



# REGIONE MOLISE COMUNE DI ISERNIA

Medaglia d'Oro



## **PROGETTO DEFINITIVO** **RECUPERO FUNZIONALE E STRUTTURALE** **DELL'ISTITUTO SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA** **" SAN GIOVANNI BOSCO "** **I° LOTTO FUNZIONALE**



### 6. PROGETTO STRUTTURALE

#### 6.1 Relazione sui Materiali

Isernia, li Gennaio 2020 Rev\_1

I Progettisti

Agapito PELLECCIA

ingegnere



Francesco DITURI

architetto



Antonio DI TANNA

architetto



Il R.U.P.

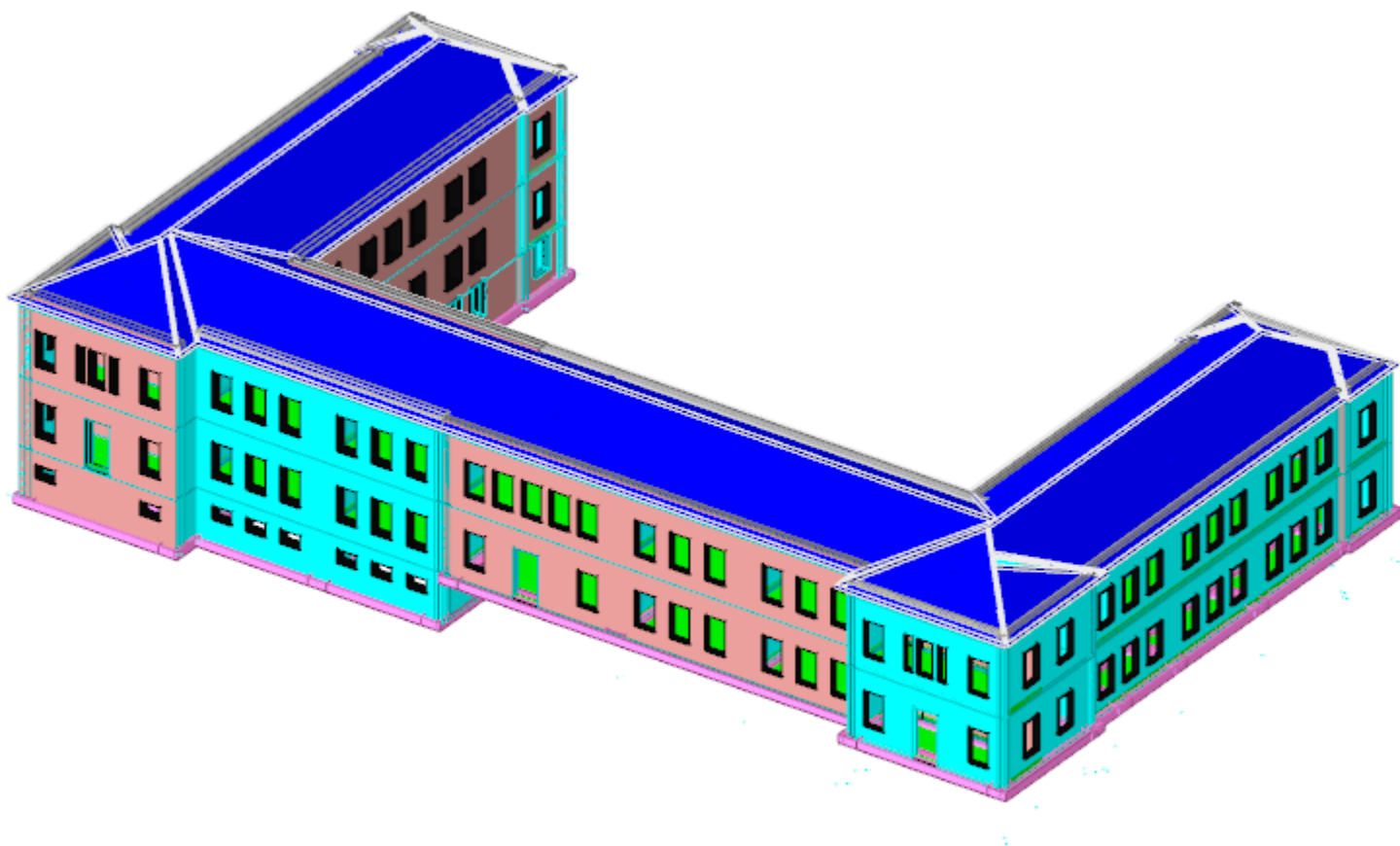
Antonio RICCHIUTI

ingegnere

## Relazione sui materiali

Comune di:	<b>ISERNIA</b>
Committente:	<b>AMMINISTRAZIONE COMUNALE</b>
Oggetto:	<b>PROGETTO DEFINITIVO - RECUPERO FUNZIONALE E STRUTTURALE DELL'ISTITUTO SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA "SAN GIOVANNI BOSCO" – ISERNIA (IS) – I LOTTO FUNZIONALE</b>

# 1 Rappresentazione generale dell'edificio



*Struttura*  
Vista assonometrica dell'edificio nella sua interezza

## 2 Normative

### **Circolare Ministeriale del 10-04-97 N°65/AA.GG.**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16-01-96

### **D.M. LL. PP. 11-03-88**

Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

### **Circolare Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.**

### **Legge 02-02-74 n. 64, art. 1 - D.M. 11-03-88**

Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

### **Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18**

Sicurezza e prestazioni attese (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Costruzioni in calcestruzzo (par.4.1), Costruzioni in legno (par.4.4), Costruzioni in muratura (par.4.5), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12), EC3.

### **Circolare 7 21-01-19 C.S.LL.PP**

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle N.T.C. di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

## 3 Descrizione del software

### Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

### Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.14

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: FANTOZZI MARIA - Via R. Iorio, 28 - 86170 ISERNIA

Versione: 12.14

Identificatore licenza: SW-7582531

Intestatario della licenza: PELLECCIA ING. AGAPITO F. - C.SO RISORGIMENTO 5/B - ISERNIA

Versione regolarmente licenziata

### Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidezza finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi. Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura. Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità: - travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione. - le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito; - le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; - le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale. - I plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale. - I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. - i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidezza elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali; - le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidezze alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale. - La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio. - I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali. - Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche. - Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento. - Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

### Verifiche delle membrature in cemento armato

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o secondo Eurocodice 2. Le travi sono progettate e verificate a flessione retta e taglio; a richiesta è possibile la verifica per le sei componenti della sollecitazione. I pilastri ed i pali sono verificati per le sei componenti della sollecitazione. Per gli elementi bidimensionali giacenti in un medesimo piano è disponibile la modalità di verifica che consente di analizzare lo stato di verifica nei singoli nodi degli elementi. Nelle verifiche (a presso flessione e punzonamento) è ammessa la introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'EC2, Appendice A.2.8. I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri posti a filo o in asse pilastro. Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione. A seguito di analisi inelastiche eseguite in accordo a OPCM 3431 o D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 vengono condotte verifiche di resistenza per i meccanismi fragili (nodi e taglio) e verifiche di deformabilità per i meccanismi duttili.

## RELAZIONE SUI MATERIALI

### Verifiche delle murature

Per le murature è prevista la verifica a schiacciamento eccentrico secondo il metodo delle tensioni ammissibili o agli stati limite ai sensi del D.M. LL.PP. 20-11-87. In presenza di sisma analizzato secondo il DM 16-1-96 le verifiche possono essere condotte sulla base della Circ. LL.PP. 30-07-81 n.21745 e le direttive tecniche dei D.G.R. Umbria 5180/98 e D.G.R. 2153/98 in attuazione L.61/98. In particolare vengono svolte le verifiche a taglio, a ribaltamento ed a pressoflessione sia nel piano ortogonale che nel piano del maschio. Vengono inoltre evidenziati a richiesta i coefficienti richiesti dalla L.61/98. La verifica a taglio viene condotta utilizzando un solutore POR per i maschi compresi tra due piani orizzontali dichiarati infinitamente rigidi in sede in input dei livelli. I carichi verticali si pensano centrati e le variazioni di sforzo normale dovute alle azioni sismiche sono prese in conto a scelta dell'utente. Nel caso si utilizzi un modello non lineare (ad esempio per la presenza di tiranti o di fondazioni non reagenti al sollevamento) i carichi verticali comprendono sempre anche il contributo delle azioni sismiche. Le azioni orizzontali prese in conto sono per ogni piano la somma delle forze sismiche agenti al di sopra del piano. Ai fini della verifica POR la analisi del modello agli elementi finiti ha il solo scopo di determinare lo sforzo normale nei maschi murari. Gli effetti delle azioni orizzontali infatti vanno valutati con diverso solutore (POR). Ai maschi che non sono compresi tra piani rigidi e quindi anche ai maschi che sostengono le falde non può essere applicato un solutore POR. Per questi maschi le verifiche a taglio vengono eseguite, trascurando a favore di sicurezza il contributo della duttilità, a partire dai risultati della analisi elastica forniti dal modello ad elementi finiti. I carichi verticali sono pensati centrati. Sia nel caso lineare che nel non lineare lo sforzo normale ed i tagli si ottengono per ogni combinazione sommando i contributi di tutte le condizioni di carico. In presenza di sisma analizzato secondo il D.M. 16-01-96 le verifiche a taglio, a pressoflessione nel piano e fuori piano e a ribaltamento possono essere eseguite secondo D.M. LL.PP 20-11-87. La analisi sismica può anche essere condotta secondo OPCM 3431 o D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 con analisi statica lineare, analisi dinamica modale o analisi statica non lineare. Le verifiche a taglio, a pressoflessione nel piano e fuori piano vengono condotte nel rispetto della norma con distinzione tra edifici nuovi ed edifici esistenti. Nel caso di analisi elastica le murature sono modellate con elementi bidimensionali (shell); nel caso di analisi statica non lineare le murature sono modellate con un particolare elemento finito monodimensionale a comportamento bilineare elastico perfettamente plastico.

# 5 Dati generali DB

## 5.1 Materiali

### 5.1.1 Materiali c.a.

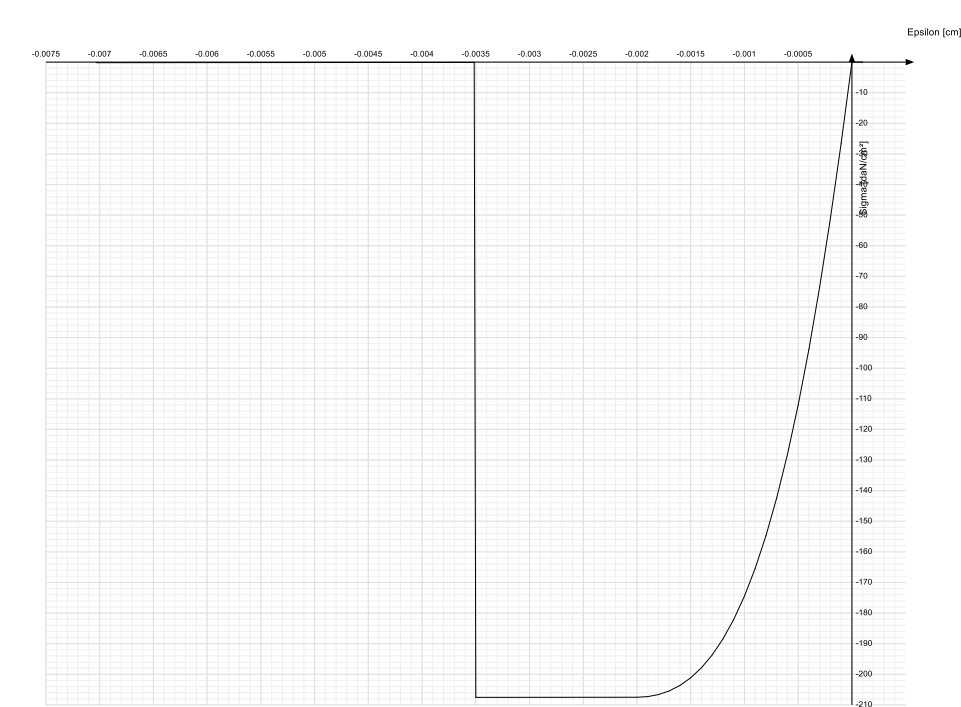
**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.  
**Rck:** resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]  
**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]  
**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]  
**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.  
**γ:** peso specifico del materiale. [daN/cm³]  
**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C20/25 LC2	250	273860	Default (124481.68)	0.1	0.0025	0.00001

### 5.1.2 Curve di materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.  
**Curva:** curva caratteristica.  
**Reaz.traz.:** reagisce a trazione.  
**Comp.frag.:** ha comportamento fragile.  
**E.compr.:** modulo di elasticità a compressione. [daN/cm²]  
**Incr.compr.:** incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.  
**EpsEc:** ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.  
**EpsUc:** ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.  
**E.traz.:** modulo di elasticità a trazione. [daN/cm²]  
**Incr.traz.:** incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.  
**EpsEt:** ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.  
**EpsUt:** ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C20/25 LC2	No	Si	273859.69	0.0001	-0.002	-0.0035	273859.69	0.0001	0.0000579	0.0000637



### 5.1.3 Materiali muratura esistente

#### 5.1.3.1 Proprietà muratura base

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.  
**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]  
**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

## RELAZIONE SUI MATERIALI

$\nu$ : coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

$\gamma$ : peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

$\alpha$ : coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	E	G	$\nu$	$\gamma$	$\alpha$
(circ.617 C8A.2) Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco LC2 Ricorsi o listature	35000	Default (14000)	0.25	0.0011	0.000006

### 5.1.3.2 Proprietà muratura DM87

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Tipo di blocchi:** tipo di blocchi (D.M. 87).

**fbk:** resistenza caratteristica a compressione dell'elemento. [daN/cm<sup>2</sup>]

**fbk<sub>⊥</sub>:** resistenza caratteristica a compressione dell'elemento in direzione orizzontale nel piano del muro. Dato da richiedere al produttore. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Malta:** classe della malta.

**fk:** resistenza caratteristica della muratura a compressione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**fvk0:** resistenza caratteristica a taglio della muratura. [daN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione	Tipo di blocchi	fbk	fbk <sub>⊥</sub>	Malta	fk	fvk0
(circ.617 C8A.2) Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco LC2 Ricorsi o listature	Laterizio	80	16	M4	35	1

### 5.1.3.3 Proprietà muratura Circ.81

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**sigma k:** resistenza a compressione  $\sigma k$  per edifici esistenti in muratura. Circ. LL.PP. 30-7-81 n.21745 tabella 1. [daN/cm<sup>2</sup>]

**tau k:** resistenza tangenziale per edifici esistenti in muratura. Circ. LL.PP. 30-7-81 n.21745 tabella 1. [daN/cm<sup>2</sup>]

**fkt:** resistenza caratteristica a trazione della muratura per edifici nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Mu:** fattore di duttilità. Circ. LL.PP. 30-7-81 n.21745 tabella 2. Il valore è adimensionale.

**E plastico:** modulo di elasticità longitudinale della muratura per verifiche agli stati limite di plasticizzazione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**G plastico:** modulo di elasticità tangenziale della muratura per verifiche agli stati limite di plasticizzazione. [daN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione	sigma k	tau k	fkt	Mu	E plastico	G plastico
(circ.617 C8A.2) Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco LC2 Ricorsi o listature	35	1	0	1.5	6600	1100

### 5.1.3.4 Proprietà muratura NTC2008/NTC2018 1

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Tipo blocchi:** tipo di blocchi (D.M. 14-01-08 11.10.1, 11.10.V, VI).

**Cat.blocchi:** categoria blocchi (D.M. 14-01-08 4.5.6.1).

**fbk:** resistenza caratteristica a compressione dell'elemento dichiarata dal produttore (D.M. 14-01-08 11.10.1.1.1). [daN/cm<sup>2</sup>]

**fbk<sub>⊥</sub>:** resistenza caratteristica a compressione dell'elemento in direzione orizzontale nel piano del muro. Dato da richiedere al produttore (D.M. 14-01-08 11.10.1.1.1). [daN/cm<sup>2</sup>]

**Tipo malta:** tipo di malta (D.M. 14-01-08 11.10.2).

**Res.compr.malta:** resistenza media a compressione della malta (D.M. 14-01-08 11.10.2.1). [daN/cm<sup>2</sup>]

**GammaM:** coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura (D.M. 14-01-08 4.5.6.1, 4.5.II). Il valore è adimensionale.

Descrizione	Tipo blocchi	Cat.blocchi	fbk	fbk <sub>⊥</sub>	Tipo malta	Res.compr.malta	GammaM
(circ.617 C8A.2) Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco LC2 Ricorsi o listature	Pietra naturale squadrata	II	80	16	Composizione prescritta	25	3

### 5.1.3.5 Proprietà muratura NTC2008/NTC2018 2

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Livello di conoscenza:** indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

**Cl.esec.:** classe di esecuzione (D.M. 14-01-08 4.5.6.1).

**fk:** resistenza caratteristica a compressione della muratura (D.M. 14-01-08 4.5.6.1, 11.10.3.1). [daN/cm<sup>2</sup>]

**fvk0:** resistenza caratteristica a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (D.M. 14-01-08 4.5.6.1, 11.10.3.2). [daN/cm<sup>2</sup>]

**fhk:** resistenza caratteristica della muratura a compressione in direzione orizzontale (nel piano della parete) D.M. 14-01-08. [daN/cm<sup>2</sup>]

**fkt:** resistenza caratteristica a trazione (D.M. 14-01-08). [daN/cm<sup>2</sup>]

**f medio:** resistenza media a compressione della muratura, per materiale esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]

**tau medio:** resistenza media a taglio della muratura, per materiale esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]

**E medio:** valore medio del modulo di elasticità normale utilizzato per materiale esistente in caso di analisi statica non-lineare (pushover). [daN/cm<sup>2</sup>]

**G medio:** valore medio del modulo di elasticità tangenziale utilizzato per materiale esistente in caso di analisi statica non-lineare (pushover). [daN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione	Livello di conoscenza	Cl.esec.	fk	fvk0	fhk	fkt	f medio	tau medio	E medio	G medio
(circ.617 C8A.2) Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco LC2 Ricorsi o listature	LC2 (FC = 1,2)	2	36.2	1	5	0	Default (32)	Default (0.65)	Default (17400)	Default (5800)

### 5.1.3.6 Proprietà muratura Ord.3431

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Tipo blocchi:** tipo di blocchi

**fbk:** resistenza caratteristica a compressione dell'elemento. [daN/cm<sup>2</sup>]

**fbk<sub>⊥</sub>:** resistenza caratteristica a compressione dell'elemento in direzione orizzontale nel piano del muro. Dato da richiedere al produttore. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Tipo malta:** classe della malta.

**fk:** resistenza caratteristica della muratura a compressione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**fvk0:** resistenza caratteristica a taglio della muratura. [daN/cm<sup>2</sup>]



RELAZIONE SUI MATERIALI

**f<sub>hk</sub>**: resistenza caratteristica della muratura a compressione in direzione orizzontale (nel piano della parete). [daN/cm<sup>2</sup>]  
**f<sub>kt</sub>**: resistenza caratteristica a trazione. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**f medio**: resistenza media a compressione della muratura, per edificio esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**tau medio**: resistenza media a taglio della muratura, per edificio esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**E medio**: valore medio del modulo di elasticità normale utilizzato per edificio esistente in caso di analisi statica non-lineare (pushover). [daN/cm<sup>2</sup>]  
**G medio**: valore medio del modulo di elasticità tangenziale utilizzato per edificio esistente in caso di analisi statica non-lineare (pushover). [daN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione	Tipo blocchi	fbk	fbk	Tipo malta	fk	fvk0	f <sub>hk</sub>	f <sub>kt</sub>	f medio	tau medio	E medio	G medio
(circ.617 C8A.2) Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco LC2 Ricorsi o listature	Laterizio	80	16	M4	35	1	5	0	35	1.15	31500	9450

5.1.4 Armature esistenti

**Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.  
**f<sub>yk</sub>**: resistenza caratteristica. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**σ<sub>amm.</sub>**: tensione ammissibile. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Tipo**: tipo di barra.  
**E**: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**γ**: peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]  
**ν**: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.  
**α**: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]  
**Livello di conoscenza**: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	f <sub>yk</sub>	σ <sub>amm.</sub>	Tipo	E	γ	ν	α	Livello di conoscenza
B450C LC2	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	LC2 (FC = 1,2)

5.1.4 Armature nuove

**Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.  
**f<sub>yk</sub>**: resistenza caratteristica. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**σ<sub>amm.</sub>**: tensione ammissibile. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Tipo**: tipo di barra.  
**E**: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**γ**: peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]  
**ν**: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.  
**α**: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]  
**Livello di conoscenza**: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	f <sub>yk</sub>	σ <sub>amm.</sub>	Tipo	E	γ	ν	α	Livello di conoscenza
B450C 1	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo

5.1.5 Acciai nuovi

5.1.5.1 Proprietà acciai base

**Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.  
**E**: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**G**: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**ν**: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.  
**γ**: peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]  
**α**: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	E	G	ν	γ	α
AISI 304 1.4301 - 1.4307	2100000	Default (807692.31)	0.3	0.00785	0.000012

5.1.5.2 Proprietà acciai CNR 10011

**Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.  
**Tipo**: descrizione per norma.  
**f<sub>y</sub>(s<=40 mm)**: resistenza di snervamento f<sub>y</sub> per spessori <=40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**f<sub>y</sub>(s>40 mm)**: resistenza di snervamento f<sub>y</sub> per spessori >40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**f<sub>u</sub>(s<=40 mm)**: resistenza di rottura per trazione f<sub>u</sub> per spessori <=40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**f<sub>u</sub>(s>40 mm)**: resistenza di rottura per trazione f<sub>u</sub> per spessori >40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Prosp. Omega**: prospetto per coefficienti Omega.  
**σ amm.(s<=40 mm)**: σ ammissibile per spessori <=40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**σ amm.(s>40 mm)**: σ ammissibile per spessori >40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**fd(s<=40 mm)**: resistenza di progetto fd per spessori <=40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**fd(s>40 mm)**: resistenza di progetto fd per spessori >40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione	Tipo	f <sub>y</sub> (s<=40 mm)	f <sub>y</sub> (s>40 mm)	f <sub>u</sub> (s<=40 mm)	f <sub>u</sub> (s>40 mm)	Prosp. Omega	σ amm.(s<=40 mm)	σ amm.(s>40 mm)	fd(s<=40 mm)	fd(s>40 mm)
AISI 304 1.4301 - 1.4307	FE360	2350	2150	3600	3400	II	1600	1400	2350	2100

RELAZIONE SUI MATERIALI

5.1.5.3 Proprietà acciai CNR 10022

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Tipo:** descrizione per norma.

**fy:** resistenza di snervamento fy. [daN/cm²]

**fu:** resistenza di rottura fu. [daN/cm²]

**fd:** resistenza di progetto fd. [daN/cm²]

**Prospetto omega sag.fr.(s<3mm):** prospetto coeff. omega per spessori < 3 mm.

**Prospetto omega sag.fr.(s>=3mm):** prospetto coeff. omega per spessori >= 3 mm.

**Prospetti σ crit. Eulero:** prospetti σ critiche euleriane.

Descrizione	Tipo	fy	fu	fd	Prospetto omega sag.fr.(s<3mm)	Prospetto omega sag.fr.(s>=3mm)	Prospetti σ crit. Eulero
AISI 304 1.4301 – 1.4307	FE360	2350	3600	2350	b	c	I

5.1.5.4 Proprietà acciai EC3

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Tipo:** descrizione per norma.

**fy(s<=40 mm):** resistenza di snervamento fy per spessori <=40 mm. [daN/cm²]

**fy(s>40 mm):** resistenza di snervamento fy per spessori >40 mm. [daN/cm²]

**fu(s<=40 mm):** resistenza di rottura per trazione fu per spessori <=40 mm. [daN/cm²]

**fu(s>40 mm):** resistenza di rottura per trazione fu per spessori >40 mm. [daN/cm²]

Descrizione	Tipo	fy(s<=40 mm)	fy(s>40 mm)	fu(s<=40 mm)	fu(s>40 mm)
AISI 304 1.4301 – 1.4307	S355	2200	2200	5400	5400

5.2 Sezioni

5.2.1 Sezioni C.A.

5.2.1.1 Sezioni rettangolari C.A.



**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Area Tx FEM:** area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [cm²]

**Area Ty FEM:** area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [cm²]

**JxFEM:** momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [cm4]

**JyFEM:** momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [cm4]

**JtFEM:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [cm4]

**H:** altezza della sezione. [cm]

**B:** larghezza della sezione. [cm]

**c.s.:** copriferro superiore della sezione. [cm]

**c.i.:** copriferro inferiore della sezione. [cm]

**c.l.:** copriferro laterale della sezione. [cm]

Descrizione	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	H	B	c.s.	c.i.	c.l.
R 140x60	7000	7000	2520000	13720000	7358400	60	140	3	3	3

5.2.1.2 Caratteristiche inerziali sezioni C.A.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Xg:** ascissa del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [cm]

**Yg:** ordinata del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [cm]

**Area:** area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [cm²]

**Jx:** momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [cm4]

**Jy:** momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [cm4]

**Jxy:** momento centrifugo rispetto al sistema di riferimento baricentrico di definizione della sezione. [cm4]

**Jm:** momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale M. [cm4]

**Jn:** momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale N. [cm4]

**α:** angolo tra gli assi del sistema di riferimento geometrico di definizione e quelli del sistema di riferimento principale. [deg]

**Area Tx FEM:** area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [cm²]

**Area Ty FEM:** area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [cm²]

**JxFEM:** momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [cm4]

**JyFEM:** momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [cm4]

**JtFEM:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [cm4]

Descrizione	Xg	Yg	Area	Jx	Jy	Jxy	Jm	Jn	α	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM
R 140x60	70	30	8400	2.5E6	1.4E7	0	2.5E6	1.4E7	0	7000	7000	2520000	13720000	7358400

## 5.3 Solai esistenti

### 5.3.1 Solai a pannello

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Int.:** interasse tra le nervature. [cm]

**B anima:** larghezza anima. [cm]

**H:** altezza totale. [cm]

**H cappa:** altezza cappa. [cm]

**c.s.:** copriferro superiore. [cm]

**c.i.:** copriferro inferiore. [cm]

**c.i.a.:** copriferro inferiore ferri aggiuntivi. [cm]

**N. tondi:** numero tondi di confezionamento.

**Diam. tondi:** diametro tondi di confezionamento. [mm]

**Passo rete:** passo rete cappa. [cm]

**Diam. rete:** diametro rete cappa. [mm]

**N. file blocchi:** numero file blocchi in laterizio.

**Peso proprio:** peso proprio per unità di superficie. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Yg:** ordinata del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [cm]

**Area:** area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [cm<sup>2</sup>]

**Jx:** momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [cm<sup>4</sup>]

Descrizione	Int.	B anima	H	H cappa	c.s.	c.i.	c.i.a.	N. tondi	Diam. tondi	Passo rete	Diam. rete	N. file blocchi	Peso proprio	Yg	Area	Jx
Pan 30x(20+4)/120	120	30	24	4	1	1	1.6	6	10	30	6	2	0.0319	15.3	1080	59040