

# COMUNE DI PERUGIA

## COMMITTENTE

FONDAZIONE ACCADEMIA DI BELLE ARTI  
"PIETRO VANNUCCI" PERUGIA

piazza San Francesco al Prato, 5  
06123 Perugia  
C.F. 80054290541

Il Presidente  
Avv. Mario Rampini

---

INTERVENTI DI RESTAURO E RISANAMENTO  
CONSERVATIVO NEL COMPLESSO DI SAN FRANCESCO  
AL PRATO PER LA TRASFORMAZIONE DEL DEPOSITO  
DELLE OPERE DELL'ACCADEMIA DI  
BELLE ARTI "PIETRO VANNUCCI" DI PERUGIA  
IN AULA POLIVALENTE

## PROGETTO ESECUTIVO

TAVOLA

**RC**

PROGETTO STRUTTURALE

RELAZIONE DI CALCOLO

### COORDINAMENTO GENERALE

dott. ing. Matteo Scoccia

### PROGETTO ARCHITETTONICO

dott. arch. Cristina Passeri

dott. ing. Matteo Scoccia

### PROGETTO STRUTTURALE

dott. ing. Andrea Ficara

### PROGETTO IMPIANTI TERMOFLUIDICI

dott. ing. Mario Lucarelli

### PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

dott. ing. Marco Valigi

DATA luglio 2018

**APERTURA MURATURA IN LATERIZIO ARMATO****SITUAZIONE ATTUALE**

## PARAMETRI MECCANICI MURATURA

TIPOLOGIA	Muratura a conci di pietra tenera				
fm	DaN/cm2	40,0		tabella C8A.2.1	valore minimo
to	DaN/cm2	3,0		tabella C8A.2.1	valore minimo
E	DaN/cm2	45000		tabella C8A.2.1	valore medio
G	DaN/cm2	13500		tabella C8A.2.1	valore medio
w	DaN/m3	1200		tabella C8A.2.1	

## COEFFICIENTI CORRETTIVI

livello conoscenza	FC	1,35	tabella C8A.1.1
coefficiente correttivo		1,5	tabella C8A.2,2

## PARAMETRI MECCANICI CORRETTI

fm	DaN/cm2	44,4		
to	DaN/cm2	3,3		
E	DaN/cm2	25000		valore fessurato ( E/2)
G	DaN/cm2	7500		valore fessurato (G/2)
gamma_m		1		coefficiente di riduzione = 1 per calcolo non lineare
fd	DaN/cm2	44,44		
tod	DaN/cm2	3,33		

## Dati generali

Setto	l	t	h	Vinc. (i/m)	b	fd	tod	E	G
Setto 1	167,5	30	330	l	1,50	44,44	3,333	25000	7500
Apertura									
Setto 2	167,5	30	330	l	1,50	44,44	3,333	25000	7500
<i>lunghezza totale</i>	<i>335</i>								

Setto	Rigidezza
Setto 1	48301
Setto 2	48301
<i>Totale</i>	<i>96602</i>

**SITUAZIONE DI PROGETTO**

## PARAMETRI MECCANICI MURATURA

TIPOLOGIA	Muratura a conci di pietra tenera				
fm	DaN/cm2	40,0		tabella C8A.2.1	valore minimo
to	DaN/cm2	3,0		tabella C8A.2.1	valore minimo
E	DaN/cm2	45000		tabella C8A.2.1	valore medio
G	DaN/cm2	13500		tabella C8A.2.1	valore medio
w	DaN/m3	1200		tabella C8A.2.1	

## COEFFICIENTI CORRETTIVI

livello conoscenza	FC	1,35	tabella C8A.1.1
coefficiente correttivo		1,5	tabella C8A,2,2
<b>PARAMETRI MECCANICI CORRETTI</b>			
fm	DaN/cm2	44,4	
tau0	DaN/cm2	3,3	
E	DaN/cm2	25000	valore fessurato ( E/2)
G	DaN/cm2	7500	valore fessurato (G/2)
gm		1	coefficiente di riduzione = 1 per calcolo non lineare
fd	DaN/cm2	44,44	
td	DaN/cm2	3,33	

Setto	l	t	h	Vinc. (i/m)	b	fd	tod	E	G
Setto 1	115	30	330	I	1,50	44,44	3,333	25000	7500
Apertura	105								
Setto 2	115	30	330	I	1,50	44,44	3,333	25000	7500
<b>lunghezza totale</b>	<b>335</b>								

Setto	Rigidezza
Setto 1	21363
Setto 2	21363
<b>Totale</b>	<b>42726</b>

**CONFRONTO FRA ATTUALE E PROGETTO**

Variazione di rigidezza		-53875	
Variazione % di rigidezza		-55,77%	<i>E' necessaria una cerchiatura</i>
Rigidezza da recuperare con la cerchiatura		-39385	
Larghezza dell'apertura	105 cm		
Altezza dell'apertura	210 cm		
Tipo di vincolo (ci,ii,si)	ii	incastro- incastro	coefficiente rigidezza
Es	2100000 DaN/cm2		12
J necessario	14474 cm4		
Tipo di acciaio	S 275		
ftk	4300 DaN/cm2		
gamma M	1,05		
Tipo di profilato (I, HA, HB)	I		
Numero di profilati	4		
Jnec	3619		
Profilato utilizzato	IPE 240		
Momento d'inerzia	3892		
Modulo W	324		
Momento ultimo	5307428,57 DaNcm		

**RIEPILOGO**

Rigidezza muratura	42726 DaN/cm	
Rigidezza telaio	42362 DaN/cm	39385

Rigidità totale	85088	DaN/cm
Variazione % di rigidità	-11,92%	

## Analisi dei carichi

Peso proprio	0	DaN/ml
Peso portato	960	DaN/ml
Carico variabile	330	DaN/ml
Peso proprio trave	150	DaN/ml
Coefficiente peso proprio	1,3	
Coefficiente peso portato	1,5	
Coefficiente carico variabile	1,5	
<b><math>\psi_2</math> riduzione carichi variabili</b>	0,3	
qd SLU	<b>2130</b>	DaN/ml
qd SLE	<b>1209</b>	DaN/ml

Lunghezza di calcolo trave	1,05	ml
Modulo di elasticità	2100000	DaN/cm <sup>2</sup>
Denominatore coeff. freccia	500	
Carico sull'intera trave	<b>2237</b>	DaN
Momento in mezzeria	<b>294</b>	DaNm
Taglio max	<b>1.118</b>	DaN
Freccia massima consentita	<b>0,21</b>	cm

Momento di inerzia necessario **43** cm<sup>4</sup> per verificare la freccia

Tipo di acciaio	S275	
Tensione di snervamento	275	N/mm <sup>2</sup>
gamma <sub>M</sub>	1,05	
Tensione normale di calcolo	2619	DaN/cm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale di calcolo	1512	DaN/cm <sup>2</sup>
Tipo di profilato (I,HA,HB)	i	
Numero di profilati	2	
Profilato utilizzato	<b>IPE 240</b>	
Momento d'inerzia	<b>3892</b>	
Modulo W	<b>324</b>	
Area a taglio	<b>8,90</b>	cm <sup>2</sup>
<b>VERIFICHE SLU</b>		
Sigma_max (mezzeria)	<b>45,30</b>	DaN/cm <sup>2</sup> <b>VERIFICATO</b>
Tau_max (appoggio)	<b>62,79</b>	DaN/cm <sup>2</sup> <b>VERIFICATO</b>
<b>VERIFICHE SLE</b>		
freccia max	<b>0,00</b>	cm <b>VERIFICATO</b>

**APERTURA MURATURA IN PIETRA****SITUAZIONE ATTUALE**

## PARAMETRI MECCANICI MURATURA

TIPOLOGIA	Muratura a conci di pietra tenera			
fm	DaN/cm <sup>2</sup>	24,0	tabella C8A.2.1	valore minimo
to	DaN/cm <sup>2</sup>	0,6	tabella C8A.2.1	valore minimo
E	DaN/cm <sup>2</sup>	15000	tabella C8A.2.1	valore medio
G	DaN/cm <sup>2</sup>	5000	tabella C8A.2.1	valore medio
w	DaN/m <sup>3</sup>	1800	tabella C8A.2.1	

## COEFFICIENTI CORRETTIVI

livello conoscenza	FC	1,35	tabella C8A.1.1
coefficiente correttivo		1	tabella C8A,2,2

## PARAMETRI MECCANICI CORRETTI

fm	DaN/cm <sup>2</sup>	17,8	
to	DaN/cm <sup>2</sup>	0,4	
E	DaN/cm <sup>2</sup>	5556	valore fessurato ( E/2)
G	DaN/cm <sup>2</sup>	1852	valore fessurato (G/2)
gamma_m		1	coefficiente di riduzione = 1 per calcolo non lineare
fd	DaN/cm <sup>2</sup>	17,78	
tod	DaN/cm <sup>2</sup>	0,44	

## Dati generali

Setto	l	t	h	Vinc. (i/m)	b	fd	tod	E	G
Setto 1	188,5	25	330	l	1,50	17,78	0,444	5556	1852
Apertura									
Setto 2	188,5	25	330	l	1,50	17,78	0,444	5556	1852
<i>lunghezza totale</i>	<i>377</i>								

Setto	Rigidezza
Setto 1	11904
Setto 2	11904
<i>Totale</i>	<i>23807</i>

**SITUAZIONE DI PROGETTO**

## PARAMETRI MECCANICI MURATURA

TIPOLOGIA	Muratura a conci di pietra tenera			
fm	DaN/cm <sup>2</sup>	24,0	tabella C8A.2.1	valore minimo
to	DaN/cm <sup>2</sup>	0,6	tabella C8A.2.1	valore minimo
E	DaN/cm <sup>2</sup>	15000	tabella C8A.2.1	valore medio
G	DaN/cm <sup>2</sup>	5000	tabella C8A.2.1	valore medio
w	DaN/m <sup>3</sup>	1800	tabella C8A.2.1	

COEFFICIENTI CORRETTIVI

livello conoscenza	FC	1,35	tabella C8A.1.1
coefficiente correttivo		1	tabella C8A,2,2

PARAMETRI MECCANICI CORRETTI

fm	DaN/cm2	17,8	
tau0	DaN/cm2	0,4	
E	DaN/cm2	5556	valore fessurato ( E/2)
G	DaN/cm2	1852	valore fessurato (G/2)
gm		1	coefficiente di riduzione = 1 per calcolo non lineare
fd	DaN/cm2	17,78	
td	DaN/cm2	0,44	

Setto	l	t	h	Vinc. (i/m)	b	fd	tod	E	G
Setto 1	134	25	330	I	1,50	17,78	0,444	5556	1852
Apertura	105								
Setto 2	154	25	330	I	1,50	17,78	0,444	5556	1852
<i>lunghezza totale</i>	<i>393</i>								

Setto	Rigidezza
Setto 1	5835
Setto 2	7912
<i>Totale</i>	<i>13747</i>

CONFRONTO FRA ATTUALE E PROGETTO

Variazione di rigidezza		-10060	
Variazione % di rigidezza		-42,25%	<i>E' necessaria una cerchiatura</i>
Rigidezza da recuperare con la cerchiatura		-6488,6	
Larghezza dell'apertura	105	cm	
Altezza dell'apertura	250	cm	
Tipo di vincolo (ci,ii,si)	ii	incastro-incastro	coefficiente rigidezza
Es	2100000	DaN/cm2	12
J necessario	4023	cm4	
Tipo di acciaio	S 275		
ftk	4300	DaN/cm2	
gamma M	1,05		
Tipo di profilato (I, HA, HB)	I		
Numero di profilati	4		
Jnec	1006		
Profilato utilizzato	IPE 180		
Momento d'inerzia	1317		
Modulo W	146		
Momento ultimo	2391619,05	DaNcm	

RIEPILOGO

Rigidezza muratura	13747	DaN/cm
--------------------	-------	--------

Rigidità telaio	8496	DaN/cm	6489
Rigidità totale	22244	DaN/cm	
Variazione % di rigidità	-6,57%		

## Analisi dei carichi

Peso proprio	0	DaN/ml
Peso portato	1500	DaN/ml
Carico variabile	450	DaN/ml
Peso proprio trave	150	DaN/ml
Coefficiente peso proprio	1,3	
Coefficiente peso portato	1,5	
Coefficiente carico variabile	1,5	
<b><math>\psi_2</math> riduzione carichi variabili</b>	<b>0,3</b>	
qd SLU	<b>3120</b>	DaN/ml
qd SLE	<b>1785</b>	DaN/ml

Lunghezza di calcolo trave	1,05	ml
Modulo di elasticità	2100000	DaN/cm <sup>2</sup>
Denominatore coeff. freccia	500	
Carico sull'intera trave	<b>3276</b>	DaN
Momento in mezzzeria	<b>430</b>	DaNm
Taglio max	<b>1.638</b>	DaN
Freccia massima consentita	<b>0,21</b>	cm

Momento di inerzia necessario **64** cm<sup>4</sup> per verificare la freccia

Tipo di acciaio	S275	
Tensione di snervamento	275	N/mm <sup>2</sup>
gamma <sub>M</sub>	1,05	
Tensione normale di calcolo	2619	DaN/cm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale di calcolo	1512	DaN/cm <sup>2</sup>
Tipo di profilato (I,HA,HB)	i	
Numero di profilati	2	
Profilato utilizzato	<b>IPE 180</b>	
Momento d'inerzia	<b>1317</b>	
Modulo W	<b>146</b>	
Area a taglio	<b>8,90</b>	cm <sup>2</sup>

**VERIFICHE SLU**

Sigma <sub>max</sub> (mezzzeria)	<b>147,25</b>	DaN/cm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>
Tau <sub>max</sub> (appoggio)	<b>91,98</b>	DaN/cm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>
<b>VERIFICHE SLE</b>			
freccia max	<b>0,01</b>	cm	<b>VERIFICATO</b>

**Il progettista delle strutture****Il direttore lavori**