



**Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU**



## Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio

Servizio Programmazione e Progettazione

LAVORI DI SOSTITUZIONE EDILIZIA DEL CORPO PALESTRA DELLA SEDE DEL LICEO CLASSICO  
“DANTE ALIGHIERI” SITO IN PIAZZA ANITA GARIBALDI N. 2 RAVENNA

CUP J61B22001420006

Missione 4 - Componente 1 - Investimento. 3.3

Piano di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edilizia scolastica

### PROGETTO ESECUTIVO

Presidente: Michele de Pascale	Consigliere delegato Pubblica Istruzione - Edilizia Scolastica - Patrimonio: Maria Luisa Martinez
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Marco Conti	Responsabile del Servizio: Arch.Giovanna Garzanti
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:	Arch. Giovanna Garzanti ..... firmato digitalmente .....
Professionisti esterni:	
PROGETTISTA COORDINATORE:	Arch. Matteo Battistini ..... firmato digitalmente .....
PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE:	Arch. Matteo Battistini
PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE:	Arch. Davide Agostini
PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE:	Arch. Francesco Ceccarelli
PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE:	Arch. Roberta Alessandrini
PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI:	Ing. Marco Peroni
PROGETTISTA OPERE ACUSTICHE:	Per.ind. Enrico Zattoni
COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:	Arch. Davide Agostini
PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI:	Per. Ind. Gianpaolo SIlvagni
PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI E IDRICO-SANITARI:	Per. Ind. Mirco Bondi
PROGETTAZIONE ANTINCENDIO:	Per. Ind. Enrico Zattoni

Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:
0	EMISSIONE				07/07/2023
1					
2					
3					

**TITOLO**

ELABORATO: **RELAZIONE SUI MATERIALI**

PROFESSIONISTA RESPONSABILE:  
Arch. Matteo Battistini (capogruppo RTP) .....  
FIRMATO DIGITALMENTE  
Timbro e firma del Professionista

Elaborato num: <b>S_B_3</b>	Revisione:	Data: LUG 2023	Scala:	Nome file: <b>S_B_3_Relazione sui materiali</b>
--------------------------------	------------	-------------------	--------	--

### 3. RELAZIONE SUI MATERIALI

#### ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI E LORO MODALITÀ DI POSA IN OPERA

##### 3.1 CEMENTO ARMATO

###### 3.1.1 Cemento armato per strutture di fondazione

<u>Tipologia strutturale:</u>	<u>Fondazioni</u>
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	37 N/mm <sup>2</sup> (370 daN/cm <sup>2</sup> )
Condizioni ambientali:	Bagnato, raramente asciutto
Classe di esposizione:	XC2
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S3 (Plastica)
Diametro massimo aggregati:	18 mm

###### 3.1.2 Cemento armato per strutture in elevazione

<u>Tipologia strutturale:</u>	<u>Elevazione</u>
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	50 N/mm <sup>2</sup> (500 daN/cm <sup>2</sup> )
Condizioni ambientali:	Strutture interne di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso.
Classe di esposizione:	XC1
Rapporto acqua/cemento max:	0.42
Classe di consistenza:	S4 (Fluida) con Additivo Superfluidificante
Diametro massimo aggregati:	12 mm

###### 3.1.3 Dosatura dei materiali per calcestruzzo gettato in opera

La dosatura dei materiali per ottenere Rck 300 (30) è orientativamente la seguente (per m<sup>3</sup> d'impasto).

sabbia	0.4 m <sup>3</sup>
ghiaia	0.8 m <sup>3</sup>
acqua	150 litri
cemento 325	350 /m <sup>3</sup>

###### 3.1.4 Qualità dei componenti

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 18 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, sfreevi di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiae sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri). Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

### 3.1.5 Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta. Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 18 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

### 3.1.6 Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.

Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

### 3.1.7 Provini da prelevarsi in cantiere di prefabbricazione

Un prelievo consiste nel ricavare dagli'impasti, al momento della posa in opera il cls necessario per la confezione di n°2 cubetti di lato 10 cm;

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 mc. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 mc di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 mc massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 mc di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno tre prelievi è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero. Dette R1, R2, R3 le resistenze di prelievo, con  $R1 \leq R2 \leq R3$  se ne calcola il valore medio  $R_{medio} = (R1+R2+R3)/3$ ; il controllo ha esito positivo se sono verificate entrambe le diseguaglianze:

$$R_{min} \geq R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_{medio} \geq R_{ck} + 35 \text{ kg/cm}^2$$

### 3.1.8 Parametri caratteristici e tensioni limite per il metodo degli stati limite

Tabella riassuntiva per vari Rck (Rif. D.M. 17.01.2018, par. 11.2)

R <sub>ck</sub>	f <sub>ck</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctm</sub>	u.m.
370	300	170	30.2	[kg/cm <sup>2</sup> ]
550	456	258	17.7	[kg/cm <sup>2</sup> ]

legenda:

- f<sub>ck</sub> = resistenza a compressione cilindrica del cls;  
 $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ ;
- R<sub>ck</sub> = resistenza caratteristica a compressione su provini cubici di cls
- $\alpha_{cc} = 0.85$  = coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
- f<sub>cd</sub> = resistenza di calcolo a compressione del cls;

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

- $f_{ctd}$  = resistenza di calcolo a trazione del cls;

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c;$$

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm};$$

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad \text{per classi} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2.12 \cdot \ln[1 + f_{cm}/10] \quad \text{per classi} > C50/60$$

- $E_c$  modulo di elasticità normale del cls;

### 3.1.9 Valori indicativi di alcune caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi

Ritiro (valori stimati): 0.25 mm/m (dopo 5 anni, strutture non armate);

0.10mm/m (strutture armate).

Rigonfiamento in acqua (valori stimati): 0.20 mm/m (dopo 5 anni in strutture armate).

Dilatazione termica:  $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Viscosità  $\phi = 1.70$ .

### 3.2 ACCIAIO PER C.A.

(Rif. D.M. 17.01.2018, par. 11.3.2)

#### 3.2.1 Acciaio per armatura lenta

ACCIAIO PER C.A. B450C	
$f_{yk}$ tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
$f_{tk}$ tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
$f_{td}$ tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_s = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.15$$

Diametro delle barre:  $6 \leq \phi 40 \text{ mm}$ .

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri  $\leq 16 \text{ mm}$ .

Reti e tralicci con elementi base di diametro  $6 \leq \phi 16 \text{ mm}$ .

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci:  $\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0.6$

ACCIAIO PER C.A. B450A	
$f_{yk}$ tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
$f_{tk}$ tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
$f_{td}$ tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_s = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.25 \quad f_t / f_y \geq 1.05$$

Diametro delle barre:  $5 \leq \phi 10 \text{ mm}$ .

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri  $\leq 10 \text{ mm}$ .

Reti e tralicci con elementi base di diametro  $5 \leq \phi 10 \text{ mm}$ .

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci:  $\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0.6$

#### 3.2.2 Controlli in cantiere delle barre d'armatura

I controlli di accettazione delle barre d'acciaio devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione in ragione di 3 pezzi, marchiati, di uno stesso diametro, scelti in ciascun lotto.

#### Valori di accettazione

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	$425 \text{ N/mm}^2$	$(450-25) \text{ N/mm}^2$
$f_y$ massimo	$572 \text{ N/mm}^2$	$[450 \cdot (1.25+0.02)] \text{ N/mm}^2$
Allungamento minimo	$\geq 6\%$	per acciai B450C
Allungamento massimo	$\geq 2\%$	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1.13 \leq f_t / f_y \leq 1.37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1.13$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	per tutti

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

### 3.2.3 Acciaio per la precompressione a fili aderenti

L'acciaio armonico per tutti i manufatti in cemento armato precompresso è costituito da trefoli in acciaio armonico stabilizzato di classe 1860 N/mm<sup>2</sup> le cui caratteristiche sono esposte nella tabella per tutti tipi di trefolo.

Nel caso in esame sono stati utilizzati trefoli da 3/8", pretesi a 1500 N/mm<sup>2</sup>.

A deformazioni lente esaurite le perdite di tensione sono di 350 N/mm<sup>2</sup> circa.

**TREFOLI STABILIZZATI DI CLASSE 1670 / 1860 N/mm<sup>2</sup>**  
**SCHEDA TECNICA DI CATALOGO n°1**

GRANDEZZE	SIMBOLI	UNITÀ	TIPI DI PRODOTTI													
Diametro nominale	$\emptyset$	pollici	1/4"	5/16"	3/8"	3/8" S	7/16"	7/16" S	1/2"	1/2" S	0,6"	0,6" S	0,6" comp	0,7" S	0,7" S comp	
		mm	6,3	7,9	9,3	9,5	11	11,3	12,5	12,9	15,2	15,7	15,2 Comp	18	18 Comp	
Area sezione nominale	A	mm <sup>2</sup>	25	39	52	55	71	75	93	100	140	150	165	200	223	
Tolleranza sull'area della sezione		%	$\pm 2,0$													
Tensione caratteristica garantita all'1% di deformazione sotto carico	$f_{p(1)k}$	N/mm <sup>2</sup>	1670													
Carico caratteristico garantito all'1% di deformazione sotto carico	$F_{p1k}$	kN	42	65	87	92	119	125	155	167	224	250	276	334	372	
Limite elastico allo 0,1 %	$f_{p(0,1)}$	N/mm <sup>2</sup>	<i>Il singolo valore unitario limite è compreso tra 85% e 95% del corrispondente valore della tensione di rottura <math>f_{ptk}</math></i>													
Tensione caratteristica garantita di rottura	$f_{ptk}$		1860													
Carico caratteristico garantito di rottura	$F_{ptk}$	kN	47	73	97	102	132	140	173	186	260	279	307	372	415	
Allungamento a rottura a base 600 mm	l	%	$\geq 3,5$													
Modulo elastico	$E_p$	kN/mm <sup>2</sup>	201													
Tolleranza sul Modulo elastico		%	$\pm 5$													
Massa lineica nominale	M	g/m	195	305	406	430	555	586	726	781	1093	1172	1289	1562	1742	
Rilassamento massimo garantito con $\sigma_{spk} = 0,75 f_{ptk}$ $T=20^\circ C$	r	% $\sigma_{spk}$	a 120 h : 1,8 a 1000 h : 2,2 a 2000 h : 2,5													
Resistenza a fatica	L	N° cicli	$> 2 \cdot 10^6$ cicli – secondo ISO 15630-3													

*Trefoli da 0,6÷0,5 pollici stabilizzati con le seguenti caratteristiche (Area=1,39-0,93 cm<sup>2</sup>):*

*Tensione caratteristica di rottura*

$f_{ptk} \geq 1'860 \text{ N/mm}^2$

*Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale*

$f_{p(1)k} \geq 1'670 \text{ N/mm}^2$

*Allungamento unitario sotto carico massimo*

$A_{gt} \geq 3,5 \%$

### 3.3 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

#### 3.3.1 Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale

Modulo Elastico:	$E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2 (210.000 \text{ N/mm}^2)$
Coefficiente di Poisson:	$\nu = 0.3$
Modulo di elasticità trasversale:	$G = E / [2 \cdot (1+\nu)] (\text{N/mm}^2)$
Coefficiente di espansione termica lineare:	$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (per } T < 100^\circ\text{C)}$
Densità:	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

#### 3.3.2 Caratteristiche minime dei materiali

	S275
Tensione di rottura	410 N/mm <sup>2</sup>
Tensione di snervamento	275 N/mm <sup>2</sup>

### 3.4 STRUTTURE IN LEGNO LAMELLARE

Legno lamellare classe *GL32h*

Classe di resistenza	GL24h	GL28h	GL32h	GL36h	GL24c	GL28c	GL32c	GL36c
<i>Proprietà di resistenza in N/mm<sup>2</sup></i>								
Flessione	$f_{m,k}$	24	28	32	36	24	28	32
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	16,5	19,5	22,5	26	14	16,5	19,5
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	0,40	0,45	0,50	0,60	0,35	0,40	0,45
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	24	26,5	29	31	21	24	26,5
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6	2,4	2,7	3,0
Taglio	$f_{v,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3	2,2	2,7	3,2
<i>Proprietà di rigidezza in kN/mm<sup>2</sup></i>								
Modulo di elasticità medio parallelo	$E_{0,mean}$	11,6	12,6	13,7	14,7	11,6	12,6	13,7
Modulo di elasticità parallelo	$E_k$	9,4	10,2	11,1	11,9	9,4	10,2	11,1
Modulo di elasticità medio perp.	$E_{90,mean}$	0,39	0,42	0,46	0,49	0,32	0,39	0,42
Modulo di taglio medio	$G_{mean}$	0,72	0,78	0,85	0,91	0,59	0,72	0,78
<i>Massa volumica in kg/m<sup>3</sup></i>								
Massa volumica	$\rho_k$	380	410	430	450	350	380	410
Massa volumica media (*)	$\rho_{mean}$	420	460	480	500	370	420	460

**Tabella 3.4** Profili resistenti per legno lamellare incollato di conifera secondo UNI EN 1194:2000  
(\*) I valori della massa volumica media non vengono dati dalla EN 1194, il valori riportati sono quelli riportati in EN 338 per il legno massiccio che compone ciascuna classe di legno lamellare.

$$\text{Resistenza di calcolo a flessione: } f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 320}{1,45} = 198,62 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\text{Resistenza di calcolo a compressione parallela: } f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 290}{1,45} = 180 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\text{Resistenza di calcolo a compressione perpendicolare: } f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 33}{1,45} = 20,48 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\text{Resistenza di calcolo a taglio: } f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 38}{1,45} = 23,60 \frac{kg}{cm^2}$$

Per la determinazione del  $K_{mod}$  si considerano:

Classe di durata del carico “breve”, che corrisponde all’azione di minor durata (azione della neve di breve durata);

Classe di servizio 2;

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale:  $\gamma_M = 1,45$  per il legno lamellare.

Si ottiene quindi un coefficiente  $K_{mod} = 0,9$  (Tab.4.4.IV NTC2018).

### **3.5 STRUTTURE IN ACCIAIO**

Acciaio per opere di carpenteria metallica come da elaborati grafici allegati: per la realizzazione di strutture metalliche si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie:

- UNI EN 10025 per laminati a caldo;
- UNI EN 10210 per profilati cavi finiti a caldo;
- UNI EN 10219 per profilati cavi formati a freddo;

tutti recanti la marcatura CE.

Per gli acciai ricadenti nelle classificazioni citate si potranno assumere convenzionalmente, in fase di progettazione, i seguenti valori per le proprietà meccaniche e di resistenza a rottura e snervamento:

<b>Acciaio S275 (§11.3.4)</b>
resistenza di calcolo a snervamento
$f_{yd} = 2750 \text{ kg/cm}^2$
resistenza di calcolo a rottura

DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI ESECUZIONE SECONDO UNI EN 1090:

Consequence Classes		CC1		CC2		CC3	
Service Categories		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Production Categories	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	<b>EXC3</b>
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

### 3.6 BULLONERIA

Utilizzare bulloni classe 8.8 in acciaio zincato o bulloni in acciaio inossidabile tipo A4.

#### 11.3.4.6.1 Bulloni "non a serraggio controllato"

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'non precaricate' si applica quanto specificato al punto A del § 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 15048-1.

In alternativa anche gli assiemi ad alta resistenza conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 sono idonei per l'uso in giunzioni non precaricate.

Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come in tabella 11.3.XIII.a.

Tab. 11.3.XIII.a

Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza UNI EN ISO 898-1:2013	Classe di resistenza UNI EN ISO 898-2:2012	Durezza	
4.6	4; 5; 6 oppure 8		
4.8			
5.6	5; 6 oppure 8		
5.8			
6.8	6 oppure 8		
8.8	8 oppure 10	100 HV min	
10.9	10 oppure 12	oppure 300 HV min.	

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente Tab. 11.3.XIII.a sono riportate nella seguente Tab. 11.3.XIII.b:

Tab. 11.3.XIII.b

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000

#### 11.3.4.6.3 Elementi di collegamento in acciaio inossidabile

Gli elementi di collegamento, costituita dagli assiemi vite/dado/rondella in acciaio inossidabile resistente alla corrosione devono essere conformi alle prescrizioni di cui alla UNI EN ISO 3506-1:2010 (Viti e viti prigioniere), UNI EN ISO 3506-2:2010 (Dadi), UNI EN ISO 3506-3:2010 (Viti senza testa e particolari simili non soggetti a trazione), UNI EN ISO 3506-4:2010 (Viti autofilettanti). Per essi si applica quanto riportato al § 11.3.4.8 per i materiali base ed il § 11.3.4.10 per le officine per la produzione di bulloni e chiodi.

## 3.7 SALDATURE

### 11.3.4.5 PROCESSO DI SALDATURA

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2011. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1:2017 da parte di un Ente terzo. Ad integrazione di quanto richiesto in tale norma, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN ISO 14732:2013. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR (qualifica di procedimento di saldatura) secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2017.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesto mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesto sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2017; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

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

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011-1:2009 ed UNI EN 1011-2:2005 per gli acciai ferritici ed UNI EN 1011-3:2005 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2013.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2014 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 17635.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9712:2012 almeno di secondo livello.

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al precedente § 11.3.1.7, il costruttore deve corrispondere ai seguenti requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2, 3 e 4. I requisiti sono riassunti nella Tab. 11.3.XII di seguito riportata.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tab. 11.3.XII

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
Riferimento	A	B	C	D
Materiale Base: Spessore minimo delle membrature	S235, $s \leq 30$ mm S275, $s \leq 30$ mm	S355, $s \leq 30$ mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, $s \leq 30$ mm	S235 S275 S355 S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006	Elementare UNI EN ISO 3834-4	Medio UNI EN ISO 3834-3	Medio UNI EN ISO 3834-3	Completo UNI EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di Coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN ISO 14731:2007	Di base	Specifico	Completo	Completo

Nota 1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo

Faenza, Luglio 2023

Ing. Marco Peroni  
*(documento firmato digitalmente)*