



COMUNE DI GENAZZANO
Città metropolitana di Roma Capitale

FUTURA

**LA SCUOLA
PER L'ITALIA DI DOMANI**



RIQUALIFICAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL CORPO PALESTRA DELLA SCUOLA MEDIA C.MARCHESI

contributo assegnato con Decreto del Ministero dell'Istruzione n. 45 del 04.08.2022 di approvazione delle graduatorie per l'attuazione di PNRR, MISSIONE 4, Componente 1, Investimento 1.3 finanziato dall'Unione europea - Next Generation EU.

CUP B45E22000000006 CIG 9726504504



PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

Elaborato 06d

RELAZIONE SUI MATERIALI

SCALA:

-

FORMATO

A4

DATA

31/08/2023

CAPOGRUPPO E MANDATARIO

ARCH. GIULIANO ASCENZI

PROGETTISTA

ARCH. GIULIANO ASCENZI

COMMITTENTE

COMUNE DI GENAZZANO

MANDANTI

ING. ENZO MANGONE

ARCH. ANDREA EUSEPI

RUP

ARCH. ROBERTA TRIFOGLI

RELAZIONE SUI MATERIALI

Archivio: PALESTRA POST.fnx - Data : 19/07/2023

Oggetto: Adeguamento palestra scuola media

| Committente | Progettista architettonico | Progettista strutturale | Direttore dei Lavori |
|-------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|
| | | | |
| Geologo | Collaudatore | Appaltatore | |
| | | | |

Sommario

| | |
|---|----|
| 1 Relazione sui Materiali – Nuova realizzazione | 4 |
| 1.1 Materiali in genere | 4 |
| 1.2 Calcestruzzi | 4 |
| 1.3 Acciai per c.a..... | 6 |
| 1.4 Acciaio per carpenteria metallica..... | 7 |
| 1.5 Prove sui Materiali..... | 12 |
| 2. Relazione sui Materiali – Esistenti | 13 |

1 Relazione sui Materiali – Nuova realizzazione

1.1 Materiali in genere

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere in oggetto alla presente relazione, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere di cui al presente progetto proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Quando la Direzione dei lavori avrà rifiutata qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti, ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;
- b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

Qualora si applichino specifiche tecniche europee armonizzate, ai fini della marcatura CE, le attività di certificazione, ispezione e prova dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN armonizzate, di cui alla Dir. 89/106/CEE ed al DPR 246/93, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie EN, UNI e ISO deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, ovvero, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata.

1.2 Calcestruzzi

Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lettera C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008.

Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m³. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità descritti in fase di progetto. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m³.

Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m³.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1: 1999 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni di messa in opera dei calcestruzzi. L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Additivi

Gli additivi, ove previsti, per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto. Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Conglomerato cementizio

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1) e del requisito di durabilità delle opere.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

| Classe | Classi di esposizione | Consistenza | Aggregato [D _{max}] | Tipo Cemento | Quantità Cemento [q.li] | Sabbia [m³] | Ghiaia [m³] | Acqua [lt] |
|--------|-----------------------|-------------|-------------------------------|--------------|-------------------------|-------------|-------------|------------|
| C25/30 | XC2 | S4 | 15 | 42.5 | 3.5 | 0.4 | 0.8 | 175 |
| C25/30 | XC2 | S4 | 15 | 42.5 | 3.5 | 0.4 | 0.8 | 175 |
| C25/30 | XC2 | S4 | 15 | 42.5 | 3.5 | 0.4 | 0.8 | 175 |

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione ottimali. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di $\frac{1}{4}$ della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interfero ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30%.

l'impasto di materiali, se realizzati in cantiere, dovrà essere fatto a mezzo di macchine impastatrici. I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolate a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità d'acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il cemento e la consistenza degli impasti, saranno determinate in funzione della destinazione d'uso ed al procedimento di posa in opera calcestruzzo. **Tutti i calcestruzzi messi in opera dovranno essere costipati mediante vibratore meccanico.**

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta.

Qualsiasi altra informazione sarà fornita direttamente dalla Direzione dei lavori.

1.3 Acciai per c.a.

Per opere in calcestruzzo armato si userà acciaio in barre del tipo:

| Tipo acciaio | Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk}) [N/mm²] | Tensione caratteristica di rottura (f_{tk}) [N/mm²] |
|--------------|--|--|
| B450C | 450.00 | 540.00 |

Non saranno poste in opera barre eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurre l'aderenza al conglomerato.

L'acciaio da calcestruzzo armato, in ogni sua forma commerciale, deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione. Nei riguardi della saldabilità, la composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nel D.M. 17/01/2018.

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018):

| Proprietà | Valore caratteristico |
|------------------|----------------------------|
| f_y [N/mm²] | ≥ 450 |
| f_t [N/mm²] | ≥ 540 |
| f_t/f_y | $\geq 1,15$ $\leq 1,35$ |
| A_{gt} [%] | $\geq 7,5$ |
| $f_y/f_{y, nom}$ | $\leq 1,25$ |

Prova di piega e raddrizzamento In accordo con quanto specificato nel D.M. 17/01/2018, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti:

| Diametro nominale (\varnothing) [mm] | Diametro massimo del mandrino |
|--|-------------------------------|
| $\varnothing < 12$ | 4 \varnothing |
| $12 \leq \varnothing \leq 16$ | 5 \varnothing |
| $16 \leq \varnothing \leq 25$ | 8 \varnothing |
| $25 \leq \varnothing \leq 40$ | 10 \varnothing |

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 17/01/2018:

| Diametro nominale [mm] | Da 6 a \leq 8 | Da > 8 a \leq 50 |
|-------------------------------|-----------------|----------------------|
| Tolleranza in % sulla sezione | ± 6 | ± 4.5 |

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 17/01/2018. L'area di nervatura (o puntellatura) deve essere misurata in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.3.2.10.4 del D.M. 17/01/2018. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

| Diametro nominale [mm] | |
|-----------------------------|--------------|
| $5 \leq \varnothing \leq 6$ | ≥ 0.035 |
| $6 < \varnothing \leq 12$ | ≥ 0.040 |
| $\varnothing \geq 12$ | ≥ 0.056 |

1.4 Acciaio per carpenteria metallica

MATERIALI ACCIAIO DA CARPENTERIA

| Caratteristiche acciaio | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-----------|----------------------|----------------------|-----|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|----------|----------|--------------|--------------|----------|
| N_{id} | g_k | $a_{T,i}$ | E | G | Stz | LMT | f_{yk} | f_{tk} | f_{yd} | f_{td} | g_s | g_{M1} | g_{M2} | $g_{M3,SLV}$ | $g_{M3,SLE}$ | g_{M7} |
| | [N/mm ²] | [1/°C] | [N/mm ²] | [N/mm ²] | | | [N/mm ²] | [N/mm ²] | [N/mm ²] | [N/mm ²] | | | | | | NCnt |
| S275 - Acciaio per Profilati - (S275) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 002 | 78.500 | 0,000012 | 210.00 0 | 80.769 | P | 40 80 | 275,00 255,00 | 430,00 410,00 | 261,90 242,86 | - | 1,05 | 1,05 | 1,25 | - | - | - |
| 8.8 - Acciaio per Bulloni - (8.8) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 005 | 78.500 | 0,000012 | 210.00 0 | 80.769 | - | - | 640,00 | 800,00 | 512,00 | - | 1,25 | - | - | 1,25 | 1,10 | 1,10 |
| S275 - Acciaio per Saldature - (S275) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 006 | 78.500 | 0,000012 | 210.00 0 | 80.769 | - | - | 275,00 | 430,00 | 261,90 | - | 1,05 | 1,05 | 1,25 | - | - | - |
| S275 - Acciaio per Piastre - (S275) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 007 | 78.500 | 0,000012 | 210.00 0 | 80.769 | - | 40 80 | 275,00 255,00 | 430,00 410,00 | 261,90 242,86 | - | 1,05 | 1,05 | 1,25 | - | - | - |

LEGENDA:

| | |
|--------------|---|
| N_{id} | Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali. |
| g_k | Peso specifico. |
| $a_{T,i}$ | Coefficiente di dilatazione termica. |
| E | Modulo elastico normale. |
| G | Modulo elastico tangenziale. |
| Stz | Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo). |
| LMT | Campo di validità in termini di spessore t, (per profili, piastre, saldature) o diametro, d (per bulloni, tondini, chiodi, viti, spinotti) |
| f_{yk} | Resistenza caratteristica allo snervamento |
| f_{tk} | Resistenza caratteristica a rottura |
| f_{yd} | Resistenza di calcolo |
| f_{td} | Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni). |
| g_s | Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale. |
| g_{M1} | Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità. |
| g_{M2} | Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite. |
| $g_{M3,SLV}$ | Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni). |
| $g_{M3,SLE}$ | Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni). |
| g_{M7} | Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale. |
| NOTE | [-] = Parametro non significativo per il materiale. |

Requisiti e prescrizioni carpenteria metallica.

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, 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 1418:1999. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005. 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 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

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. 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 12062:2004. Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello. 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 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. 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. I bulloni conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001.

L'acciaio strutturale S275

L'acciaio strutturale S275 offre buone proprietà di saldabilità e caratteristiche meccaniche discrete. Queste doti sono confermate nella sua versione S275 JR.

La desinenza JR fornisce l'indicazione relativa all'energia di resilienza, dove J identifica un'energia minima di 27 J, e la temperatura di prova della resilienza, pari a 20°C in corrispondenza della lettera R.

La saldabilità è descritta dalla maggiore o minore predisposizione di più pezzi di materiale di aderire sotto l'azione del calore. Il processo di saldatura prevede il riscaldamento del materiale fino ad una temperatura prossima a quella di fusione, per consentire alle parti a contatto di assumere una consistenza molle che successivamente aderisce a freddo. Alla sigla S275 corrisponde un acciaio strutturale non legato per impieghi industriali, fornito in lamine trafilate a freddo, che detiene caratteristiche di idoneità generale alla saldatura. Il suo utilizzo ottimale è previsto per la produzione di elementi di struttura a freddo, nella bulloneria e per la realizzazione di rivetti.

Collegamenti in acciaio

I collegamenti in acciaio possono essere realizzati tramite saldature o bullonature.

Collegamenti saldati.

I procedimenti di saldatura e i materiali di apporto devono essere conformi ai requisiti di cui al § 11.3.4.5 delle NTC2018. Per l'omologazione degli elettrodi da impiegare nella saldatura ad arco può farsi utile riferimento alla norma UNI EN ISO 2560. Per gli altri procedimenti di saldatura devono essere impiegati fili, flussi o gas di cui alle prove di qualifica del procedimento. Le caratteristiche dei materiali di apporto (tensione di snervamento, tensione di rottura, allungamento a rottura e resilienza) devono, salvo casi particolari precisati dal progettista, essere equivalenti o superiori alle corrispondenti caratteristiche delle parti collegate. La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001.

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 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si fa utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004.

Nella tabella che segue sono indicati tutti i requisiti per la realizzazione delle saldature.

Tab. 11.3.XII

| Tipo di azione sulle strutture | Strutture soggette a fatica in modo non significativo | | | Strutture soggette a fatica in modo significativo |
|---|---|--------------------------------------|--|--|
| | A | B | C | |
| Riferimento | | | | 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 |

Collegamenti bullonati

I bulloni e i chiodi per collegamenti di forza devono essere conformi ai requisiti di cui al § 11.3.4.6 delle NTC2018. I valori della tensione di snervamento f_{yb} e della tensione di rottura f_{tb} dei bulloni, da adottare nelle verifiche quali valori caratteristici, sono specificati nel § 11.3.4.6 delle NTC2018. I bulloni conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001.

Tab. 11.3.XIII.a - Classi di Resistenza

| 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 | 100 HV min. | 15048-1 |
| 4.8 | | | |
| 5.6 | 5; 6 oppure 8 | | |
| 5.8 | | | |
| 6.8 | 6 oppure 8 | 100 HV min oppure 300 HV | |
| 8.8 | 8 oppure 10 | | |

Tab. 11.3.XIII.b - tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb}

| Classe | 4.6 | 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 8.8 | 10.9 |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | N/mm ² | N/mm ² | N/mm ² | N/mm ² | N/mm ² | N/mm ² | N/mm ² |
| f_{yb} | 240 | 320 | 300 | 400 | 480 | 640 | 900 |
| f_{tb} | 400 | 400 | 500 | 500 | 600 | 800 | 1000 |

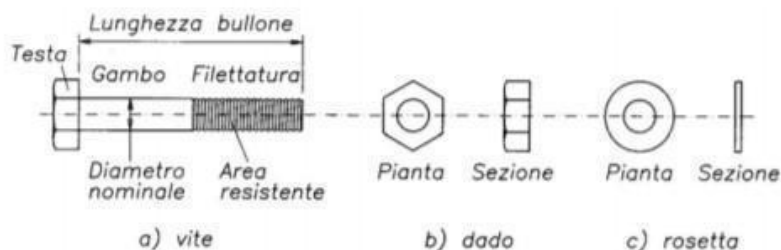


Tabella 2 Area resistente delle viti in acciaio (filettatura metrica ISO a passo grosso)

| Diametro (d) [mm] | Passo filet. (P) [mm] | Area nom. (A) [mm ²] | Area res. (A _s) [mm ²] | Diametro (d) [mm] | Passo filet. (P) [mm] | Area nom. (A) [mm ²] | Area res. (A _s) [mm ²] |
|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|---|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|---|
| M 8 | 1,25 | 50 | 36,6 | M20 | 2,5 | 314 | 245 |
| M10 | 1,5 | 79 | 58,0 | M22 | 2,5 | 380 | 303 |
| M12 | 1,75 | 113 | 84,3 | M24 | 3 | 452 | 353 |
| M14 | 2 | 154 | 115 | M27 | 3 | 572 | 459 |
| M16 | 2 | 201 | 157 | M30 | 3,5 | 706 | 561 |
| M18 | 2,5 | 254 | 192 | M36 | 4 | 1018 | 817 |

la UNI EN ISO 898-1, individua le classi di resistenza del materiale

- il primo numero rappresenta 1/100 del valore nominale del carico unitario di rottura;
- il secondo numero rappresenta 10 volte il rapporto tra il carico nominale unitario di snervamento, Rel, (oppure carico unitario di scostamento dalla proporzionalità, Rp0,2) ed il carico nominale unitario di rottura, Rm,nom (rapporto di snervamento).

A titolo di esempio, una vite di classe 4.6 presenta:

- resistenza a rottura per trazione del materiale di base $f_t, b = 4 \times 100 = 400 \text{ N/mm}^2$;
- resistenza allo snervamento del materiale di base $f_y, b = 6 \times 4 \times 10 = 240 \text{ N/mm}^2$.

1.5 Prove sui Materiali

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato.

La definizione del calcestruzzo viene effettuata mediante la classe di resistenza, contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cubi di spigolo 150 mm e su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm. Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150x150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio per carpenteria, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, EN 10002-I, UNI EN 10045-1.

Sono abilitati ad effettuare le prove ed i controlli sul legname da costruzione, sia sui prodotti che sui cicli produttivi, i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e gli organismi di prova abilitati ai sensi del DPR n. 246/93 in materia di prove e controlli sul legno.

La determinazione sperimentale della resistenza a compressione, a taglio, e del modulo elastico secante dovrà avvenire nel rispetto delle indicazioni contenute nel cap. 11 del D.M. 17/01/2018.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale riconosciuto.

L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, salvo pattuizioni contrarie.

2. Relazione sui Materiali – Esistenti

Calcestruzzo

Le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione sono descritte nelle UNI EN 12504-1 ("Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione"), UNI EN 12390-1 ("Prova sul calcestruzzo indurito – Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme"), UNI EN 12390-2 ("Prova sul calcestruzzo indurito – Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza") e UNI EN 12390-3 ("Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione dei Provini").

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse). Qualora ciò non potesse essere evitato ci si deve aspettare che si verifichi una riduzione nella resistenza;
- le carote che presentano difetti devono essere valutate con cautela e separatamente. Le imperfezioni possono essere dovute, ad esempio, alla presenza di microfessurazioni, vuoti e disomogeneità, generate da segregazione nella posa in opera;
- il rapporto altezza/diametro (snellezza) dei provini deve essere possibilmente pari ad 1 o 2; si deve generalmente evitare, salvo casi particolari, che i provini abbiano snellezza inferiore a 1 o superiore a 2. Possono essere considerate carote con rapporto nominale 2 quelle con rapporto h/d compreso nel range $1,95 \div 2,05$ mentre possono essere considerate carote con rapporto nominale 1 quelle con rapporto h/d compreso nel range $0,95 \div 1,05$;
- è consigliabile effettuare i controlli su carote di snellezza pari a 1 quando si vuole operare in termini di resistenza cubica e quindi effettuare il confronto con R_c , mentre si suggerisce una snellezza pari a 2 quando si vuole operare in termini di resistenza cilindrica e quindi effettuare il confronto con f_c ;
- i campioni estratti devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria (condizioni ottimali sono la vasca o la camera di maturazione). Prima della rottura i campioni devono essere tenuti per almeno 24 ore all'aria;
- nel programmare l'estrazione dei campioni, si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto.

La resistenza determinata con i provini estratti per carotaggio Ris (che nel seguito si definisce resistenza strutturale) è generalmente inferiore a quella della resistenza determinata con i provini preparati nel corso della messa in opera del calcestruzzo, costipati e maturati in condizioni standard, R_c (che nel seguito si definisce resistenza potenziale) e che rappresenta il limite superiore di quella specifica fornitura). Fra i fattori

che determinano tale differenza si possono citare, in termini di resistenza strutturale: le modalità di posa in opera e di compattazione, la maturazione (curing) e l'effetto del prelievo della carota. Il valore di compressione di una carota, infatti, è intuitivamente più debole del valore ottenuto dal suo equivalente provino (cilindrico o cubico, confezionato secondo UNI EN 12390-2) in quanto la superficie di carico della carota contiene frazioni di aggregato "tagliato" non interamente reagenti alla sollecitazione di carico e che contribuiscono, "per adesione", alla capacità di resistenza della carota e quindi in misura ridotta rispetto a quella di aggregati perfettamente inglobati nell'equivalente campione cilindrico.

La stima, e quindi il giudizio, della qualità del calcestruzzo in opera, formulata sulla scorta della resistenza determinata su carote prelevate, deve fare ricorso a correttivi per compensare il maggiore o minore effetto di confinamento, in funzione della snellezza del campione, applicato dalle piastre alle estremità del campione nella prova di compressione, ma soprattutto dell'effetto del disturbo causato dalle operazioni di prelievo: detensionamento del campione, annullamento del confinamento degli aggregati, deterioramento

Del legame all'interfaccia legante-aggregato dovuto alle azioni meccaniche di prelievo. Si può infatti affermare che la resistenza alla compressione, determinata su carota, è penalizzata dalla riduzione in quota parte del contributo proveniente dagli aggregati presenti sulla superficie laterale della carota. Tale effetto, a parità di diametro del provino, viene minimizzato per calcestruzzi di classe di resistenza elevata e si riduce al crescere della dimensione massima degli aggregati presenti. Questa riduzione di resistenza deve essere considerata nel calcolo della resistenza strutturale, tramite l'introduzione di un coefficiente moltiplicativo detto Fattore di disturbo F_d .

Tabella C11.2.6.I.- Fattore di disturbo in funzione della resistenza a compressione delle carote ($H/D=1$; $d=100$ mm)

| $f_{carota} [N/mm^2]$ | 10 + 20 | 20 + 25 | 25 + 30 | 30 + 35 | 35 + 40 | > 40 |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| F_d | 1.10 | 1.09 | 1.08 | 1.06 | 1.04 | 1.00 |

Il valore caratteristico derivante dall'elaborazione di tutti i risultati corretti sarà poi confrontato con il limite di $0,85 R_{ck}$ di progetto. La UNI EN 12504-1 prevede che, se la resistenza potenziale è espressa in valori cubici, l'eventuale determinazione della resistenza strutturale va effettuata su campioni ricavati da carote aventi rapporto $h/d = 1$ (con tolleranza $\pm 0,05$); se invece la resistenza potenziale è espressa in valori cilindrici, l'eventuale determinazione della resistenza strutturale va effettuata su campioni ricavati da carote aventi rapporto $h/d = 2$ (con tolleranza $\pm 0,05$). Pertanto, il valore della resistenza strutturale di ciascuna carota si determina come segue:

$$f_{carota} * F_d = R_{c, is}$$

nel caso di provini ottenuti da carote con rapporto $h/d=1$

$$f_{carota} * F_d = f_{c, is}$$

nel caso di provini ottenuti da carote con rapporto $h/d=2$

una volta determinato il valore della resistenza strutturale di ciascuna carota, si deve pervenire alla stima del valore della resistenza caratteristica strutturale in situ complessiva, che può essere direttamente confrontata con la resistenza caratteristica di progetto. Nel caso di costruzioni esistenti, non si farà riferimento ai valori f_{ck} ed R_{ck} , bensì si calcoleranno i valori medi cilindrici $f_m(n)$ is o cubici $R_m(n)$ ai quali andranno applicati i "fattori di confidenza" che ridurranno preliminarmente, in base al livello di conoscenza conseguito nelle indagini conoscitive, i valori medi di resistenza dei materiali della struttura esistente. Di seguito si riportano i valori ottenuti dalle prove:

| Struttura | | "Adeguamento sismico della Palestra della Scuola Media C. Marchesi" sita in via Donato Bramante, 00030 Comune di Genazzano (RM). | | | | | | | |
|--|---------------|--|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--|--|
| Mix di riferimento | | - | - | - | - | - | - | | |
| Contrassegno | | CLS1 | CLS2 | CLS3 | CLS4 | CLS5 | CLS6 | | |
| Sigla del provino | | Ca1 | Ca1 | Ca2 | Ca2 | Ca3 | Ca3 | | |
| Data di prelievo dichiarata | | 13-lug-23 | 14-lug-23 | 14-lug-23 | 14-lug-23 | 14-lug-23 | 14-lug-23 | | |
| Data di prova | | 26-lug-23 | 26-lug-23 | 26-lug-23 | 26-lug-23 | 26-lug-23 | 26-lug-23 | | |
| Parte d'opera | | Trave solaio di copertura palestra | Pilastro esterno palestra | Pilastro interno palestra | Trave solaio di calpestio magazzino | Trave solaio di copertura palestra | Pilastro interno spogliatoi | | |
| Classe dichiarata | | ND | ND | ND | ND | ND | ND | | |
| Dimensioni medie | Diametro [mm] | 94,0 | 94,0 | 94,0 | 94,0 | 94,0 | 94,0 | | |
| | Altezza [mm] | 94,0 | 94,0 | 94,0 | 94,0 | 94,0 | 94,0 | | |
| Peso [kg] | | 1,520 | 1,490 | 1,470 | 1,450 | 1,500 | 1,440 | | |
| Superficie [cm ²] | | 69,40 | 69,40 | 69,40 | 69,40 | 69,40 | 69,40 | | |
| Massa Volumica [kg/m ³] | | 2330 | 2284 | 2253 | 2223 | 2299 | 2207 | | |
| Carico unitario a rottura [kN] | | 237,5 | 115,7 | 105,6 | 95,8 | 182,0 | 90,7 | | |
| Resistenza a compressione [MPa] | | 34,22 | 16,67 | 15,22 | 13,80 | 26,22 | 13,07 | | |
| Rettifica | | SI | SI | SI | SI | SI | SI | | |
| Condizioni di umidità (Bagnata/Asciutta) | | A | A | A | A | A | A | | |
| Tipo di rottura | | C | C | C | C | C | C | | |

Legenda: a) Rettifica= NO: dimensioni dei provini conformi ai limiti previsti dalla normativa; SI: provini rettificati, dimensioni originali non conformi ai limiti previsti dalla normativa; b) Tipo di rottura= C: Conforme; N: Non Conforme

Per la definizione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo è stato quindi necessario eseguire una campagna di indagini, con prove distruttive e non distruttive.

Nello specifico come detto sono state estratte n. 6 provini di cls mediante carotaggi e n. 3 barre di armatura.

Si stima la resistenza del cls con il procedimento sopra descritto:

La media delle prove risulta pari a: 19,86 Mpa

Stima della resistenza caratteristica in sito dell'acciaio per C.A.

Per quanto riguarda invece l'acciaio sono state esaminate e sottoposte a prove di trazione 3 barre di armatura; tali prove hanno fornito i risultati riportati nelle tabelle che seguono:

| Natura dei campioni: | A.M. | | | A.M. | | | A.M. | | |
|---|--------------------------|--|--|--------------------|--|--|-------------|--|--|
| Contrassegno | ACC1 | | | ACC2 | | | ACC3 | | |
| Sigla Provino | B1 | | | B2 | | | B2 | | |
| Data di prelievo dichiarata | 13-lug-23 | | | 13-lug-23 | | | 13-lug-23 | | |
| Data della prova | 26-lug-23 | | | 26-lug-23 | | | 26-lug-23 | | |
| Parte d'opera | Pilastro portico entrata | | | Pilastro magazzino | | | Trave atrio | | |
| Peso [kg/ml] | 1,242 | | | 1,638 | | | 0,904 | | |
| Diametro nominale [mm] | 14,00 | | | 16,00 | | | 12,00 | | |
| Diametro effettivo [mm] | 14,19 | | | 16,30 | | | 12,11 | | |
| Sezione effettiva [mm ²] | 157,14 | | | 208,67 | | | 115,18 | | |
| Resistenza a trazione: Snervamento (f_y) [N/mm ²] | 419,76 | | | 425,97 | | | 421,75 | | |
| Resistenza a trazione: Rottura (f_t) [N/mm ²] | 631,15 | | | 628,15 | | | 625,31 | | |
| Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk}) [N/mm ²] | | | | | | | | | |
| Rapporto f_y/f_{yk} | | | | | | | | | |
| Rapporto f_t/f_y | | | | | | | | | |
| Allungamento Agt [%] | | | | | | | | | |
| Allungamento a rottura ($A_{5\%}$) [%] | 20,71 | | | 21,05 | | | 20,97 | | |
| Allungamento a rottura ($A_{10\%}$) [%] | | | | | | | | | |
| Det. Indice di aderenza IR | | | | | | | | | |
| Modulo di elasticità [N/mm ²] | | | | | | | | | |
| Piegamento/Raddrizzamento | - | | | - | | | - | | |
| Diametro del mandrino utilizzato per la prova di piegamento (mm) | | | | | | | | | |
| Produttore e/o marchio di identificazione | | | | | | | | | |

Legenda Piegamento/Raddrizzamento: AC= Assenza di Cricche; C= Formazione di Cricche

Osservazioni: Le prove di piegamento ancorché disposte dalla normativa vigente non sono state richieste dalla D.L.

Ottenendo così un tensione di snervamento pari a 420 Mpa

Le resistenze sono state opportunamente ridotte del fattore di confidenza pari a 1,20.

Per una migliore comprensione si allega alla presente le indagini di laboratorio effettuate.