

<div><div>Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU</div></div>		PNC Fondo complementare al PNRR: Programma "Sicuro, verde e sociale: Riqualificazione dell'edilizia residenziale pubblica" (risorse assegnate alla Campania dal DPCM 15/09/2021)	
<div><div><div>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</div></div><div><div>ACER Campania Area Informatica e Servizi Generali</div></div></div>		LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA E URBANA (PREU) DI N° 70 ALLOGGI ERP IN CAPUA (CE) ALLA VIA MARTIRI DI NASSIRYA 	
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. Carmine CRISCI		PROGETTO ESECUTIVO CIG:9569253D60 - CUP: F49J21016970001	
ELABORATO: RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI MATERIALI		ELABORATO N°: PE-DES-STR-02-00	
DATA: FEBBRAIO 2024		REVISIONE N°: 00	
SCALA : -			
PROGETTISTI RTP: <div><div><div>INDIRIZZO: Via Tranagro, 19 Salerno - 84132</div></div><div><div>INDIRIZZO: Via Papa Giovanni XXIII n.13/A Santa Caterina Villarmosa (CL)- 93018</div></div></div> <div>TECNICI: Ing. Michele Barletta (Amministratore unico Spring Project srl) Ing. Andrea Caprara (Direttore tecnico Spring Project srl) Ing. Francesca Lazzarini Consalvo (Giovane Professionista) Arch. Giuseppe Maria Ippolito (Amministratore unico Litos Progetti srl) Ing. Piero Lo Duca (Direttore tecnico Litos Progetti srl)</div>		TIMBRI: <div></div>	
IMPRESA: <div><div><div>Ambra Med srl Riviera di Chiaia, 242 Napoli - 80121</div></div></div>			
Rev.	Data	Descrizione	
<p>Questo documento è stato predisposto da Spring Project srl e Litos Progetti srl e può essere utilizzato esclusivamente per le finalità previste dal contratto in base al quale lo stesso è stato fornito; la riproduzione, la cessione e comunque ogni utilizzo per finalità diverse sono vietati in assenza di preventiva autorizzazione da parte di Spring Project srl e Litos Progetti srl. Il contenuto del documento è protetto dalle norme sul diritto d'autore e la proprietà intellettuale.</p>			

Indice

1. Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa.	2
2. Normativa di riferimento	2
3. Durabilità	2
4. Materiali strutturali di progetto.....	3
4.1. Calcestruzzi	3
4.1.1. Componenti del conglomerato cementizio	4
4.2. Acciaio per calcestruzzi.....	6
4.3. Acciaio da carpenteria metallica	8
4.3.1. Profilati metallici	8
4.3.2. Bulloneria e saldature	9
4.4. Solai e ripiani.....	10
4.4.1. Lamiera gracata collaborante	10
4.4.2. Connettori	11

1. Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa.

I materiali impiegati nelle opere di progetto sono:

- Strutture di fondazione e solai: calcestruzzo C25/30;
- Barre di armatura: aderenza migliorata acciaio B450C;
- Acciaio da carpenteria metallica;
- Bulloneria e saldatura;
- Lamiera grecata e connettori;

2. Normativa di riferimento

L'impiego dei materiali per la realizzazione dei manufatti è subordinata alla qualità e alle caratteristiche meccaniche utilizzate nella relazione di calcolo. La loro scelta sarà conforme alle prescrizioni indicate nelle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI di cui al D.M. 17/01/2018 - G.U. 42 del 20 febbraio 2018, suppl. ordinario, UNI EN 10025, UNI EN ISO, 1461 UNI EN 10346 e ETA-18/0447.

Tutti i materiali strutturali devono essere:

IDENTIFICATI univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili di cui alle NTC 2018;

QUALIFICATI sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure di cui alle NTC 2018;

ACCETTATI dal Direttore dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

3. Durabilità

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali, che nel caso delle opere in calcestruzzo, anche l'ampiezza delle fessure. Per quanto riguarda le verifiche a fessurazione si considera che l'edificio sia collocato in ambiente con Condizioni Ambientali Ordinarie. Inoltre, per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture.

Una fondamentale operazione che deve essere effettuata dopo il getto del calcestruzzo nelle casseforme consiste nella compattazione della massa fluida gettata.

L'obiettivo della compattazione è costipare l'impasto eliminando i vuoti e l'aria inglobata. L'operazione può essere effettuata manualmente oppure può essere eseguita con mezzi meccanici. In questo caso, si utilizzano dei vibratori immersi nella miscela. Funziona provocando il movimento delle particelle, e favorendo così l'espulsione della maggior parte dell'aria occlusa.

L'efficacia dei vibratori immersi dipende da una serie di elementi, tra cui il diametro del dispositivo cilindrico, e poi dalla frequenza e dall'ampiezza della vibrazione. Questi vibratori sono detti anche ad ago e possono essere elettrici o ad aria compressa. Per ottenere la compattazione di tutto il conglomerato, è necessario estrarre

e reinserire il vibratore nelle diverse zone del getto. Si può considerare di ripetere l'operazione circa ogni 50 cm nelle strutture di spessore maggiore di 50 cm o, comunque, a intervalli regolari, pari a circa 15 volte il raggio dell'ago.

Il tempo di vibrazione dipende dalla classe di consistenza del conglomerato, nel caso in oggetto tra i 15 e 20 secondi. La vibrazione deve essere sospesa quando sulla superficie del getto si raccoglie uno strato di pasta di materiali fini e cessa la fuoriuscita di bolle.

In ogni caso questa operazione rimane fondamentale per ottenere un buon manufatto, privo di quei vuoti, spesso nascosti e pertanto più pericolosi, che possono crearsi durante la gettata – talvolta anche per la disposizione delle armature – e che possono risultare molto dannosi per la resistenza meccanica della struttura e per la durabilità della costruzione.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle NTC2018.

4. Materiali strutturali di progetto

4.1. Calcestruzzi

Tutti i manufatti in c.c.a. dovranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006. 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, si dovranno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006. Per le strutture armate, sia in elevazione che in fondazione, si prescrive l'utilizzo di conglomerato cementizio per uso strutturale così come definito al paragrafo 4.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018. Il conglomerato cementizio è identificato mediante la resistenza convenzionale a compressione uniassiale caratteristica misurata su cubi R_{ck} . Per le strutture armate, si prescrive l'impiego delle seguenti tipologie di calcestruzzo:

Classe di esposizione (UNI EN 206-1:2006): XC2

Diametro massimo inerte: 25 mm

Copriferro nominale: 35 mm

Classe di resistenza: valore caratteristico minimo della resistenza cilindrica a compressione dopo 28 giorni (EN 206) $f_{ck} > 30$ Mpa (Eurocodice 2 **C25/30**)

Classe di consistenza: **S4**

Contenuto minimo di cemento: **300 daN/m³**

Rapporto acqua / cemento: **0,60**

La resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo f_d è definita come segue:

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

dove:

γ_C è il coefficiente parziale di sicurezza e ha un valore di 1,5;

α_{CC} è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata e ha un valore di 0,85.

Per quanto concerne l'aderenza, che nel campo del c.a. rappresenta la resistenza che si mobilita tra la barra d'acciaio ed il calcestruzzo che l'avvolge, quando la prima tende a scorrere rispetto al secondo, è dovuta sia alle forze di adesione intermolecolari che si sviluppano al perimetro tra acciaio e calcestruzzo, sia all'attrito conseguente al serraggio esercitato dal calcestruzzo sulle barre per effetto del ritiro, sia infine alle asperità o rugosità presentate dalla superficie esterna della barra. La resistenza a trazione del calcestruzzo f_{ctk} può essere assunta in fase di progettazione come resistenza media a trazione semplice come prescritto nel §§ 11.2.10.1 del D.M. del 2018. La resistenza di calcolo a trazione, f_{ctd} vale:

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$$

Per il modulo elastico istantaneo del calcestruzzo va assunto quello secante tra la tensione nulla e $0,40 f_{cm}$, determinato sulla base di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI 6556:1976. In particolare, tale modulo è determinato nel seguente modo:

$$E_{cm} = 22000 [(f_{ck} + 8)/10]^{-0,3}$$

Per il coefficiente di Poisson si può adottare un valore di 0,2.

4.1.1. Componenti del conglomerato cementizio

Acqua

Per il confezionamento degli impasti deve impiegarsi esclusivamente acqua limpida, priva di sali e cloruri, non aggressiva, conformi alla UNI EN 1008:2003, in quantità tale da ottenere un impasto di buona lavorabilità e consistenza variabile tra fluido e plastico (S2-S5), ma comunque non inferiore ai 180 l/mc. 1.3.2 Legante idraulico Per il confezionamento degli impasti devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, in particolare L. 26/05/1965 n. 595 e norma armonizzata EN 197-1 e dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN 197-1 ed EN 197-2. È escluso l'impiego di cementi alluminosi. Il legante deve risultare costituito da cemento tipo 425 o superiori.

Aggregati.

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi. Per il confezionamento degli impasti deve essere utilizzata sabbia in quantità di $0,46 \div 0,57$ mc con grani assortiti di grandezza variabile da 0 a 7 mm e ghiaia o pietrisco in quantità di $0,65 \div 0,79$ mc con elementi assortiti di dimensioni fino a 25 mm.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare: a. il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO_3 da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 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); b. il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%; c. 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. Gli inerti costituenti l'aggregato saranno provenienti da rocce non gessose prive di elementi gelivi e friabili, scevri di sostanze estranee quali materie organiche, melmose, terrose e di salsedine, avranno un'umidità del 2÷3% e conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620. Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del DPR n. 246/93 è indicato nella tabella seguente: Specifica Tecnica Europea di riferimento Uso Previsto Sistema di Attestazione della Conformità Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620-13055-1 Calcestruzzo strutturale 2+ Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) deve essere eseguito così come specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del DPR n. 246/93. Gli aggregati leggeri devono essere conformi alla parte armonizzata della norma Europea UNI EN 13055. Il sistema di attestazione della conformità è analogo al caso precedente.

Aggiunte

Eventuali aggiunte in quantità tale da non modificare negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio devono soddisfare i requisiti della norma EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5 ed UNI 11104 punto 4.2. La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

Additivi

Gli additivi 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.

Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla relazione seguente:

$$\alpha_{gh} + \alpha_{add} + \alpha_{agg} + \alpha_m = \alpha_{eff}$$

Dove:

α_{aggr} quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

α_{add} aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3l/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

α_{gh} aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;

α_m aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$(a/c)_{eq.} = a_{eff} / (c + K_{cv} * c_v + K_{fs} * f_s)$$

Nella quale:

c dosaggio per m³ di impasto di cemento;

c_v dosaggio per m³ di impasto di cenere volante;

f_s dosaggio per m³ di impasto di fumo di silice;

K_{cv} ; K_{fs} coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104.

Tale rapporto in progetto varia tra 0,45 e 0,50.

4.2. Acciaio per calcestruzzi

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- a. barre d'acciaio tipo **B450C** ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$), rotoli tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
- b. prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$ per il tipo B450C;
- c. reti elettrosaldate ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$) tipo B450C; d. tralicci elettrosaldati ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$) tipo B450C;

Tutti gli acciai utilizzati come armatura per cemento ordinario o precompresso devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione. Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende il processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012. Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulta in modo inequivocabile il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. Su tale attestato deve essere

riportato il riferimento al documento di trasporto. Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018. È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.3.2.6 e controllati con le modalità riportate ai punti 11.3.2.10, 11.3.2.11 e 11.3.3.5 delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018. Deve essere utilizzato acciaio per cemento armato laminato a caldo denominato **B450C** caratterizzato da:

$$f_{y,nom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{t,nom} = 540 \text{ N/mm}^2$$

Questo deve inoltre rispettare i requisiti di cui al punto 11.3.3.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018. Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio. Ai fini della qualificazione dell'aderenza si osserverà quanto previsto al punto 11.3.2.10.4 – Prove di Aderenza – delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018. Sia le barre che le reti utilizzate devono soddisfare quanto previsto al punto 11.3.2.4 - Caratteristiche dimensionali e di impiego e al punto 11.3.2.5 – Reti e Tralicci elettrosaldati delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018, in particolare i nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 pari al 25% della forza di snervamento della barra. Tale resistenza al distacco delle saldature del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore. La saldabilità deve essere certificata mediante analisi chimica effettuata su colata e su prodotto finito controllando che il quantitativo di carbonio equivalente e la presenza di impurità sia contenuta nei limiti previsti al punto 11.3.2.76 – Saldabilità – Tabella 11.3.II delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018. Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura. I valori minimi da adottare devono essere conformi alle prescrizioni contenute nell'Eurocode EN 1992 – punto 8.3 – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate. Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino. Per tutto quanto non esplicitamente indicato nella presente relazione o riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018 si rimanda alla Circolare Esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21/01/2019 n. 7 – “Istruzione per l'applicazione delle <> di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Nell'opera da realizzare è utilizzato sotto forma di barre tonde (o “tondini”) ad aderenza migliorata, con diametro commerciale di **ϕ8, 12, 16 e 20** con lunghezze massime di circa 12 m.

La classificazione degli acciai da c.a. viene generalmente effettuata sulla base della loro resistenza a trazione, della curva caratteristica tensioni-deformazioni (σ - ϵ). Nel nostro caso sarà usato un acciaio da costruzione in barre ad aderenza migliorata **B450C**.

La resistenza di calcolo dell'acciaio f_{yd} è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

dove:

γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza e ha un valore di 1,15;

f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (v. §§ 11.2.10.1 del D.M. 17/01/2018).

Il modulo d'elasticità dell'acciaio indicato con E_s è da ritenersi uguale a circa 2.100.000 kg/cm², un valore che è costante al variare della qualità dell'acciaio.

La resistenza tangenziale di aderenza di calcolo f_{bd} , tra acciaio e calcestruzzo vale:

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$$

dove:

f_{bk} è la resistenza tangenziale caratteristica di aderenza data da:

$$f_{bk} = 2,25 \eta f_{ctk}$$

dove:

$\eta = 1$ per barre con diametro $\varnothing \leq 32$ mm.

4.3. Acciaio da carpenteria metallica

4.3.1. Profilati metallici

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1. Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali $f_y = R_eH$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto. Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al punto B del § 11.1 e si applica la procedura di cui al § 11.3.4.11.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, 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 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992. In sede di progettazione si sono assunti convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico $E = 210.000$ N/mm²

modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)]$ N/mm²

coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$

coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ per °C-1

(per temperature fino a 100 °C)

densità $\rho = 7850$ kg/m³

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si sono assunti nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati di seguito.

Norme e qualità degli acciai con $t \leq 40$ mm (UNI 10025-2) – **Tipo S275JR**

Tensioni di snervamento - f_{yk} (N/mm²) **275**. f_{tk} (N/mm²) **460**.

4.3.2. Bulloneria e saldature

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. 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 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 durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; 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 1011:2005 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.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 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 12062:2004.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 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 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 sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2013, associate nel modo indicato nella Tab. 11.3.XIIIb. Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} dei bulloni:

Classe 8.8 - f_{yb} (N/mm²) 640 - f_{tb} (N/mm²) 800

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.

Vite 8.8 - Dado 8 - Rondella 100HV min oppure 300HV min. (UNI EN 15048-1)

4.4. Solai e ripiani

4.4.1. Lamiera grecata collaborante

La lamiera grecata trova le sue applicazioni principalmente nel settore della carpenteria metallica e nell'edilizia come rivestimento di copertura tetti, pareti e per la realizzazione di **solai a secco e collaboranti**.

La lamiera grecata per solai collaboranti è alta 55 mm e larga mm 600, centro greca, con denominazione commerciale A55/P 600 HI-BOND. Realizzata in acciaio al carbonio non legato in qualità strutturale S280GD zincata a caldo con il procedimento Sendzimir, secondo la norma UNI EN 10346.

I solai collaboranti sono prodotti mediante la copertura di uno strato di lamiere gregate con un dato spessore di calcestruzzo standard o alleggerito con una maglia metallica elettrosaldata, opzionalmente, secondo le indicazioni del progettista, si può aggiungere un'armatura longitudinale addizionale; nel caso in esame la soletta in c.a. possiede spessore di 11 cm su lamiera gregata con spessore di 1,2 mm.

Durante la colata di cemento le lamiere gregate agiscono semplicemente da cassaforma; man mano che il calcestruzzo si asciuga esso assume una funzione strutturale e la lamiera inizia ad agire come un'armatura longitudinale.

Al fine di evitare lo scorrimento reciproco tra l'acciaio e il calcestruzzo e il distacco di quest'ultimo, durante la profilatura a freddo viene impressa sui lati di ogni greca una particolare serie di bugnature che impediscono qualsiasi fenomeno, facendo aderire in profondità il calcestruzzo.

I valori indicati nella tabella, riportata di seguito, rappresentano il carico massimo utile uniformemente distribuito per metro quadro, espresso in daN/m, valutato mediante verifiche di resistenza e deformabilità effettuate secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite, con riferimento alle seguenti norme UNI EN 1994-1-1:2005 Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture in acciaio (lamiere sottili piegate a freddo), D.M. 17/01/2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni Circolare n. 7/2019. Le lamiere collaboranti per solai devono essere certificate e marcate CE in accordo alla norma UNI-EN 1090.

Tabella portata lamiera grecata collaborante H55 – Luce massima in metri per solaio															
H	Spessore	Sovraccarico utile uniformemente distribuito KN/m² - Campata singola Δ Δ I valori in grassetto non prevedono limitazione di freccia f<l/240 (1a fase)													
cm	mm	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	7,00	8,00	10,00	12,00
10	0,70	3,30	3,18	3,07	2,97	2,88	2,79	2,72	2,64	2,58	2,52	2,41	2,31	2,15	1,88
	0,80	3,55	3,42	3,29	3,18	3,08	2,99	2,91	2,83	2,76	2,69	2,56	2,44	2,26	1,88
	1,00	4,01	3,85	3,70	3,57	3,39	3,24	3,12	3,01	2,91	2,83	2,69	2,57	2,26	1,88
	1,20	4,41	4,23	3,94	3,71	3,53	3,37	3,24	3,13	3,03	2,95	2,80	2,68	2,26	1,88
11	0,70	3,20	3,10	3,01	2,93	2,85	2,78	2,72	2,65	2,60	2,54	2,44	2,36	2,21	2,08
	0,80	3,44	3,34	3,24	3,15	3,06	2,98	2,91	2,85	2,78	2,73	2,62	2,52	2,36	2,08
	1,00	3,89	3,76	3,64	3,54	3,44	3,35	3,27	3,19	3,12	3,05	2,93	2,80	2,50	2,08
	1,20	4,29	4,14	4,01	3,89	3,78	3,67	3,53	3,41	3,30	3,21	3,04	2,91	2,50	2,08
12	0,70	3,09	3,02	2,94	2,87	2,81	2,75	2,70	2,64	2,59	2,55	2,46	2,38	2,24	2,13
	0,80	3,33	3,25	3,17	3,09	3,02	2,96	2,89	2,84	2,78	2,73	2,64	2,55	2,40	2,27
	1,00	3,77	3,66	3,57	3,48	3,40	3,33	3,25	3,19	3,13	3,07	2,96	2,86	2,69	2,27
	1,20	4,15	4,04	3,93	3,83	3,74	3,65	3,57	3,50	3,43	3,36	3,24	3,13	2,72	2,27

4.4.2. Connettori

Il connettore a piolo CTF consiste in:

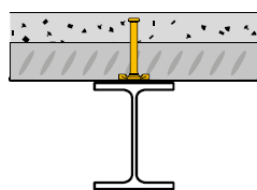
- A) Un gambo con testa ottenuta a freddo da una barra di acciaio di diametro nominale 12 mm
- B) una piastra di base rettangolare 38x54 mm di spessore 4 mm ottenuta tramite stampaggio. Il connettore a piolo e la piastra di base sono uniti tramite ricalco a freddo.
- C) Due chiodi che passano attraverso i due fori della piastra.

Chiodi in acciaio al carbonio Ø 4,5 mm lunghezza 22,5 mm, Ø testa 14 mm.

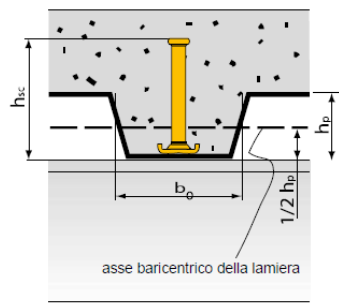
Tutte le parti del connettore sono zincate elettroliticamente con una protezione media di 8 µm che corrisponde ad una resistenza alla corrosione di 2 cicli "Kesternich"

Nel progetto il connettore, 12/90 (Altezza 90 mm) è posato in una gola di una lamiera grecata trasversale alla trave, la resistenza del connettore dipende dalla classe del calcestruzzo, dalla geometria delle onde e

dall'altezza del connettore. La resistenza è calcolata come prodotto di un fattore riduttivo K_t e di una resistenza di riferimento P .



Lamiera grecata



$$P_{rd} = K_t \times P_0$$

$$K_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \left[\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right] \leq 1$$

Dove:

n_r numero di connettori per gola (nei calcoli: ≤ 2)

b_0 larghezza media di gola

h_{sc} altezza connettore

h_p altezza della greca ($h_p < 85 \text{ mm}$ ed $h_p < b_0$)

$P_0 = 33.4 \text{ kN}$ (con classe calcestruzzo C25/30).

Esempio di applicazione della formula per la resistenza a taglio del connettore con lamiera grecata.

Tipologia	Esempio	Connettore	Resistenza di progetto P_{Rd}	Comportamento connettore
Soletta su lamiera grecata HI - Bond 55 1 connettore per gola		CTF090	20.3 kN	Duttile
		CTF105	28.4 kN	Duttile
		CTF125	28.4 kN	Duttile