai.

Acciaio tipo Fe 360 ed Fe 430.

Gli acciai da saldare con elettrodi rivestiti, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 2.1, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti raccomandati UNI 5132 (ottobre 1974) per le varie classi di qualità degli elettrodi impiegati.

Nel caso di saldature di testa o d'angolo sul taglio di un laminato, gli acciai, oltre a soddisfare i limiti di analisi sopraindicati, devono essere di tipo semicalmato o calmato, salvo che vengano impiegati elettrodi rivestiti corrispondenti alla classe di qualità 4 della UNI 5132 (ottobre 1974).

2.4. Saldature.

2.4.1. Procedimenti di saldatura.

Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore (CO₂ o sue miscele);
- altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere previamente verificata mediante prove.

Per la saldatura manuale ad arco devono essere impiegati elettrodi omologati secondo UNI 5132 (ottobre 1974) adatti al materiale base:

per gli acciai Fe 360 ed Fe 430 devono essere impiegati elettrodi del tipo E 44 di classi di qualità 2, 3 o 4; per spessori maggiori di 30 mm o temperatura di esercizio minore di 0 °C saranno ammessi solo elettrodi di classe 4 B.

2.4.3. Classi delle saldature

Prima classe. Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 3 o 4 secondo UNI 5132 (ottobre 1974) o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1. e realizzati con accurata eliminazione di ogni difetto al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.

Tali giunti debbono inoltre soddisfare ovunque l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento B della UNI 7278 (luglio 1974).

L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col metallo base specie nei casi di sollecitazione a fatica.

Seconda classe. Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 2, 3 o 4 secondo UNI 5132 (ottobre 1974) o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1. e realizzati ugualmente con eliminazione dei difetti al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.

Tali giunti devono inoltre soddisfare l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento F della UNI 7278 (luglio 1974).

L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col materiale base.

Per entrambe le classi l'estensione dei controlli radiografici o eventualmente ultrasonori deve essere stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista, in relazione alla importanza delle giunzioni e alle precauzioni prese dalla ditta esecutrice, alla posizione di esecuzione delle saldature e secondo che siano state eseguite in officina o al montaggio.

Per i giunti a croce o a I, a completa penetrazione nel caso di spessori $t > 30$ mm, l'esame radiografico o con ultrasuoni atto ad accertare gli eventuali difetti interni verrà integrato con opportuno esame magnetoscopico sui lembi esterni delle saldature al fine di rilevare la presenza o meno di cricche da strappo.

Nel caso di giunto o croce sollecitato normalmente alla lamiera compresa fra le saldature, dovrà essere previamente accertato, mediante ultrasuoni, che detta lamiera nella zona interessata dal giunto sia esente da sfogliature o segregazioni accentuate.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI NELLE STRUTTURE**• Travi in acciaio nuove per solai e scale nuove**

- profilati metallici S 275
- Acciaio S 275 - $f_{yk} = 275.00 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 239,13 \text{ N/mm}^2$

• Calcestruzzo:

- Cemento: tipo CEM II/A-LL 42,5 R conforme a UNI EN 197/1
- Aggregati: obbligo di marcatura CE conforme a UNI EN 12620
- Acqua: conforme a UNI EN 1008
- Additivi: conforme a UNI 7101
- classe di esposizione XC2
- classe di resistenza C25/30
- rapporto acqua/cemento max 0,57
- contenuto cemento min 400 kg/mc
- diametro inerte max 25 mm
- classe di consistenza S4
- Resistenza caratt. cubica CLS Getto a 28 gg $R_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratt. cilindrica ($f_{ck} = R_{ck} \times 0.83$) $f_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di sicurezza $\gamma_c = 1.5$
- Resistenza di calcolo cilindrica ($f_{cd} = f_{ck} / 1.5 \times 0.85$) $f_{cd} = 14,11 \text{ N/mm}^2$

• Acciaio per armature c.a.

- barre B450C
- rete elettrosaldata B450C
- Acciaio B450C $f_{yk} = 450.00 \text{ N/mm}^2$
- $f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 391.30 \text{ N/mm}^2$

- Acciaio per saldature

Tipo di acciaio	Saldabilità	Note
Acciai al C	5	
Acciai basso legati al Mn	4	
Acciai ad alto carbonio (>0,45%)	1	Usata solo per riparazione o per ricarica
Acciai bonificati	3	Possono essere saldati con molte precauzioni
Acciai al Cr Mo	3	Richiedono un preriscaldamento e, a volte, un trattamento termico dopo saldatura.
Acciai inossidabili austenitici	5	
Acciai inossidabili martensitici	2	Richiedono un forte preriscaldamento, e il trattamento termico di rinvenimento dopo saldatura è praticamente obbligatorio.

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere qualificati dal produttore secondo le modalità indicate nel capitolo 11 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 17 gennaio 2018. E' onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, acquisire e verificare la documentazione di qualificazione.

