

# COMUNE DI SCANDICCI

PROVINCIA DI FIRENZE

Servizio di progettazione di fattibilità, definitiva ed esecutiva e coordinamento della sicurezza in fase progettuale degli interventi di adeguamento alla normativa antincendio dell'Istituto Sassetti Peruzzi via Ciseri 5 in Scandicci.

CIG: 7185939873

CUP: B74H17000980003

COMMITTENTE:

CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE

PROGETTAZIONE :



**INNOVUS**  
ingegneria  
info@innovus.it - www.innovus.it

PROGETTAZIONE ANTINCENDIO

Ing. Luigi Mancini  
(Professionista Antincendio CE03653100894)



Arch. Pierluigi Del Villano  
(Giovane Professionista)

## PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTO:	<b>PROGETTAZIONE ANTINCENDIO</b>	CODICE ELABORATO:	<b>PAE RS</b>
ELABORATO:	<b>Relazione specialistica e tabulati di calcolo cerchiature</b>	SCALA:	-

Rev:	Data	Motivo della revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	21.11.2017	Prima emissione	GE	LM	GE

COMMESSA: 2017.050 - Città Metropolitana di Firenze

FILE: 2017 050 PAE RS



INNOVUS S.r.l.  
Via Montano snc - Pal. Agi Center  
81059 Caianello (CE)

C.F. e P.IVA 04014770616  
REA CE 291746  
C.S. € 60.000,00 i.v.

T./Fax +39 0823 1830092  
e-mail: info@innovus.it  
Web www.innovus.it

A norma di legge il presente elaborato non potrà essere riprodotto né consegnato a terzi né utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza autorizzazione scritta da questa società di ingegneria che ne detiene la proprietà.

## **CALCOLO DI UNA CERCHIATURA METALLICA**

### **GENERALITA'**

La cerchiatura consiste nell'inserimento di telai in acciaio per realizzare la riquadratura delle aperture ed è un intervento volto a rinforzare le pareti di muratura intorno alle aperture stesse. I telai lavorano in parallelo con i maschi murari e forniscono un incremento di resistenza e di duttilità alle pareti. E' necessario che i telai possiedano adeguata rigidità, ai fini della loro entrata in carico, e siano realizzati a perfetto contatto con la muratura esistente.

E' un intervento che si applica in caso di necessità di rinforzi locali o diffusi o insufficiente resistenza strutturale. Permette anche di sopperire alla mancanza di architravi strutturalmente efficienti.

E' conveniente collegare i telai efficacemente nella muratura adiacente mediante barre di acciaio in modo da contrastarne gli spostamenti e costituire un valido vincolo rispetto all'instabilità flessione-torsionale.

Il telaio oggetto del presente calcolo è realizzato mediante profili in acciaio, sia per i ritti e sia per il traverso superiore (architrave).

Il carico da considerare sull'architrave è racchiuso in un triangolo equilatero di lato pari alla larghezza del vano.

La zona triangolare non incontra un solaio per cui non vengono considerati carichi aggiuntivi dovuti a solai, ma solo quell'effetto dovuto alla muratura.

Oltre al carico verticale il telaio viene caricato con una forza orizzontale pari al contributo tagliante offerto dal telaio metallico all'interno della parete.

Ove non meglio specificato le unità di misura saranno le seguenti:

lunghezze = m; carichi = kg/m; reazioni = kg; momenti = kgm; tensioni = kg/cmq

La verifica sarà effettuata col metodo degli stati limite.

### **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- 1) Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e

precompresso, e strutture metalliche (Legge 05/11/71, n.1086 e D.M. 14/02/92 e D.M. 09/01/96).

2) Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (Legge 2/02/74 n.64 e D.M. 16/01/96).

3) Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi (D.M. 16/01/96).

4) Decreto del Ministero delle infrastrutture. Norme tecniche per le costruzione (D.M. 14-1-2008)

5) Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle infrastrutture

## **TIPO DI ANALISI SVOLTA**

Le caratteristiche di sollecitazione prodotte nella struttura dai carichi agenti sono state determinate mediante un'analisi elastica lineare.

I carichi sono stati combinati in modo da ottenere le massime caratteristiche di sollecitazione sugli elementi strutturali. Le verifiche delle sezioni sono state effettuate utilizzando le formule standard della Tecnica delle Costruzioni o le formule espressamente indicate nella normativa.

## **ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO**

Per la risoluzione degli schemi di calcolo si è utilizzato il programma Interventi Locali distribuito dalla Dario Flaccovio Editore.

Ulteriori analisi e verifiche anche di elementi secondari vengono effettuate, con ausilio di elaboratore elettronico, utilizzando il codice di calcolo "MODEST" versione 8.12 sp2, avente numero di licenza chiave hardware 6993 [distribuita dalla "TECNISOFT" s.r.l. con sede in Prato (FI)] consistente in un programma di pre e post - processing per solutori agli elementi finiti. Il solutore utilizzato, con il quale "MODEST" si interfaccia in modo automatico, è "X-FINEST 2017" versione 2017, avente numero di licenza chiave hardware 6987 (distribuito in Italia dalla "HARPACEAS" con sede in Milano).

Qui vengono sintetizzate le considerazioni sul modello di calcolo utilizzato.

Il dimensionamento del telaio è eseguito affidando ad essi una parte del peso della muratura e dei carichi verticali gravanti superiormente.

Si individua una zona di scarico triangolare contenuta in un angolo di 60° sull'orizzontale.

Se la zona triangolare incontra un solaio si considera un carico aggiuntivo pari alla zona di solaio che ricade nel triangolo.

Il telaio sarà soggetto anche ad una forza orizzontale applicata nel noso ritto-traverso.

La luce teorica di calcolo dei ritti è pari all'altezza del vano, mentre quella del traverso è pari alla larghezza del vano più la lunghezza di appoggio.

Si calcolano il massimo momento ed il massimo taglio agenti sul telaio e si effettuano le verifiche a flessione e taglio verificando che siano minori delle resistenza di calcolo (verifiche di resistenza delle membrature).

Per l'architrave si effettua anche la verifica a deformazione, ed a vantaggio di sicurezza si considera lo schema di trave semplicemente appoggiata agli estremi.

Il calcolo degli abbassamenti si effettua con l'usuale formula di scienza delle costruzioni.

Si considera il collegamento tra ritto e traverso come saldato e si effettuano le adeguate verifiche dei cordoni d'angolo di saldatura.

Infine, si effettuano le verifiche del giunto di base effettuando le verifiche a flessione della piastra di base sia nei riguardi di quella generata dalla trazione nei tirafondi e sia quella generata dalle compressioni del calcestruzzo. La piastra di base viene anche verificata a rifollamento, considerando l'azione tagliente sul singolo tirafondo e verificando che sia minore della resistenza di calcolo a rifollamento.

## **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Acciaio da carpenteria del tipo: S275 UNI EN 10025-2

Resistenza caratteristica a rottura = 4300,00 kg/cm<sup>2</sup>

Resistenza caratteristica di snervamento = 2750,00 kg/cm<sup>2</sup>

Coefficiente correttivo = 1,05

Resistenza di calcolo dell'acciaio = 2619,05 kg/cm<sup>2</sup>

Peso specifico della muratura = 1600,00 kg/m<sup>3</sup>

Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo = 250,00 kg/cm<sup>2</sup>

Resistenza di calcolo del calcestruzzo = 129,00 kg/cm<sup>2</sup>

## **DIMENSIONI GEOMETRICHE**

Larghezza del vano (compreso piedritti) = 150 cm

Altezza del vano (escluso piattabanda) = 220 cm

Spessore della muratura = 28 cm

Lunghezza dell'appoggio della piattabanda all'interno della muratura = 20 cm

Distanza dalla piattabanda del solaio soprastante = 130 cm

Numero di profili di acciaio che formano la cerchiatura = 2

Profilo del tipo HEA140

Altezza del profilo = 133,00 mm

Larghezza del profilo = 140,00 mm

Spessore anima del profilo = 5,50 mm

Spessore ali del profilo = 8,50 mm

Area del profilo = 31,40 cmq

Modulo di resistenza  $W_x$  del profilo = 155,00 cmc

Momento d'inerzia  $J_x$  del profilo = 1033,00 cm<sup>4</sup>

Lunghezza complessiva del profilo = 190,00 cm

Dimensioni piastra di base:

Spessore della piastra = 1 cm

Dimensioni piastra = 20 cm; 30 cm

Numero tirafondi = 4 di diametro 16

Distanza  $e_1$  del tirafondo dal bordo parallelo all'anima del profilo metallico = 4 cm

Distanza  $e_2$  del tirafondo dal bordo parallelo alla base del profilo metallico = 4 cm

Spessore della saldatura adoperato per i cordoni = 1 cm

## **CALCOLO AZIONI**

Il Peso del solaio non grava sulla piattabanda.

Peso dovuto alla muratura = 436,28 kg

Carico uniforme = 290,85 kg/m

Carico uniforme amplificato = 436,28 kg/m

Carico uniforme su singolo profilo = 218,14 kg/m

Forza orizzontale complessiva agente sulla cerchiatura = 14761,90 kg

Forza orizzontale agente sul singolo telaio = 7380,95 kg

L'asse del telaio coincide con la linea media dei profili per cui si avranno le seguenti dimensioni:

Larghezza L del telaio = 136,70 cm

Altezza H del telaio = 226,65 cm

Taglio al piede A = -3677,51 kg

Momento al piede A = -4599,19 kgm

Sforzo normale al piede A = -5345,38 kg

Taglio al piede B = 3703,45 kg

Momento al piede B = 4618,79 kgm

Sforzo normale al piede B = 5643,57 kg  
Momento al nodo C = 3735,88 kgm  
Momento al nodo D = -3775,07 kgm  
Momento a centro traverso = 31,36 kgm

#### **VERIFICA DI RESISTENZA DEI PIEDRITTI**

Momento agente di calcolo = 461878,94 kgcm  
Resistenza di calcolo a flessione = 405952,38 kgcm  
Resistenza di calcolo a flessione ridotta per presenza Sforzo Normale = 405952,38 kgcm  
Verifica a flessione NON soddisfatta.  
Area resistente a taglio = 8,07 cmq  
Taglio agente di calcolo = 3703,45 kg  
Resistenza di calcolo a taglio = 12198,93 kg  
Verifica a taglio soddisfatta.

#### **VERIFICA DI RESISTENZA DEL TRAVERSO**

Momento agente di calcolo = 377507,15 kgcm  
Resistenza di calcolo a flessione = 405952,38 kgcm  
Verifica a flessione soddisfatta.  
Area resistente a taglio = 8,07 cmq  
Taglio agente di calcolo = 3703,45 kg  
Resistenza di calcolo a taglio = 12198,93 kg  
Verifica a taglio soddisfatta.

## VERIFICA A DEFORMAZIONE DEL TRAVERSO

Freccia dovuta ai carichi = 0,005 cm

Freccia massima possibile ( $l/400$ ) = 0,375 cm

Verifica a deformazione soddisfatta.

## VERIFICA UNIONI

Momento di inerzia sezione saldature = 1703,37 cm<sup>4</sup>

Area sezione resistente saldature = 54,67 cmq

Modulo di resistenza elastico = 231,75 cm<sup>3</sup>

Cordoni d'ala:

Tensione normale  $n$  perpendicolare ad asse cordone = 2096,22 kg/cm<sup>2</sup>

Tensione tangenziale  $t_o$  perpendicolare ad asse cordone = 0,00 kg/cm<sup>2</sup>

Tensione tangenziale  $t_p$  parallela ad asse cordone = 0,00 kg/cm<sup>2</sup>

Radice della somma dei quadrati delle tensioni = 2096,22 kg/cm<sup>2</sup>

Tensione caratteristica acciaio corretta col coeff.  $\beta_1$  = 1925,00 kg/cm<sup>2</sup>

Prima verifica saldatura sulle ali NON soddisfatta.

Somma delle tensioni  $n$  e  $t_o$  = 2096,22 kg/cm<sup>2</sup>

Tensione caratteristica acciaio corretta col coeff.  $\beta_2$  = 2337,50 kg/cm<sup>2</sup>

Seconda verifica saldatura sulle ali soddisfatta.

Cordoni d'anima:

Tensione normale  $n$  perpendicolare ad asse cordone = 1675,93 kg/cm<sup>2</sup>

Tensione tangenziale  $t_o$  perpendicolare ad asse cordone = 186,22 kg/cm<sup>2</sup>

Tensione tangenziale  $t_p$  parallela ad asse cordone = 0,00 kg/cm<sup>2</sup>

Radice della somma dei quadrati delle tensioni = 1686,25 kg/cm<sup>2</sup>

Tensione caratteristica acciaio corretta col coeff.  $\beta_1$  = 1925,00 kg/cm<sup>2</sup>

Prima verifica saldatura sull'anima soddisfatta.

Somma delle tensioni  $n$  e  $t_o$  = 1862,15 kg/cm<sup>2</sup>

Tensione caratteristica acciaio corretta col coeff.  $\beta_2$  = 2337,50 kg/cm<sup>2</sup>



Seconda verifica saldatura sull'anima soddisfatta.

### **VERIFICA PIASTRA DI BASE**

Verifica alla flessione generata dalle compressioni nel cls:

Larghezza efficace calcolata = 3,20 cm

Larghezza minima della piastra lungo x = 19,70 cm

Larghezza minima della piastra lungo y = 20,40 cm

Verifica piastra a flessione per compressione del cls soddisfatta.

### **Verifica alla flessione generata dalla trazione nei tirafondi:**

Risultante delle trazioni = 4936,59 kgcm

Momento agente di calcolo = -3208,78 kgcm

Resistenza di calcolo a flessione = 19642,86 kgcm

Taglio agente di calcolo = 4936,59 kg

Resistenza di calcolo a taglio = 45363,24 kg

Verifica piastra a flessione per trazione tirafondi soddisfatta.

### **Verifica a rifollamento piastra:**

Taglio sul singolo bullone = 925,86 kg

Resistenza di calcolo = 12158,74 kg

Verifica a rifollamento soddisfatta.

## **VERIFICA PRE E POST INTERVENTO ALLARGAMENTO VANO**

### **IPOSTESI DI CALCOLO E PRESCRIZIONI GENERALI**

L'intervento oggetto della presente relazione riguarda l'incremento/apertura di vani in una parete esistente, rinforzandola, poi, con cerchiature metalliche oppure mediante rinforzi nella muratura, in modo da ripristinare la rigidezza e la resistenza che la parete possedeva prima dell'intervento.

Questo tipo di intervento rientra nella categoria degli Interventi o riparazioni locali, come previsto dal DM 2008.

La normativa stabilisce, infatti, che:

'interventi di variazione della configurazione di un elemento strutturale, attraverso la sua sostituzione o un rafforzamento localizzato (ad esempio l'apertura di un vano in una parete muraria, accompagnata da opportuni rinforzi) possono rientrare in questa categoria solo a condizione che si dimostri che la rigidezza dell'elemento variato non cambi significativamente e che la resistenza e la capacità di deformazione, anche in campo plastico, non peggiorino ai fini del comportamento rispetto alle azioni orizzontali.'

Attraverso la relazione tecnica che segue si vuole dimostrare che la rigidezza finale non varia significativamente rispetto a quella iniziale e che la resistenza e lo spostamento ultimo della parete nello stato finale non sono inferiori ai corrispondenti valori dello stato iniziale

### **TIPO DI ANALISI SVOLTA**

I carichi sono stati combinati in modo da ottenere le massime caratteristiche di sollecitazione sugli elementi strutturali. Le verifiche delle sezioni sono state effettuate utilizzando le formule standard della Tecnica delle Costruzioni o le formule espressamente indicate nella normativa.

### **VERIFICHE ESEGUITE**

Nel caso che si aprano nuovi vani oppure si modifichino quelli esistenti, la normativa viene in aiuto classificando tale intervento come locale, a patto, però, che la rigidezza non cambi significativamente, affinché non ci sia una redistribuzione delle forze orizzontali tra i vari setti. Altra condizione da verificare è che la resistenza della parete dopo l'apertura del vano non deve essere inferiore rispetto a quella che la parete aveva in precedenza.

Le pareti vengono considerate come telaio in cui i maschi murari rappresentano i ritti, mentre il traverso orizzontale sarà costituito dalla fascia di piano e sarà supposto

infinitamente rigido. La rigidezza della parete sarà pari alla somma delle rigidezze dei singoli maschi murari.

Le operazioni eseguite sono le seguenti:

- calcolo dei pesi gravanti sulla parete (solaio, peso proprio);
- calcolo della rigidezza dei singoli maschi murari e calcolo della rigidezza dell'intera parete prima e dopo l'intervento;
- controllo che le due rigidezze prima e dopo l'intervento non siano molto diverse tra di loro. Si è stabilita una differenza percentuale massima oltre a cui non si deve andare;
- nel caso che le rigidezze siano molto diverse è necessario intervenire ad esempio migliorando le caratteristiche dei vari setti murari oppure inserendo una cerchiatura in uno o più vani;
- calcolo, per ciascun maschio, della tensione media normale riferita all'area totale della sezione;
- calcolo della resistenza di ciascun maschio murario e determinazione delle curve caratteristiche;
- calcolo della resistenza complessiva della parete prima e dopo l'intervento. La resistenza dopo l'intervento deve essere maggiore di quella che aveva la parete prima dell'intervento. Nel caso fosse minore è necessario intervenire con rinforzi adeguati.

La cerchiatura deve essere messa in carico all'interno della muratura di perimetro. Tale operazione si rende necessaria al fine di rendere la cerchiatura attiva specialmente per i carichi verticali. L'operazione di caricamento della cerchiatura può avvenire con l'ausilio di martinetti o altri tipi di attuatori.

L'ammorsamento laterale alla parete deve essere effettuato con opportune e diffuse zancature.

Nel caso di cerchiature in pareti di piccolo spessore l'ancoraggio laterale deve essere realizzato preferibilmente con idonea fasciatura.

Le unioni tra i montanti e i traversi (architrave e traverso inferiore) devono assicurare il grado di vincolo ipotizzato nel calcolo.

## **AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI**

Le basi teoriche del codice di calcolo sono state riportate in parte nei paragrafi seguenti e con maggiore dettaglio nel manuale del programma Interventi locali della Dario Flaccovio Editore. Il manuale comprende dettagliate indicazioni su come fornire i dati ed interpretare i risultati, nonché esempi svolti che possono essere utilizzati per il controllo.

## **VALIDAZIONE DEI CODICI**

Il tipo di modello strutturale utilizzato e la documentazione a disposizione consentono un controllo dettagliato dei risultati e non rendono necessaria altra validazione dei codici di calcolo utilizzati.

## **MODALITA' DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI**

L'output del programma riporta dettagliatamente i dati geometrici e di carico ed i risultati ottenuti, ciascuno con le relative unità di misura, consentendo un pieno controllo. Le convenzioni dei segni sono state riportate in precedenza. I diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione sono stati e possono essere visualizzati mandando in esecuzione il programma Interventi Locali.

## **INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE E GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI**

Ancor prima della risoluzione degli schemi è stata effettuata una previsione delle massime caratteristiche di sollecitazione negli elementi strutturali, per giudicare se le sezioni previste fossero sufficienti. Il confronto di tali valori previsti con quelli forniti dall'analisi effettuata mediante il codice di calcolo mostra una buona rispondenza dei valori. L'esame globale dei risultati dei singoli schemi base di calcolo e della loro combinazione mostra un comportamento della struttura sostanzialmente corrispondente alle attese. Per questo motivo si possono ritenere accettabili i risultati delle elaborazioni svolte mediante il codice di calcolo.

## **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Si elencano, di seguito, i tipi di materiale che sono stati usati per i setti della parete.

Materiale n. 1

Muratura a conci di pietra tenera con malta buona LC=1

Tipologia: Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)

con malta buona

Conoscenza limitata LC1: coefficiente di confidenza = 1.35

Resistenza caratteristica a rottura per compressione  $f_k = 42 \text{ kg/cm}^2$

Resistenza caratteristica a taglio  $f_{vko}$  in assenza di carichi verticali =  $.84 \text{ kg/cm}^2$

Resistenza caratteristica a taglio  $f_{vk}$  in presenza di carichi verticali =  $0 \text{ kg/cm}^2$

Coefficiente parziale di sicurezza = 2

Resistenza di calcolo  $f_d$  per pressione e pressoflessione =  $21 \text{ kg/cm}^2$

Resistenza di calcolo  $f_{vd}$  per taglio =  $.42 \text{ kg/cm}^2$

Modulo di elasticità normale  $E = 16200 \text{ kg/cm}^2$

Modulo di elasticità tangenziale  $G = 5400 \text{ kg/cm}^2$

Peso specifico =  $1600 \text{ kg/m}^3$

Fattore di duttilità = 1.5

## **CARATTERISTICHE DEI SOLAI**

Si elencano, di seguito, i tipi di solai che sono stati usati nell'analisi dei carichi.

Solaio n. 1

Solaio in cls 250 Cat.C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole  $h=22$

Tipologia solaio: calcestruzzo cementizio armato

Altezza solaio = 22 cm

Spessore soletta = 4 cm

Resistenza caratteristica cubica cls  $R_{ck} = 250 \text{ kg/cm}^2$

Coefficiente correttivo per cls = 1.6

Resistenza caratteristica cilindrica cls  $f_{ck} = 207 \text{ kg/cm}^2$

Resistenza di calcolo cls  $f_{cd} = 130 \text{ kg/cm}^2$

Modulo elastico  $E$  del calcestruzzo =  $284604 \text{ kg/cm}^2$

Resistenza caratteristica acciaio  $f_{yk} = 4500 \text{ kg/cm}^2$

Coefficiente correttivo per l'acciaio = 1.15

Coefficiente correttivo per l'acciaio = 1.15

Coefficiente parziale per carichi permanenti strutturali = 1.3

Coefficiente parziale per carichi permanenti non strutturali = 1.5

Coefficiente parziale per carichi accidentali = 1.5

Carico permanente strutturale =  $305.2 \text{ kg/m}^2$

Carico permanente non strutturale = 234 kg/mq

Carico accidentale = 300 kg/mq

Carico complessivo sfavorevole = 1197.76 kg/mq

## CARATTERISTICHE DEI TELAI

Si elencano, di seguito, i tipi di telai che sono stati usati per rinforzo delle aperture.

Telaio n. 1

Telaio in acciaio S275 n. 2 HEA140

Tipologia telaio: in acciaio - Numero di profilati per piedritto = 2

Tipo profilato = HEA140

Altezza profilo = 133 mm Base profilo = 140 mm

Modulo resistenza  $W_x = 155 \text{ cm}^3$  Momento d'inertia  $J_x = 1033 \text{ cm}^4$

Tipo di acciaio: S275 UNI EN 10025-2

Resistenza caratteristica di snervamento = 2750 kg/cm<sup>2</sup>

Resistenza caratteristica di rottura = 4300 kg/cm<sup>2</sup>

Coefficiente correttivo per l'acciaio = 1.05

## SITUAZIONE INIZIALE (PRIMA DELL'INTERVENTO)

PIANO N. 1

Setto n. 1

Caratteristiche del materiale: Tipo n. 1

Modulo elastico  $G = 5400,00/FC = 4000,00 \text{ kg/cm}^2$

Modulo elastico  $E = 16200,00/FC = 12000,00 \text{ kg/cm}^2$

Resistenza di calcolo a taglio =  $0,42/FC = 0,31 \text{ kg/cm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione =  $21,00/FC = 15,56 \text{ kg/cm}^2$

Dimensioni setto:

Larghezza = 600 cm Spessore = 25 cm

Area di base = 15000 cmq Altezza di calcolo = 220 cm

Carichi sul setto:

Caratteristiche del solaio lato sin.: Tipo n. 1 = 1197,76 kg/mq

Caratteristiche del solaio lato des.: Tipo n. 1 = 1197,76 kg/mq

Peso specifico del setto = 1600 kg/mc

Peso dal piano superiore = 0,00 kg

Peso complessivo solai =  $(1197,76 \times 2,00 + 1197,76 \times 2,00) \times 6,45 = 30902,21$  kg

Peso fascia =  $1600,00 \times 0,25 \times 6,45 \times 0,80 = 2064,00$  kg

Peso del setto =  $1600,00 \times 0,00 \times 2,20 = 5280,00$  kg

Peso alla base del setto = 38246,21 kg

Tensione media verticale a metà setto = 2,37 kg/cm<sup>2</sup>

Rigidezza setto = 219090,64 kg/cm

Resistenza setto a taglio per trazione = 17269,73 kg

Resistenza setto a taglio per pressoflessione = 79674,35 kg

Resistenza setto a taglio = 17269,73 kg

Tipo di rottura: taglio per trazione

Spostamento del setto al limite elastico = 0,79 mm

Spostamento del setto al limite ultimo = 1,18 mm

Spostamento del setto massimo consentito = 8,80 mm

Setto n. 2

Caratteristiche del materiale: Tipo n. 1

Modulo elastico G = 5400,00/FC = 4000,00 kg/cm<sup>2</sup>

Modulo elastico E = 16200,00/FC = 12000,00 kg/cm<sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a taglio = 0,42/FC = 0,31 kg/cm<sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione = 21,00/FC = 15,56 kg/cm<sup>2</sup>

Dimensioni setto:

Larghezza = 30 cm Spessore = 25 cm

Area di base = 750 cm<sup>2</sup> Altezza di calcolo = 220 cm

Carichi sul setto:

Caratteristiche del solaio lato sin.: Tipo n. 1 = 1197,76 kg/mq

Caratteristiche del solaio lato des.: Tipo n. 1 = 1197,76 kg/mq

Peso specifico del setto = 1600 kg/mc

Peso dal piano superiore = 0,00 kg

Peso complessivo solai =  $(1197,76 \times 2,00 + 1197,76 \times 2,00) \times 0,75 = 3593,28$  kg

Peso fascia =  $1600,00 \times 0,25 \times 0,75 \times 0,80 = 240,00$  kg

Peso del setto =  $1600,00 \times 0,00 \times 2,20 = 264,00$  kg

Peso alla base del setto = 4097,28 kg

Tensione media verticale a metà setto = 5,29 kg/cm<sup>2</sup>

Rigidità setto = 712,98 kg/cm

Resistenza setto a taglio per trazione = 1228,96 kg

Resistenza setto a taglio per pressoflessione = 324,51 kg

Resistenza setto a taglio = 324,51 kg

Tipo di rottura: pressoflessione

Spostamento del setto al limite elastico = 4,55 mm

Spostamento del setto al limite ultimo = 6,83 mm

Spostamento del setto massimo consentito = 13,20 mm

Risultati complessivi riferiti all'intera parete:

Rigidità complessiva della parete = 219803,62 kg/cm

Resistenza complessiva parete = 17354,03 kg

Spostamento parete al limite di rottura = 1,18 mm

## **SITUAZIONE FUTURA (DOPO L'INTERVENTO)**

PIANO N. 1

Setto n. 1

Caratteristiche del materiale: Tipo n. 1

Modulo G = 5400,00/FC = 4000,00 kg/cm<sup>2</sup>

Modulo E = 16200,00/FC = 12000,00 kg/cm<sup>2</sup>

Res. calcolo a taglio = 0,42/FC = 0,31 kg/cm<sup>2</sup>

Res. calcolo a compressione = 21,00/FC = 15,56 kg/cm<sup>2</sup>

Dimensioni setto:



Larghezza = 550 cm Spessore = 25 cm

Area di base = 13750 cmq Altezza di calcolo = 220 cm

Carichi sul setto:

Caratteristiche del solaio lato sin.: Tipo n. 1 = 1197,76 kg/mq

Caratteristiche del solaio lato des.: Tipo n. 1 = 1197,76 kg/mq

Peso specifico del setto = 1600 kg/mc

Peso dal piano superiore = 0,00 kg

Peso complessivo solai =  $(1197,76 \times 2,00 + 1197,76 \times 2,00) \times 6,25 = 29944,00$  kg

Peso fascia =  $1600,00 \times 0,25 \times 6,25 \times 0,80 = 2000,00$  kg

Peso del setto =  $1600,00 \times 0,00 \times 2,20 = 4840,00$  kg

Peso alla base del setto = 36784,00 kg

Tensione media verticale a metà setto = 2,50 kg/cm<sup>2</sup>

Rigidezza setto = 199468,09 kg/cm

Resistenza setto a taglio per trazione = 16176,40 kg

Resistenza setto a taglio per pressoflessione = 69671,71 kg

Resistenza setto a taglio = 16176,40 kg

Tipo di rottura: taglio per trazione

Spostamento del setto al limite elastico = 0,81 mm

Spostamento del setto al limite ultimo = 1,22 mm

Spostamento del setto massimo consentito = 8,80 mm

Setto n. 2

Caratteristiche del materiale: Tipo n. 1

Modulo G = 5400,00/FC = 4000,00 kg/cm<sup>2</sup>

Modulo E = 16200,00/FC = 12000,00 kg/cm<sup>2</sup>

Res. calcolo a taglio = 0,42/FC = 0,31 kg/cm<sup>2</sup>

Res. calcolo a compressione = 21,00/FC = 15,56 kg/cm<sup>2</sup>

Dimensioni setto:

Larghezza = 20 cm Spessore = 25 cm

Area di base = 500 cmq Altezza di calcolo = 220 cm

Carichi sul setto:

Caratteristiche del solaio lato sin.: Tipo n. 1 = 1197,76 kg/mq

Caratteristiche del solaio lato des.: Tipo n. 1 = 1197,76 kg/mq

Peso specifico del setto = 1600 kg/mc

Peso dal piano superiore = 0,00 kg

Peso complessivo solai =  $(1197,76 \times 2,00 + 1197,76 \times 2,00) \times 0,95 = 4551,49$  kg

Peso fascia =  $1600,00 \times 0,25 \times 0,95 \times 0,80 = 304,00$  kg

Peso del setto =  $1600,00 \times 0,00 \times 2,20 = 176,00$  kg

Peso alla base del setto = 5031,49 kg

Tensione media verticale a metà setto = 9,89 kg/cm<sup>2</sup>

Rigidezza setto = 218,88 kg/cm

Resistenza setto a taglio per trazione = 1099,06 kg

Resistenza setto a taglio per pressoflessione = 113,36 kg

Resistenza setto a taglio = 113,36 kg

Tipo di rottura: pressoflessione

Spostamento del setto al limite elastico = 5,18 mm

Spostamento del setto al limite ultimo = 7,77 mm

Spostamento del setto massimo consentito = 13,20 mm

Telaio nel vano n. 1

Tipologia telaio: acciaio Tipo n. 1

Rigidezza telaio = 9778,96 kg/cm

Resistenza telaio = 14761,90 kg

Spostamento telaio al limite elastico = 15,10 mm

Risultati complessivi riferiti all'intera parete:

Rigidezza complessiva della parete = 209465,93 kg/cm

Resistenza complessiva parete = 17392,60 kg

Spostamento parete al limite di rottura = 1,22 mm

## **CONFRONTO TRA SITUAZIONE INIZIALE E FINALE (VERIFICHE FINALI)**

Percentuale massima di decremento ammesso per la rigidezza = 15%

Percentuale massima di incremento ammesso per la rigidezza = 15%

PIANO N. 1

Rigidezza della parete alla situazione iniziale = 219803,62 kg/cm

Rigidezza della parete alla situazione finale = 209465,93 kg/cm

Variazione percentuale = -4,7%

La rigidezza finale rientra nella percentuale ammessa rispetto a quella iniziale.

La verifica per la rigidezza è soddisfatta.

La resistenza della parete alla situazione iniziale = 17354,03 kg

La resistenza della parete alla situazione finale = 17392,60 kg

La resistenza finale è maggiore di quella iniziale.

La verifica per la resistenza è soddisfatta.

Spostamento ultimo della parete alla situazione iniziale = 1,18 mm

Spostamento ultimo della parete alla situazione finale = 1,22 mm

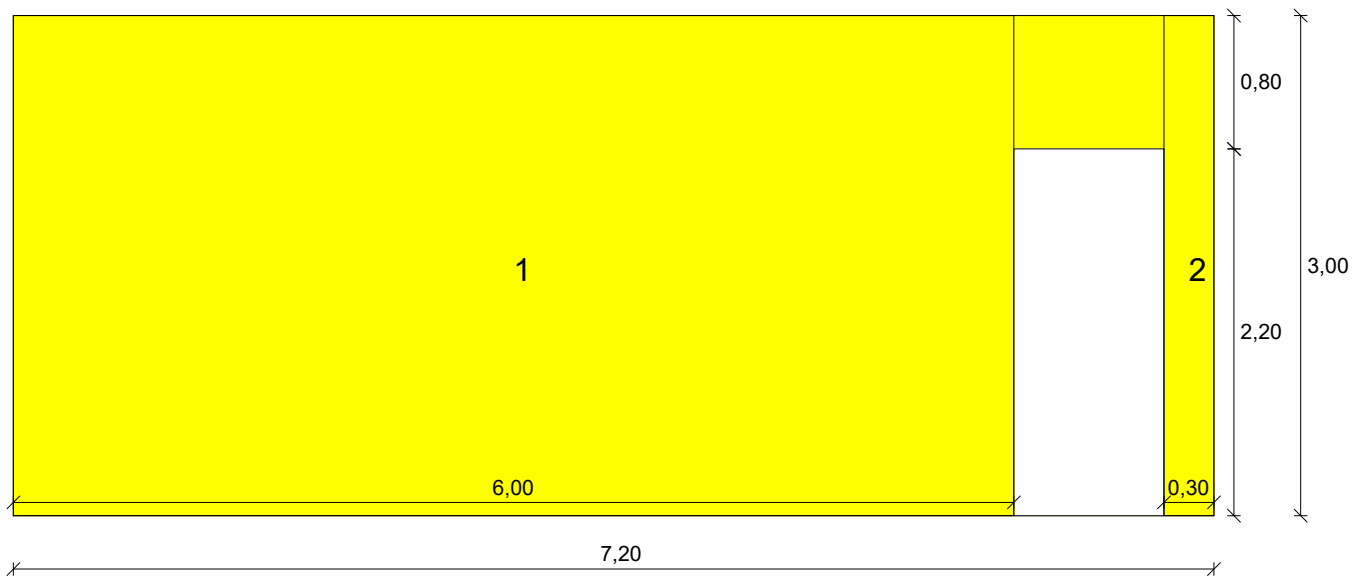
Lo spostamento ultimo della parete allo stato finale è minore di quello iniziale.

La verifica agli spostamenti è soddisfatta.

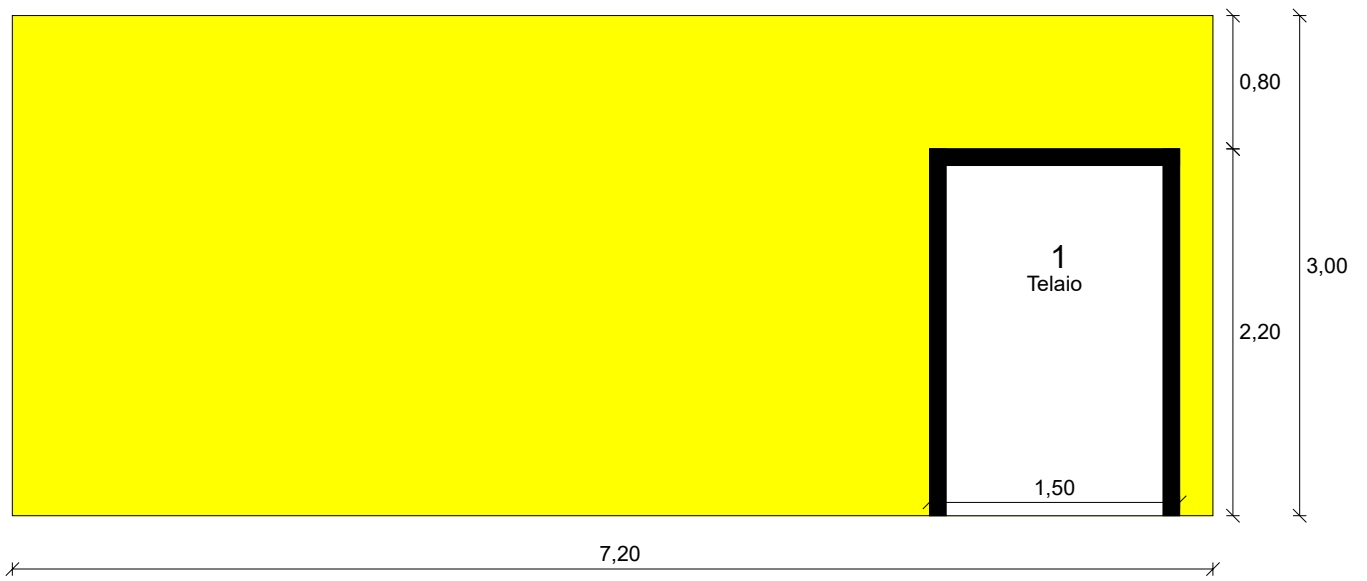
**GRAFICO PARETE - SITUAZIONE INIZIALE**  
**INDICAZIONE VANI**



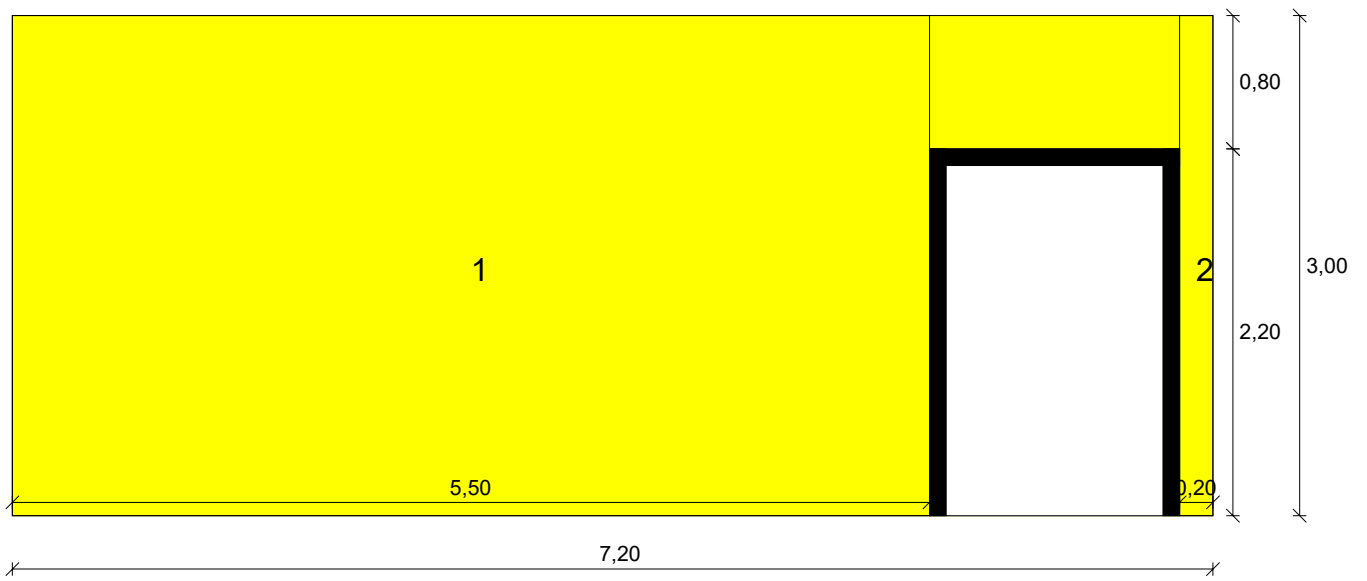
**GRAFICO PARETE - SITUAZIONE INIZIALE**  
**INDICAZIONE SETTI**



**GRAFICO PARETE - SITUAZIONE FINALE**  
**INDICAZIONE VANI**

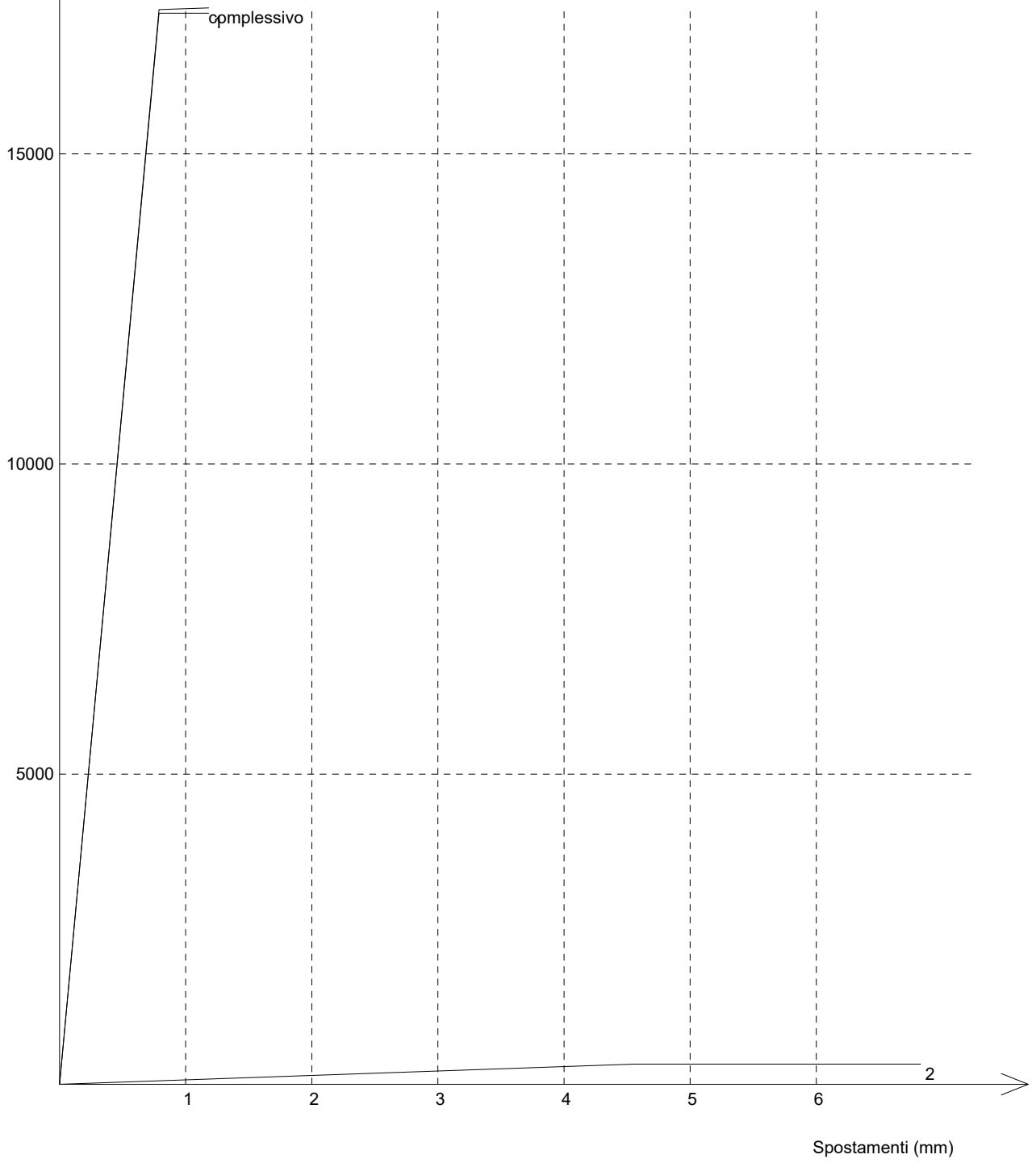


**GRAFICO PARETE - SITUAZIONE FINALE**  
**INDICAZIONE SETTI**



Forze (kg)

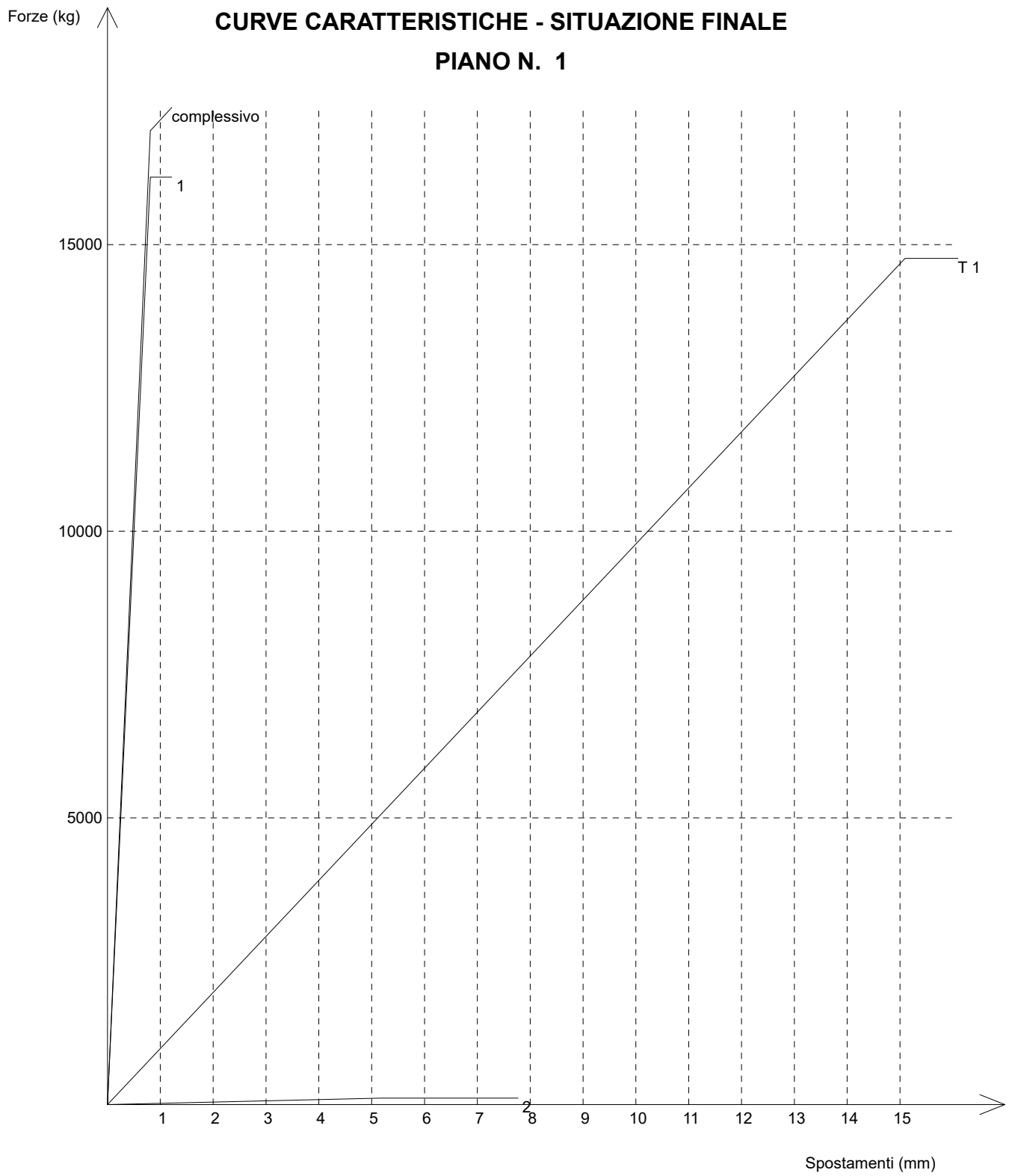
# CURVE CARATTERISTICHE - SITUAZIONE INIZIALE PIANO N. 1





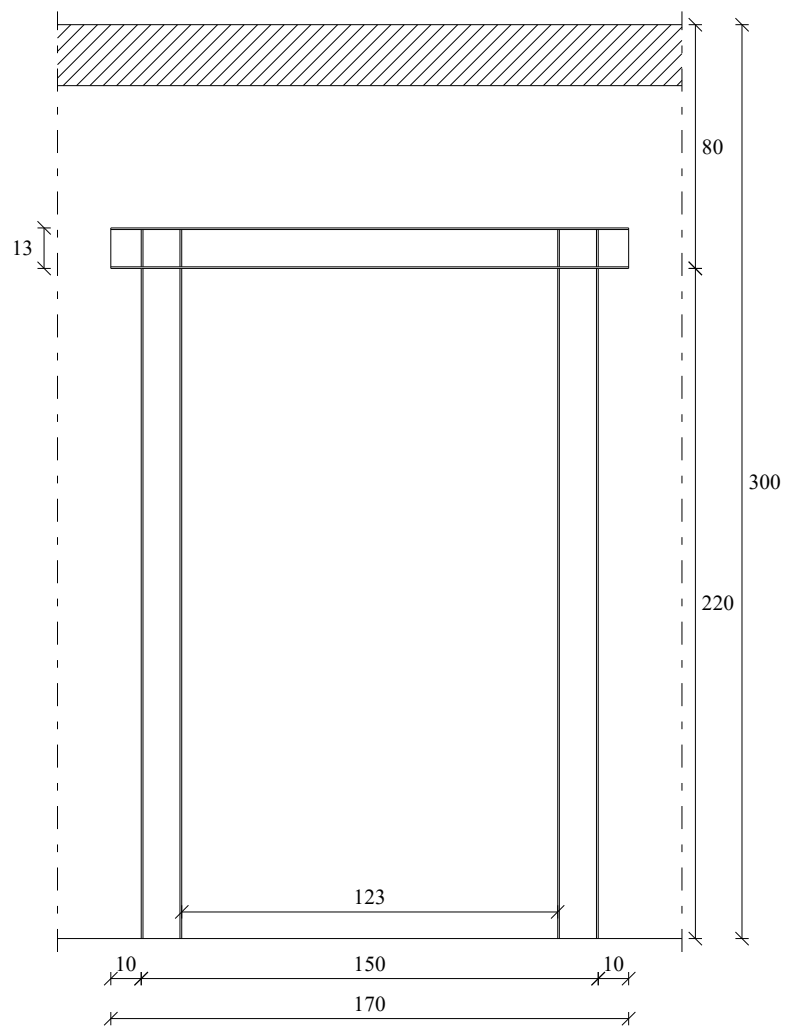
# CURVE CARATTERISTICHE - SITUAZIONE FINALE

## PIANO N. 1



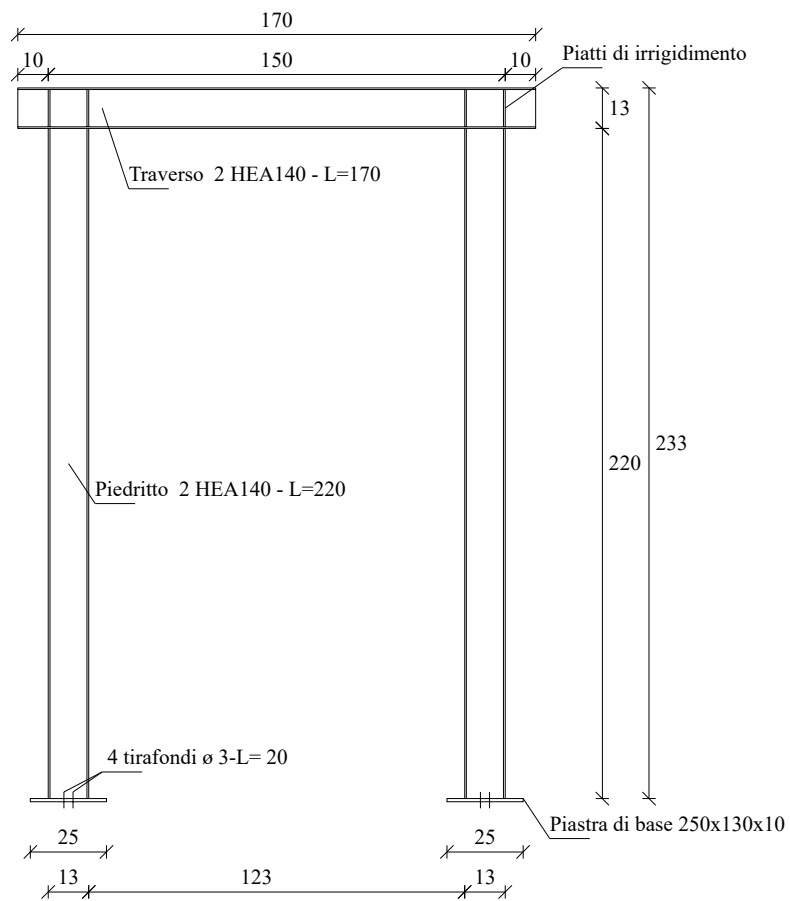
**CERCHIATURA METALLICA NEL VANO N. 1 DEL PIANO 1**

PROSPETTO scala 1:25



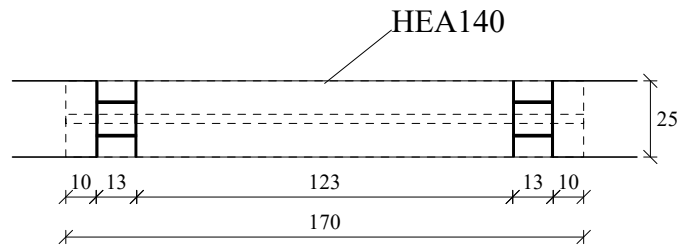
# CERCHIATURA METALLICA NEL VANO N. 1 DEL PIANO 1

VISTA TELAIO scala 1: 25

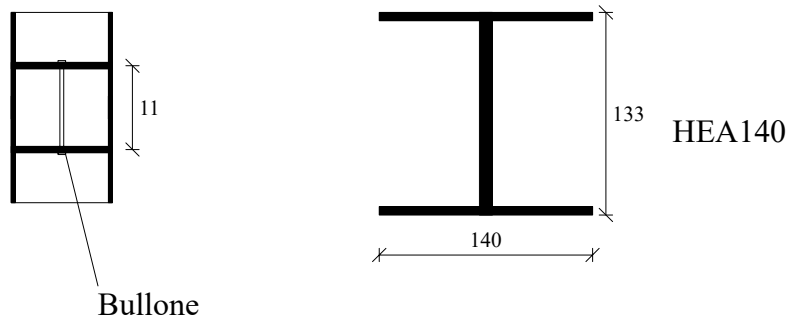


# CERCHIATURA METALLICA NEL VANO N. 1 DEL PIANO 1

PIANTA scala 1:25

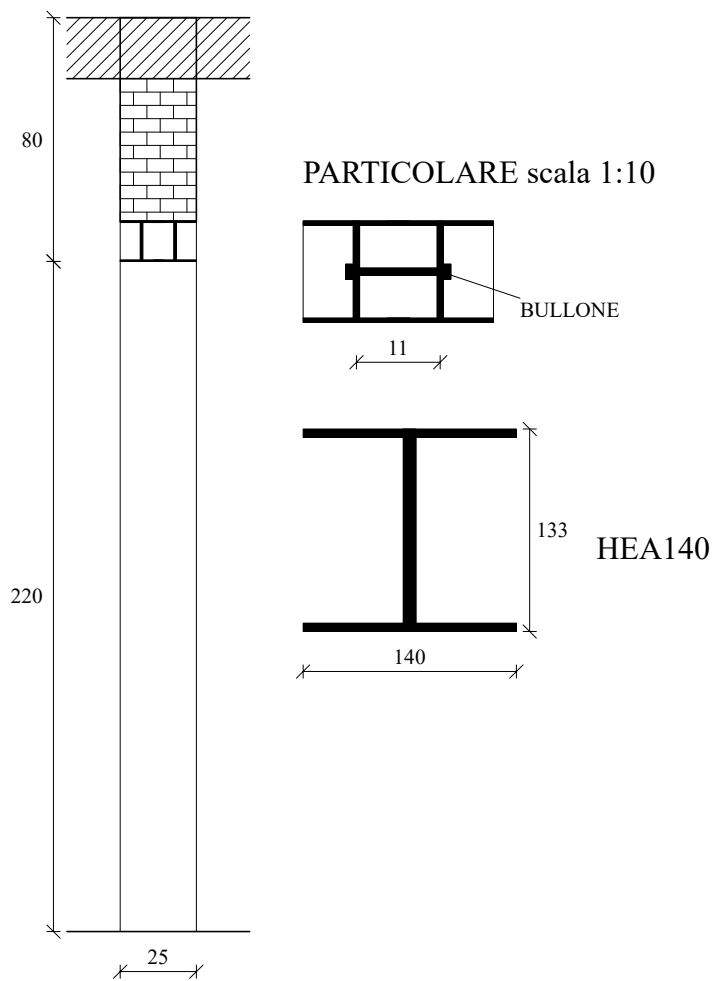


PARTICOLARE PIEDRITTO scala 1:10



**CERCHIATURA METALLICA NEL VANO N. 1 DEL PIANO 1**

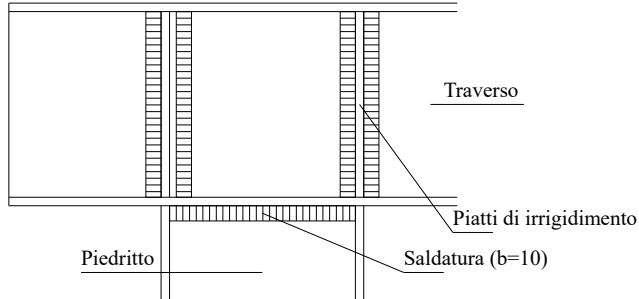
SEZIONE scala 1: 25



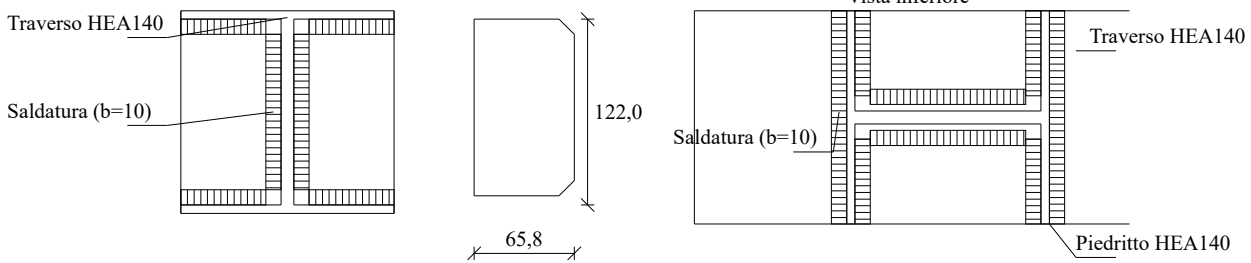
# CERCHIATURA METALLICA NEL VANO N. 1 DEL PIANO 1

PARTICOLARI COLLEGAMENTI scala 1:5

## COLLEGAMENTO PIEDRITTI-TRAVERSO



## PIAFFI DI IRRIGIDIMENTO



## PIASTRA DI BASE spessore=10 mm; diametro fori=4 mm

