



## PROGETTO DEFINITIVO

**Appalto integrato sulla base del progetto di fattibilità tecnica ed economica "Smart City Napoli Nord - Piani Urbani Integrati – M5C2 – I.2.2"**  
**CIG 972663946C CUP I45I22000020006 - CUP I45I22000030006**

### RTI



**OPUS COSTRUZIONI S.P.A.**  
Capogruppo  
P.IVA 07201350639  
Via Campana 233, Pozzuoli



**ARCHIVOLTO SRL**  
Mandante  
P.IVA 07162480631  
Via O. P. Cafaro n.4, Napoli

### RTP

**SAG ARCHITETTURA SRLS**  
P.IVA 09189081210  
Sede legale: Via Posillipo 66, Napoli

**MASCOLO INGEGNERIA SRL**  
P.IVA 08524811216  
Sede legale: Via Gramsci 19, Cicciano

**ELECTA SRL**  
P.IVA 04082971211  
Sede legale: Via Principe di Piemonte 109, Roccarainola

### RUP

Arch. Pasquale Imbema

## PROGETTO STRUTTURALE - (Melito Via Casa Martino)

### RELAZIONE SUI MATERIALI

DATA EMISS.	Dicembre 2023		CODIFICA	MLT.PD.STR.R.002
SCALA	-	FORMATO A4		

REVISIONE	DESCRIZIONE	DATA	APPROVATO DA
03			
02			
01			
00	prima emissione	Dicembre 2023	



## SOMMARIO

<b>PREMESSA</b> .....	2
<b>MATERIALI ESISTENTI</b> .....	2
<b>PROVE EFFETTUATE E LIVELLO DI CONOSCENZA RAGGIUNTO</b> .....	2
<b>LIVELLO DI CONOSCENZA</b> .....	5
<b>INDIVIDUAZIONE DEI MATERIALI DI NUOVA REALIZZAZIONE</b> .....	6
<b>CALCESTRUZZO C 25/30</b> .....	6
<b>ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C</b> .....	8
<b>ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA S275</b> .....	9
<b>GIUNZIONI BULLONATE</b> .....	10

## PREMESSA

Nella definizione dei materiali, è utile fare distinzione tra i nuovi materiali da impiegare per la realizzazione dello Stazionamento dei Bus e quelli esistenti del Parcheggio interrato.

Nello specifico per quanto concerne le opere esistenti queste risultano essere caratterizzate da un calcestruzzo C25/30 armato con acciaio di tipo B450C.

Per la realizzazione del nuovo Stazionamento dei Bus, verranno adoperati materiali nuovi caratterizzate da un calcestruzzo C20/25 armato con acciaio di tipo B450C.

Si riportano di seguito le caratteristiche sintetiche dei materiali qui individuati.




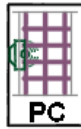

## MATERIALI ESISTENTI

Si è provveduto, mediante diversi sopralluoghi e ispezioni in sito, al riscontro ed alla definizione di tutte le possibili informazioni necessarie per la valutazione in oggetto, dando corso alle seguenti operazioni:

- Rilievo strutturale, con ispezione di dettaglio dei luoghi per la verifica delle geometrie;
- Saggi su alcuni elementi strutturali, accoppiati ad una serie di indagini strumentali, di rilevamenti e di prelievi di materiale da sottoporre a prove di caratterizzazione in laboratorio.

## PROVE EFFETTUATE E LIVELLO DI CONOSCENZA RAGGIUNTO

Le indagini sono state condotte da Tecnolab s.r.l. – Via S. Maria del Pianto n 80 Napoli- e nello specifico sono consistite in:

LEGENDA PROVE DA ESEGUIRE PIANO INTERRATO			Nr
	CA	<b>CAMPIONAMENTO DEL C.A.</b> L'indagine di tipo distruttiva da effettuare su travi principali in c.a., consta nel prelievo di un provino cilindrico (carota) di cls, del tipo passante o non a seconda delle dimensioni dell'elemento interessato, e successivo ripristino della sezione con malte a ritiro compensato e formulazione tissotropica. Il prelievo del cls avviene mediante l'utilizzo di macchina carotatrice a lama diamantata e ad avanzamento manuale, ad opera di personale altamente specializzato per ottenere il minimo disturbo possibile sul campione da spedire successivamente a laboratorio autorizzato. La prova si effettua previa lettura pacometrica onde evitare, per quanto possibile, di intaccare le armature presenti. I prelievi di campioni saranno effettuati secondo norme UNI EN 12504. Ogni provino va sottoposto anche a test di carbonatazione.	6
	PB	<b>PRELIEVO DI ARMATURE</b> L'indagine di tipo distruttiva da effettuare su travi principali, consta nel prelievo delle barre di armatura mediante demolizione localizzata, ovvero rimozione del copriferro e successiva liberazione delle armature stesse, taglio e successivo ripristino per mezzo di reintegro con barre di caratteristiche simili alle originali opportunamente saldate e ricostruzione della sezione con malte a ritiro compensato e formulazione tissotropica. I prelievi di campioni, da spedire a laboratorio autorizzato, saranno effettuati secondo norme UNI EN 12504.	1
	SU	<b>PROVA SONREB</b> Questo metodo consente di determinare la resistenza $R_c$ di un calcestruzzo in opera correlandolo con la velocità ultrasonica $V$ , ottenuta con prove ultrasoniche e con l'indice di rimbalzo $S$ ottenuto con prove sclerometriche. Le prove devono essere effettuate nelle stesse zone di indagine. Tale metodo combinato consente di superare gli errori che si ottengono utilizzando separatamente il metodo sclerometrico, che è un metodo di indagine superficiale, e il metodo ultrasonico, che invece è un metodo di indagine volumetrico. Infatti questi metodi sono influenzati da diversi fattori quali ad esempio: l'età del calcestruzzo e il suo contenuto di umidità: si è notato che il contenuto di umidità fa sottostimare l'indice sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica, e che, all'aumentare dell'età del calcestruzzo, l'indice sclerometrico aumenta mentre la velocità ultrasonica diminuisce; la composizione del calcestruzzo che influenza il metodo ultrasonico; la diversa consistenza tra calcestruzzo corticale e quello interno che invece influenza il metodo sclerometrico.	17
	PC	<b>PROVE PACOMETRICHE - RILIEVO BARRE</b> L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare su travi e pilastri, nonché su solette e pareti in c.a., consta nell'individuazione delle posizioni e delle dimensioni delle armature presenti. La prova si effettua mediante letture con pacometro e restituzione grafica dei risultati di indagine, prevedendo inoltre la realizzazione di saggi visivi con un'incidenza statistica almeno del 20% sul totale delle prove effettuate, finalizzati al riscontro delle risultanze di indagine fornite dalle letture strumentali. I saggi visivi saranno limitati alla rimozione del copriferro in aree molto limitate e prevedono il ripristino della sezione strutturale mediante l'utilizzo di malte a ritiro compensato e formulazione tissotropica.	6
	EV	<b>INDAGINE ENDOSCOPICA AD ASSE VERTICALE</b> L'indagine di tipo lievemente distruttiva consente di definire le stratigrafie degli elementi strutturali di partizione orizzontale e delle finiture architettoniche ad essi annessi. Viene eseguita mediante l'effettuazione di fori del diametro di circa 2-3 cm opportunamente "puliti", all'interno dei quali viene inserito un endoscopio che permette di individuare la composizione delle strutture. La definizione della stratigrafia va documentata con appositi report fotografici e con la restituzione grafica.	1

LEGENDA PROVE DA ESEGUIRE PIANO TERRA			Nr
	CA	<b>CAMPIONAMENTO DEL C.A.</b> L'indagine di tipo distruttiva da effettuare su travi principali in c.a., consta nel prelievo di un provino cilindrico (carota) di cls, del tipo passante o non a seconda delle dimensioni dell'elemento interessato, e successivo ripristino della sezione con malte a ritiro compensato e formulazione tissotropica. Il prelievo del cls avviene mediante l'utilizzo di macchina carotatrice a lama diamantata e ad avanzamento manuale, ad opera di personale altamente specializzato per ottenere il minimo disturbo possibile sul campione da spedire successivamente a laboratorio autorizzato. La prova si effettua previa lettura pacometrica onde evitare, per quanto possibile, di intaccare le armature presenti. I prelievi di campioni saranno effettuati secondo norme UNI EN 12504. Ogni provino va sottoposto anche a test di carbonatazione.	1
	PB	<b>PRELIEVO DI ARMATURE</b> L'indagine di tipo distruttiva da effettuare su travi principali, consta nel prelievo delle barre di armatura mediante demolizione localizzata, ovvero rimozione del copriferro e successiva liberazione delle armature stesse, taglio e successivo ripristino per mezzo di reintegro con barre di caratteristiche similari alle originali opportunamente saldate e ricostruzione della sezione con malte a ritiro compensato e formulazione tissotropica. I prelievi di campioni, da spedire a laboratorio autorizzato, saranno effettuati secondo norme UNI EN 12504.	1
	SU	<b>PROVA SONREB</b> Questo metodo consente di determinare la resistenza Rc di un calcestruzzo in opera correlandolo con la velocità ultrasonica V, ottenuta con prove ultrasoniche e con l'indice di rimbalzo S ottenuto con prove sclerometriche. Le prove devono essere effettuate nelle stesse zone di indagine. Tale metodo combinato consente di superare gli errori che si ottengono utilizzando separatamente il metodo sclerometrico, che è un metodo di indagine superficiale, e il metodo ultrasonico, che invece è un metodo di indagine volumetrico. Infatti questi metodi sono influenzati da diversi fattori quali ad esempio: l'età del calcestruzzo e il suo contenuto di umidità: si è notato che il contenuto di umidità fa sottostimare l'indice sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica, e che, all'aumentare dell'età del calcestruzzo, l'indice sclerometrico aumenta mentre la velocità ultrasonica diminuisce; la composizione del calcestruzzo che influenza il metodo ultrasonico; la diversa consistenza tra calcestruzzo corticale e quello interno che invece influenza il metodo sclerometrico.	-
	PC	<b>PROVE PACOMETRICHE - RILIEVO BARRE</b> L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare su travi e pilastri, nonché su solette e pareti in c.a., consta nell'individuazione delle posizioni e delle dimensioni delle armature presenti. La prova si effettua mediante letture con pacometro e restituzione grafica dei risultati di indagine, prevedendo inoltre la realizzazione di saggi visivi con un'incidenza statistica almeno del 20% sul totale delle prove effettuate, finalizzati al riscontro delle risultanze di indagine fornite dalle letture strumentali. I saggi visivi saranno limitati alla rimozione del copriferro in aree molto limitate e prevedono il ripristino della sezione strutturale mediante l'utilizzo di malte a ritiro compensato e formulazione tissotropica.	2
	EV	<b>INDAGINE ENDOSCOPICA AD ASSE VERTICALE</b> L'indagine di tipo lievemente distruttiva consente di definire le stratigrafie degli elementi strutturali di partizione orizzontale e delle finiture architettoniche ad essi annessi. Viene eseguita mediante l'effettuazione di fori del diametro di circa 2-3 cm opportunamente "puliti", all'interno dei quali viene inserito un endoscopio che permette di individuare la composizione delle strutture. La definizione della stratigrafia va documentata con appositi report fotografici e con la restituzione grafica.	1

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati ottenuti mentre si rimanda ai "Rapporti di prova" per ulteriori dettagli.



## • Opere gettate in opera

Riferimento:		Parceggio Melito - Gettato in Opera								
Provino	Diametro <i>d</i>	Altezza <i>h</i>	Rapporto <i>h/d</i>	Resistenza carota <i>f<sub>c</sub></i>	Provino cilindrico	Provino cubico	Fattore di disturbo <i>F<sub>d</sub></i>	Resistenza strutturale <i>R<sub>c, is</sub></i>	Covarianza	
-	<i>mm</i>	<i>mm</i>	L / D	<i>N/mm<sup>2</sup></i>	-	-	-	<i>N/mm<sup>2</sup></i>	-	
1	C1	P	104	104	1.00	27.38	✓	1.1	29.57	0.63
3	C5	T	104	104	1.00	22.54	✓	1.1	24.57	-4.37
3	C6	T	104	104	1.00	25.49	✓	1.1	27.53	-1.41
4	C7	P	104	104	1.00	32.17	✓	1.1	34.10	5.16

### Valori di resistenza cilindrica da prove dirette

Resistenza strutturale media	<i>f<sub>m(n), is</sub></i>	<b>24.02</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>
Scarto quadratico medio	<i>s.q.m.</i>	<b>2.88</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>
Resistenza a compressione caratteristica	<i>f<sub>ck, is</sub></i>	<b>19.76</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>

### Valori di resistenza cubica da prove dirette

Resistenza strutturale media	<i>R<sub>m(n), is</sub></i>	<b>28.94</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>
Scarto quadratico medio	<i>s.q.m.</i>	<b>3.47</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>
Resistenza a compressione caratteristica	<i>R<sub>ck, is</sub></i>	<b>23.81</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>

	Provino	Diametro <i>d</i>	Resistenza a snervamento <i>f<sub>y</sub></i>	Resistenza a rottura <i>f<sub>t</sub></i>	Rapporto di incrudimento	Allungamento a rottura	
	-	<i>mm</i>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>	-	%	
4	B2	P	16	514.7	530.7	1.03	23.0
3	B1	P	16	505.5	595.9	1.18	24.0

## • Opere Prefabbricate

Riferimento:		Parceggio Melito - Prefabbricato								
Provino	Diametro <i>d</i>	Altezza <i>h</i>	Rapporto <i>h/d</i>	Resistenza carota <i>f<sub>c</sub></i>	Provino cilindrico	Provino cubico	Fattore di disturbo <i>F<sub>d</sub></i>	Resistenza strutturale <i>R<sub>c, is</sub></i>	Covarianza	
-	<i>mm</i>	<i>mm</i>	L / D	<i>N/mm<sup>2</sup></i>	-	-	-	<i>N/mm<sup>2</sup></i>	-	
2	C2	P	104	104	1.00	83.73	✓	1.0	83.73	-6.59
2	C3	P	104	104	1.00	87.52	✓	1.0	87.52	-2.80
2	C4	P	104	104	1.00	99.71	✓	1.0	99.71	9.39

### Valori di resistenza cilindrica da prove dirette

Resistenza strutturale media	<i>f<sub>m(n), is</sub></i>	<b>74.97</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>
Scarto quadratico medio	<i>s.q.m.</i>	<b>5.66</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>
Resistenza a compressione caratteristica	<i>f<sub>ck, is</sub></i>	<b>66.59</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>

### Valori di resistenza cubica da prove dirette

Resistenza strutturale media	<i>R<sub>m(n), is</sub></i>	<b>90.32</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>
Scarto quadratico medio	<i>s.q.m.</i>	<b>6.82</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>
Resistenza a compressione caratteristica	<i>R<sub>ck, is</sub></i>	<b>80.23</b>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>

	Provino		Diametro <i>d</i>	Resistenza a snervamento <i>f<sub>y</sub></i>	Resistenza a rottura <i>f<sub>t</sub></i>	Rapporto di incrudimento	Allungamento a rottura
	-		<i>mm</i>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>	-	%
3	B1	P	16	505.5	595.9	1.18	24.0

	Provino		Diametro <i>d</i>	Resistenza a snervamento <i>f<sub>y</sub></i>	Resistenza a rottura <i>f<sub>t</sub></i>	Rapporto di incrudimento	Allungamento a rottura
	-		<i>mm</i>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>	<i>N/mm<sup>2</sup></i>	-	%
4	B2	P	16	514.7	530.7	1.03	23.0
3	B1	P	16	505.5	595.9	1.18	24.0

Le posizioni e le dimensioni degli elementi strutturali sono state rilevate a campione. Il controllo è stato esteso a tutti gli elementi in vista e a tutti gli elementi sottoposti ad indagini sperimentali, spesso resi accessibili a seguito di demolizioni parziali di elementi secondari. In particolare, l'elaborazione dei risultati ottenuti dalle prove effettuate sono stati valutati i fattori di disturbo in accordo a quanto previsto dalle Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2017, alle quali fanno esplicito riferimento le NTC2018.

## LIVELLO DI CONOSCENZA

La campagna di prove effettuata ha garantito gli standard conoscitivi richiesti dalle vigenti normative per la definizione di un **livello di conoscenza (LC3)** per quanto riguarda la struttura principale in **c.a.**, così come indicato al §8.5.4 delle NTC2018 e sulla base delle tabelle C8.5.IV e C8.5.V della relativa Circolare Esplicativa n.7 del 2019, al quale è associato un fattore di confidenza **FC=1**.

Come indicato al §C8.5.4 della Circolare alle NTC2018:

LC1: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e *indagini limitate* sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, *prove limitate* sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è FC=1,35 (nel caso di costruzioni di acciaio, se il livello di conoscenza non è LC2 solo a causa di una non estesa conoscenza sulle proprietà dei materiali, il fattore di confidenza può essere ridotto, giustificandolo con opportune considerazioni anche sulla base dell'epoca di costruzione);

LC2: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e *indagini estese* sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, *prove estese* sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è FC=1,2 (nel caso di costruzioni di acciaio, se il livello di conoscenza non è LC3 solo a causa di una non esaustiva conoscenza sulle proprietà dei materiali, il fattore di confidenza può essere ridotto, giustificandolo con opportune considerazioni anche sulla base dell'epoca di costruzione);

LC3: si intende raggiunto quando siano stati effettuati l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, come descritta al § C8.5.1, il rilievo geometrico, completo ed accurato in ogni sua parte, e *indagini esaustive* sui dettagli costruttivi, come descritto al § C8.5.2, *prove esaustive* sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, come indicato al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è FC=1 (da applicarsi limitatamente ai valori di quei parametri per i quali sono state eseguite le prove e le indagini su citate, mentre per gli altri parametri meccanici il valore di FC è definito coerentemente con le corrispondenti prove limitate o estese eseguite).

Per raggiungere il livello di conoscenza LC3, la disponibilità di un rilievo geometrico completo e l'acquisizione di una conoscenza esaustiva dei dettagli costruttivi sono da considerarsi equivalenti alla disponibilità di documenti progettuali originali, comunque da verificare opportunamente nella loro completezza e rispondenza alla situazione reale.

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

## INDIVIDUAZIONE DEI MATERIALI DI NUOVA REALIZZAZIONE

Le opere di fondazione in cemento armato gettate in opera si dovranno realizzare con un conglomerato cementizio del tipo C25/30 essendo la classe di esposizione adottata del tipo XC2.

I calcestruzzi individuati rispettano le indicazioni normative riportate dalle UNI EN 206-1 e UNI 11104, in conformità a quanto indicato dalle NTC al paragrafo 11.2 del D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, mentre per le armature metalliche si impiegheranno barre in acciaio tipo B450C. Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi alle NTC al § 11.2.10 per il calcestruzzo ed al § 11.3.2.2 per le caratteristiche dell'acciaio da carpenteria.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme disponibili UNI EN 10080:2005, della serie UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006. Il risultato della Verifica Documentale Preliminare unitamente al risultato della Verifica Ispettiva saranno oggetto di successiva valutazione da parte del Servizio Tecnico Centrale per la necessaria ratifica e Qualificazione del Prodotto.

Le strutture in elevazione saranno invece realizzate in acciaio, con caratteristiche conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN10025, oltre che delle specifiche per le carpenterie in zona sismica. L'acciaio utilizzato per le carpenterie metalliche è del tipo S275. Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi al §11.3.4.1 delle NTC:

Si riportano di seguito le caratteristiche sintetiche dei materiali qui individuati.

### CALCESTRUZZO C 25/30

Le resistenze caratteristiche a compressione, per la classe di calcestruzzo in oggetto, secondo quanto indicato dal succitato paragrafo delle NTC, sono pari a:

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 25 + 8 = 33 \text{ MPa}$$

mentre le resistenze a trazione semplice ed a flessione valgono rispettivamente:

$$f_{ctm} = 0,3 * f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$f_{cfm} = 1,2 * f_{ctm} = 3,07 \text{ MPa}$$

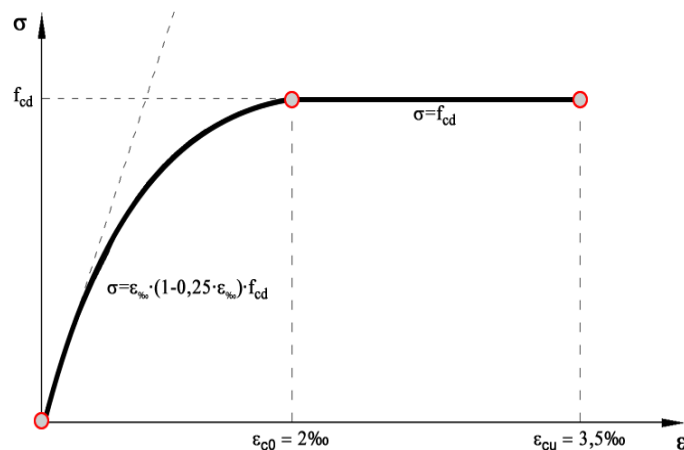
il modulo elastico si assume pari a:

$$E_{cm} = 22000 * \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0,3} = 31476 \text{ MPa}$$

mentre la resistenza di calcolo è infine pari a:

$$f_{cd} = 0,85 * \frac{f_{ck}}{1,5} = 14,17 \text{ MPa}$$

Come legame costitutivo del calcestruzzo è stato adottato il diagramma parabola-rettangolo definito da un arco di parabola di secondo grado passante per l'origine, avente asse parallelo a quello delle tensioni, e da un segmento di retta parallelo all'asse delle deformazioni tangente alla parabola nel punto di sommità. Il vertice della parabola ha ascissa -0,002, l'estremità del segmento ha ascissa -0,0035. L'ordinata massima del diagramma è pari a  $f_{cd}$ . Si riporta il diagramma in Figura:



### Legame costitutivo del Calcestruzzo

Sinteticamente, ai sensi della legge, si prevedono le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico	25 kN/m <sup>3</sup>
- Coefficiente di dilatazione termica	10 <sup>-5</sup> °C <sup>-1</sup>
- Modulo elastico	31476 MPa
- Coefficiente di Poisson	0,10
- Resistenza a compressione caratteristica (cilindrica)	25 MPa
- Resistenza a compressione caratteristica (cubica)	30 MPa
- Resistenza a compressione media (cilindrica)	33 MPa
- Resistenza a compressione di progetto (cilindrica)	14,17 MPa
- Resistenza a trazione semplice (SLD)	2,56 MPa
- Resistenza a trazione per flessione (SLD)	3,07 MPa



Si precisano inoltre per il calcestruzzo le seguenti caratteristiche tecniche, in conformità alle indicazioni della norma europea UNI EN206-1:

Classe di esposizione XC2: ovvero per condizioni ambientali debolmente aggressive, caratteristiche degli elementi in fondazione in condizioni ordinarie, con un rapporto acqua/cemento massimo consentito pari a 0.60, una Rck minima richiesta pari a 30 N/mm<sup>2</sup>, un dosaggio minimo di cemento di 300 kg/m<sup>3</sup>, e un diametro massimo degli inerti pari a 25 mm;

Classe di consistenza minima S4: ovvero per una classe di lavorabilità del cls determinata da una consistenza fluida, caratterizzata da uno slump compreso nell'intervallo 160-210 mm ed indicato per strutture mediamente armate, in linea quest'ultima con le opere da realizzare.

La dimensione da realizzare dei copriferrì effettivi si assume pari a 4 cm da filo staffa per le opere in fondazione.

### ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C

L'acciaio dolce utilizzato per le barre d'armature delle opere in c.a. è del tipo B450C, Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi al § 11,3,2,1 delle NTC:

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

Per quanto concerne le resistenze di calcolo:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = 391,30 \text{ MPa}$$

Il modulo elastico si assume pari a:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

I valori della deformazione caratteristica allo snervamento e quella ultima sono:

$$\varepsilon_{yk} = \frac{f_{yk}}{E_s} = 0,214 \%$$

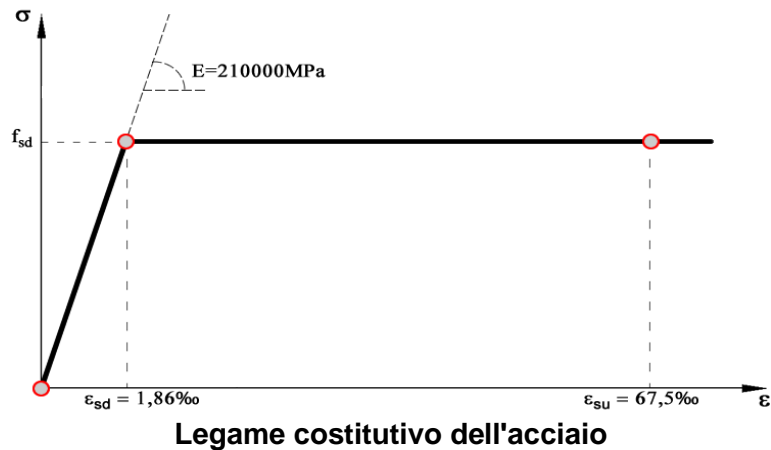
$$\varepsilon_{uk} = 7,50 \%$$

I valori di calcolo della deformazione allo snervamento e quella ultima sono:

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 0,186 \%$$

$$\varepsilon_{ud} = 0,9 \cdot \varepsilon_{uk} = 6,75 \%$$

Per l'acciaio si adotta il legame tensioni deformazioni schematizzato con un legame elastico-perfettamente plastico (§ 4,1,2,1,2,3 delle NTC),



Sinteticamente, ai sensi della legge, si prevedono le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico	78,5 kN/m <sup>3</sup>
- Coefficiente di dilatazione termica	10 <sup>-5</sup> °C <sup>-1</sup>
- Modulo elastico	210000 MPa
- Coefficiente di Poisson	0,30
- Resistenza a compressione/trazione caratteristica	450 MPa
- Resistenza a compressione/trazione di progetto	391,3 MPa
- Deformazione allo snervamento caratteristica	0,214%
- Deformazione allo snervamento di progetto	0,186%
- Deformazione ultima caratteristica	7,50%
- Deformazione ultima di progetto	6,75%

Si precisa che le attività di sagomatura dovranno essere eseguite con le modalità indicate, ovvero in cantiere sotto la vigilanza della D.L. e/o presso centri di trasformazione provvisti dei requisiti di cui al §11.3.1.7, mentre le attività di assemblaggio si realizzeranno direttamente in cantiere, con le dovute accortezze e in presenza o comunque con la verifica e l'avallo della D.L., per la totalità degli elementi strutturali.

### ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA S275

Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi al § 11.3.2.1 delle NTC:

$$f_{tk} = 430MPa$$

Resistenza di snervamento spessore < 40 mm

$$f_{yk} = 275MPa$$

Per quanto concerne le resistenze di calcolo:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = 262MPa$$

Il modulo elastico si assume pari a:

$$E_s = 210000MPa$$

I valori della deformazione allo snervamento e quelle ultime caratteristiche sono

$$\varepsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0,131\% \quad \varepsilon_u = 15 * \varepsilon_{yk} = 1,965\%$$

Il valore della deformazione allo snervamento di progetto è

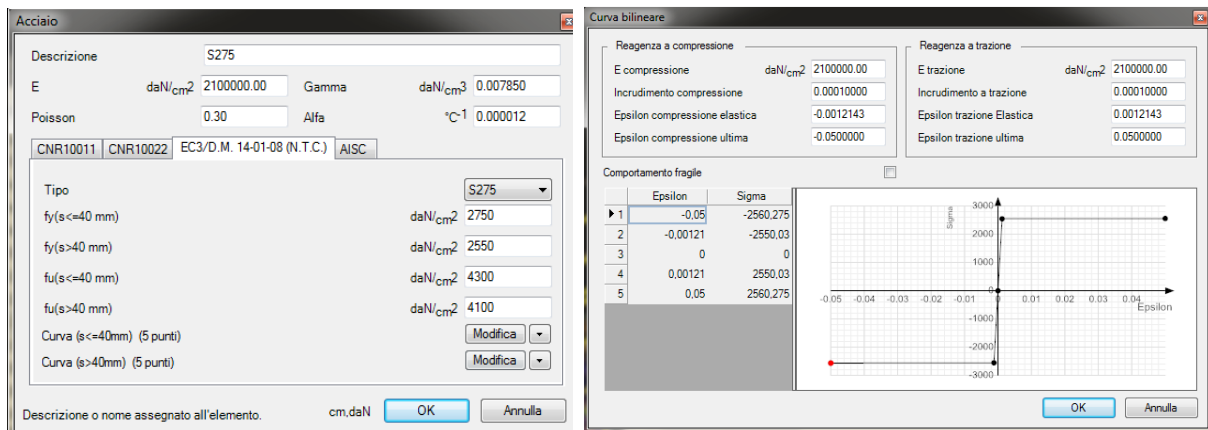
$$\varepsilon_{yd} = \varepsilon_{yd} / \gamma_m = 0,125\%$$

Per l'acciaio si adotta il legame tensioni deformazioni schematizzato con un legame elastico-perfettamente plastico (§ 4.1.2.1.2.3 delle N.T.C.), come riportato in figura.

Sinteticamente, ai sensi della legge, si prevedono le seguenti caratteristiche:

### Acciaio per carpenterie S275

- Peso specifico 78,5 kN/m<sup>3</sup>
- Coefficiente di dilatazione termica 10-5 °C<sup>-1</sup>
- Modulo elastico 210000 MPa
- Coefficiente di Poisson 0,30
- Tensione di rottura 430 MPa
- Tensione di snervamento 275 MPa
- Tensione di progetto 262 Mpa
- Deformazione allo snervamento 0,131%
- Deformazione allo snervamento di progetto 0,125%
- Deformazione ultima 1,965%



## GIUNZIONI BULLONATE

Le giunzioni previste tra i vari elementi saranno tutte del tipo a completo ripristino, a meno dei collegamenti di elementi per cui è prevista la presenza di cerniere alle estremità, e stimate con il criterio della gerarchia delle resistenze, ovvero con il presupposto che entri in crisi prima la sezione degli elementi strutturali e poi il collegamento. L'acciaio utilizzato per le bullonerie strutturali non a serraggio controllato, risponde alle specifiche di cui al punto A del §11.1, sono conformi alle caratteristiche dimensionali di cui alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968, ed appartengono alla classe 8.8 di cui alla Tabella 11.3.XIII.a del D.M. Infrastrutture del 17/01/2018. Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi alla Tabella 11.3.XIII.b del D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, e nello specifico in funzione della classe di bulloni individuate si evincono i valori caratteristici delle tensioni di snervamento e di rottura qui riportati:

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}$$

$$f_{tb} = 800 \text{ MPa}$$

Le giunzioni previste saranno del tipo pre-caricate e lavoranti a taglio per attrito, oltre che munite per ogni bullone di idoneo sistema di antisfilamento, pur non essendo la struttura soggetta a fatica in modo significativo, detta prescrizione rientra tra le regole di buona realizzazione in zona sismica. Quindi si riporta la tabella con le coppie di serraggio e sforzi di taglio trasmissibile per attrito dai singoli bulloni di classe 8.8, in funzione del diametro nominale.

Tabella 4.2.XVI – Coppie di serraggio per i bulloni 8.8

Viti 8.8 – Momento di serraggio M [N m]						
Vite	$k=0.10$	$k=0.12$	$k=0.14$	$k=0.16$	$F_{p,C}$ [kN]	$A_{res}$ [mm <sup>2</sup> ]
M12	56.6	68.0	79.3	90.6	47.2	84.3
M14	90.2	108	126	144	64.4	115
M16	141	169	197	225	87.9	157
M18	194	232	271	310	108	192
M20	274	329	384	439	137	245
M22	373	448	523	597	170	303
M24	474	569	664	759	198	353
M27	694	833	972	1110	257	459
M30	942	1131	1319	1508	314	561
M36	1647	1976	2306	2635	457	817