



Unione Europea



COMUNE DI PROCIDA

Città Metropolitana di Napoli




SISTEMA PORTUALE ISOLA DI PROCIDA 1° LOTTO - PARTE D'OPERA 1

LAVORI URGENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA,
IL CONSOLIDAMENTO ED IL RECUPERO DI MARINA CORRICELLA

CUP: C9918000140002

PROGETTO ESECUTIVO

| | | | |
|--------------------------------|--|--|--|
| Committente: | COMUNE DI PROCIDA | | |
| Responsabile del procedimento: | arch. Luca Imparato | Responsabile Settore V - Servizi Tecnici del Comune di Procida | |
| Supporto al RUP: | arch. Stefano Prisco | | |
| Geologia: | geol. Nicola Polzone | | |
| Progettazione: |  DOTT. ING. ROSA ROBERTO SEZIONE A AUTORE CIVIL E PROFESSIONALE N° ISCRIZ. 8727 | ARCHIMED s.r.l. | Responsabile progetto: Ing. Roberto de Rosa Coordinatore sicurezza: arch. Rosamaria Vignale con la collaborazione di: Ing. Riccardo Auffer Ing. Giovanni Gianni |

| rev. | data | oggetto |
|------|--------------|---|
| 2 | luglio 2019 | aggiornamento interventi e rimodulazione spese generali |
| 1 | giugno 2018 | aggiornamento |
| 0 | gennaio 2018 | emissione |

| | | |
|--------------------------------------|--|-------------------|
| Elaborato: ST-RM1 rev.2 | - RECUPERO FUNZIONALE MARINA - STRUTTURE: RELAZIONE SUI MATERIALI | File: |
| | | Scala: 1:200/voce |
| | | Data: luglio 2019 |

Il presente documento è tutelato dalle legge in materia di diritti di autore: la riproduzione non autorizzata sarà perseguita legalmente.

SOMMARIO

| | |
|---|----|
| 1) GENERALITA' | 3 |
| 2) CONGLOMERATI PER GETTI IN OPERA..... | 4 |
| Ghiaia e sabbia..... | 4 |
| Acqua..... | 5 |
| Cemento | 5 |
| Dosatura dei materiali..... | 5 |
| Prescrizione per il disarmo | 6 |
| Provini da prelevare in cantiere | 6 |
| Schede riepilogative..... | 12 |
| 3) ACCIAIO PER C.A. | 13 |
| Controlli in cantiere delle barre d'armatura..... | 13 |
| Scheda riepilogativa..... | 14 |

1) GENERALITA'

Le caratteristiche dei materiali utilizzati per la esecuzione delle strutture sono quelle di seguito riportate:

CEMENTO ARMATO

- Calcestruzzo per paratia e cordolo : C32/40 (Rck 300)
- Acciaio di armatura : B450C

2) CONGLOMERATI PER GETTI IN OPERA

Riferimenti: D.M. 17.01.2018, par. 11.2;

Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale;

UNI EN 206-1/2006;

UNI 11104.

Per ottenere una buona qualità dell'impasto si doseranno gli inerti in maniera da ridurre al minimo i vuoti. In particolare, per un metro cubo di conglomerato, saranno utilizzati 0.80mc di pietrisco di tipo 8-32 e 0.40mc di sabbia di fiume.

L'impasto dovrà essere omogeneo, ben mescolato e battuto; comunque sarà mantenuto un rapporto acqua/cemento costante e con valore intorno a 0.50.

Ghiaia e sabbia

Gli inerti naturali o di frantumazione saranno non gelivi e non friabili; essi dovranno essere privi di sostanze organiche, limose o argillose. Inoltre non dovranno contenere gesso in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature metalliche.

Le dimensioni massime degli inerti saranno commisurate alle dimensioni dei getti e all'ingombro delle armature, comunque non superiore ai 32 mm.

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 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie 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).

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 16 = 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%

Acqua

L'acqua utilizzata per l'impasto del conglomerato dovrà essere limpida, non aggressiva e priva di sali in percentuali dannose

Cemento

Il cemento utilizzato sarà un legante idraulico conforme alle normative vigenti; esso sarà cemento tipo 325.

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria

Dosatura dei materiali.

La dosatura dei materiali per ottenere la resistenza richiesta è orientativamente la seguente (per m³ d'impasto).

sabbia 0.4 m³

| | |
|------------------|-----------|
| ghiaia | 0.8 m3 |
| acqua | 150 litri |
| cemento tipo 325 | 350 kg/m3 |

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.

Provini da prelevare in cantiere

Un prelievo = n° 2 cubi di lato 15 cm;

un prelievo ogni 100 mc

$$\sigma_{c28} \geq 3 * \sigma_{c adm};$$
$$R_{ck28} = R_m - 35 \text{ kg/cm}^2;$$
$$R_{min} > R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$$

4.1.2.2.4.3 Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

| CONDIZIONI AMBIENTALI | CLASSE DI ESPOSIZIONE |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Ordinarie | X0, XC1, XC2, XC3, XF1 |
| Aggressive | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4 |

Prospetto classi di esposizione e composizione uni en 206-1 (uni 11104 marzo 2004)

| Denom. della classe | Descrizione dell'ambiente | Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione | UNI 9858 | A/C MAX | R'ck min. | Dos. Min. Cem. KG. |
|---------------------|---------------------------|--|----------|---------|-----------|--------------------|
|---------------------|---------------------------|--|----------|---------|-----------|--------------------|

1 Assenza di rischio di corrosione o attacco

| | | | | | | |
|----|---|---|---|-----|----|-----|
| X0 | Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto | Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto ad cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasioni, gelo o attacco chimico | 1 | --- | 15 | --- |
|----|---|---|---|-----|----|-----|

2 Corrosione indotta da carbonatazione

Nota – Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro e nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante, in questi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo ed il suo ambiente.

| | | | | | | |
|-----|----------------------------------|---|--------|------|----|-----|
| XC1 | Asciutto permanentemente bagnato | o Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa o immerse in acqua | 2a | 0,60 | 30 | 300 |
| XC2 | Bagnato, raramente asciutto | Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo. | 2a | 0,60 | 30 | 300 |
| XC3 | Umidità moderata | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia o in interni con umidità da moderata ad alta | 5a | 0,55 | 35 | 320 |
| XC4 | Ciclicamente asciutto e bagnato | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. | 4a, 5b | 0,50 | 40 | 340 |

3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare

| | | | | | | |
|-----|---------------------------------|--|--------|------|----|-----|
| XD1 | Umidità moderata | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri | 5a | 0,55 | 35 | 320 |
| XD2 | Bagnato, raramente asciutto | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua industriali contenente cloruri (piscine) | 4a, 5b | 0,50 | 40 | 340 |
| XD3 | Ciclicamente asciutto e bagnato | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto. | 5c | 0,45 | 45 | 360 |

| <i>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</i> | | | | | | | |
|--|---|--|-----------|------|----|-----|--|
| XS1 | Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità | 4a, 5b | 0,50 | 40 | 340 | |
| XS2 | Permanentemente sommerso | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersa in acqua | 5c | 0,45 | 45 | 360 | |
| XS3 | Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare | 5c | 0,45 | 45 | 360 | |

*5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti *(NB XF2 – XF3 – XF4 contenuto minimo aria 3%)*

| | | | | | | | |
|------|--|---|-----------|------|----|-----|--|
| XF1 | Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante | Superfici verticali di calcestruzzo come facciate o colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua | 4a, 5b | 0,50 | 40 | 320 | |
| XF2* | Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante | Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti | 3, 4b | 0,50 | 30 | 340 | |
| XF3* | Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante | Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo | 2b, 4b | 0,50 | 30 | 340 | |
| XF4* | Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare | Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto od indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare | 3, 4b | 0,45 | 35 | 360 | |

| 6 Attacco chimico **) | | | | | | |
|-----------------------|--|--|----|------|----|-----|
| XA1 | Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acqua reflue | 5a | 0,55 | 35 | 320 |
| XA2 | Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi | 5b | 0,50 | 40 | 340 |
| XA3 | Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | Elementi strutturali o pareti a contatto di acqua industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali. | 5c | 0,45 | 45 | 360 |

*) il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: *moderato* occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; *elevato* alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.

**) da parte di acque del terreno o acqua fluenti

C4.1.6.1.3 Copriferro e interferro

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,...) o monodimensionale (travi, pilastri,...).

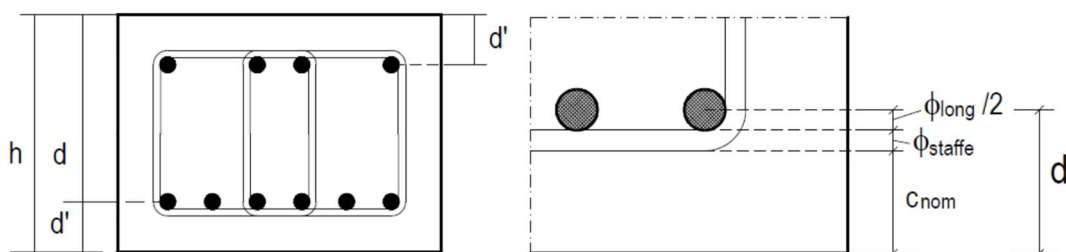
A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a C_{min} i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso i vani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

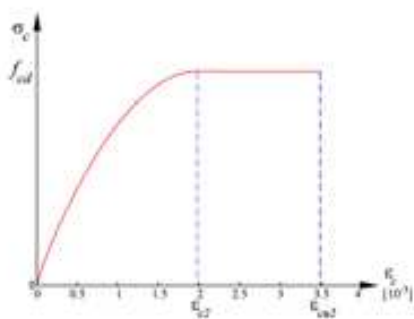
Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

| C_{min} | C_o | ambiente | barre da c.a. elementi a piastra | | barre da c.a. altri elementi | | cavi da c.a.p. elementi a piastra | | cavi da c.a.p. altri elementi | |
|-----------|--------|------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|
| | | | $C \geq C_o$ | $C_{min} \leq C < C_o$ | $C \geq C_o$ | $C_{min} \leq C < C_o$ | $C \geq C_o$ | $C_{min} \leq C < C_o$ | $C \geq C_o$ | $C_{min} \leq C < C_o$ |
| C25/30 | C35/45 | ordinario | 15 | 20 | 20 | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 |
| C28/35 | C40/50 | aggressivo | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 | 40 | 40 | 45 |
| C35/45 | C45/55 | molto ag. | 35 | 40 | 40 | 45 | 45 | 50 | 50 | 50 |

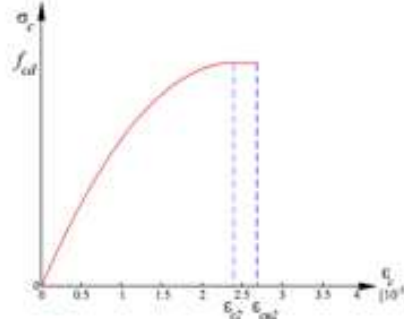


Schede riepilogative

CLASSE DEL CALCESTRUZZO : C32/40 \Rightarrow $f_{ck}=32$ MPa $R_{ck}=40$ MPa



Alta resistenza



Molto bassa, bassa e media resistenza

Diagrammi di calcolo tensione/deformazione parabola-rettangolo del conglomerato cementizio. La deformazione massima $\epsilon_{c,max}$ è assunta pari a 0,0035

Per il calcolo delle resistenza di progetto, si utilizzano i seguenti coefficienti:

$\alpha_{cc} = 0,85$ (Coeff. velocità prova) $\gamma_c = 1,50$ (Coeff. Parziale sicurezza)

RESISTENZE AGLI SLU:

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha_{cc}}{\gamma_c} = 18,13$ MPa
 NTC- §4.1.2.1.1

Resistenza di calcolo a trazione: $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0,7 \cdot f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0,7 \cdot 0,30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}}{\gamma_c} = 1,41$ MPa
 NTC- §4.1.2.1.2

MODULO DI ELASTICITA' : $E_{cm} = 22000 \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10}\right]^{0,3} = 33346$ MPa

RESISTENZE AGLI SLE:

NTC- §4.1.2.2.5.1

Tensione a compressione, comb. di carico rara: $\sigma_c < 0,60 f_{ck} = 19,20$ MPa

Tensione a compressione, comb. di carico quasi perm.: $\sigma_c < 0,45 f_{ck} = 14,40$ MPa

STATI LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

| Gruppi di esigenza | Condizioni ambientali | Combinazione di azione | Armatura | | | |
|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | | | Sensibile | | Poco sensibile | |
| | | | Stato limite | w _d | Stato limite | w _d |
| a | Ordinarie | frequente | ap. fessure | ≤w ₂ | ap. fessure | ≤w ₃ |
| | | quasi permanente | ap. fessure | ≤w ₁ | ap. fessure | ≤w ₂ |
| b | Aggressive | frequente | ap. fessure | ≤w ₂ | ap. fessure | ≤w ₂ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | ≤w ₁ |
| c | Molto Aggressive | frequente | formazione fessure | - | ap. fessure | ≤w ₁ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | ≤w ₁ |

I valori limite sono pari a:

w₁ = 0,2 mm

w₂ = 0,3 mm

w₃ = 0,4 mm

3) ACCIAIO PER C.A.

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

L'acciaio utilizzato per le strutture in cemento armato alle quali si riferisce la presente relazione sarà costituito da barre ad aderenza migliorata del tipo B450C.

Le armature saranno idonee a realizzare l'aderenza al conglomerato, pertanto non dovranno essere ossidate e non dovranno presentare difetti o sostanze superficiali.

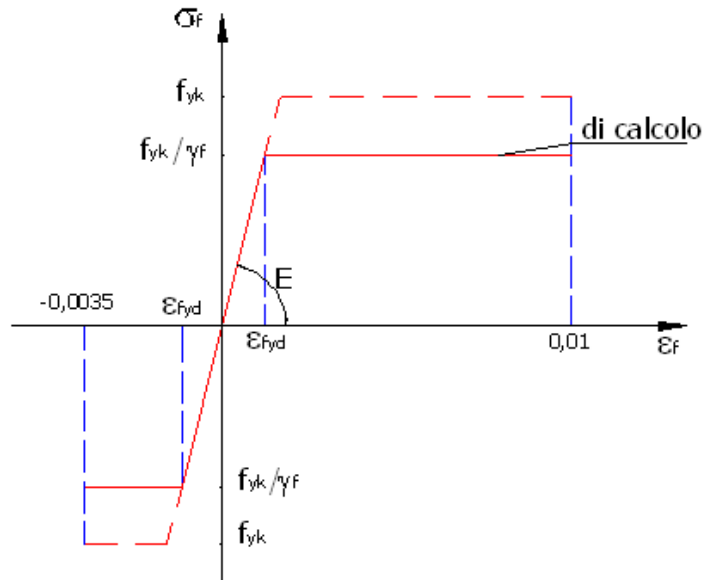
Controlli in cantiere delle barre d'armatura

(3 spezzoni dello stesso diametro)

$f_y = f_m - 100 \text{ daN/cm}^2$

Scheda riepilogativa

CLASSE DELL'ACCIAIO : B450C \Rightarrow $f_{yk}=450$ N/mm² $f_{tk}=540$ N/mm²



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione dell'acciaio

La deformazione massima $\epsilon_{s,max}$ è assunta pari a 0,01

Per il calcolo delle resistenze di progetto, si utilizzano i seguenti coefficienti:

$$\gamma_s = 1,15 \quad (\text{Coeff. Parziale sicurezza})$$

RESISTENZE AGLI SLU:

NTC- §4.1.2.1.1.3

Resistenza di calcolo:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,30 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{MPa})$$

RESISTENZE AGLI SLE:

NTC- §4.1.2.2.5.2

Tensione massima, combinazione caratteristica:

$$\sigma_s < 0,8 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

MODULO DI ELASTICITA' :

210 000 MPa