



COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici
Via N.Tommaseo n. 60 - Padova

ELENCO ANNUALE 2018

PROGETTO ESECUTIVO

Adeguamento impiantistico finalizzato alla
realizzazione di una zona museale
presso il Centro Culturale San Gaetano



N° Progetto 140 Nome file APPR_20_Relazione_Tecnica_Strutturale Data Settembre 2018	CUP H92F180000040001 LLPP EDP 2018 / 140	Elaborato 20 RELAZIONE TECNICO-SPECIALISTICA E DI CALCOLO STRUTTURALE
Progettista Per Arch. Alessandro Nicolini 	Rup Arch. Diego Giacon	Capo Settore



**ADEGAUMENTO IMPIANTISTICO FINALIZZATO
ALLA REALIZZAZIONE DI UNA ZONA MUSEALE
RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA E DI CALCOLO
IMPIANTI MECCANICI**

Comune di	: PADOVA
Progetto	: <i>Adeguamento impiantistico finalizzato alla realizzazione di una zona museale presso il Centro Culturale San Gaetano sito in Via Altinate, 71 a Padova</i>
Committente	: COMUNE DI PADOVA – SETTORE LAVORI PUBBLICI Via Niccolò Tommaseo, 60 – 35131 Padova
Progettista consulente tecnico	o : NICOLI Per.Ind. ALESSANDRO c/o STUDIO TREVÌ

00	Relazione Tecnica	N.M.	N.M.	A.N.	09/2018
Rev.	Descrizione	Relatore	Verificato	Approvato	Data

INDICE

PREMESSA.....	- 1 -
DESCRIZIONE GENERALE	- 1 -
CRITERI DI PROGETTAZIONE	- 2 -
Descrizione generale.....	- 2 -
NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.....	- 2 -
Norme generali	- 2 -
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	- 3 -
Legno lamellare	- 3 -
Acciaio per profilati S235.....	- 3 -
Acciaio per profilati S275.....	- 3 -
Bulloni in acciaio classe 8.8.....	- 3 -
VERIFICHE DELLE STRUTTURE	- 4 -
Intervento 1-2 – Opere di sostegno per i macchinari di trattamento dell'aria.....	- 5 -
Intervento 3 – Posa baggioli	- 6 -
Intervento 4 – struttura di sostegno delle tubazioni dell'aria	- 7 -
Intervento 5 – Opera provvisoria per il supporto dei ponteggi	- 8 -
Intervento 6 – Sostegno muratura su fori per passaggio tubazioni.....	- 11 -
ALLEGATO A – VERIFICA PIASTRA DI ANCORAGGIO BAGGIOLI	- 13 -

PREMESSA

Con la presente relazione di calcolo si intende descrivere gli interventi strutturali a corredo dell'adeguamento impiantistico finalizzato alla realizzazione di una zona museale presso il Centro Culturale San Gaetano, situato nel comune di Padova in via Altinate 71.

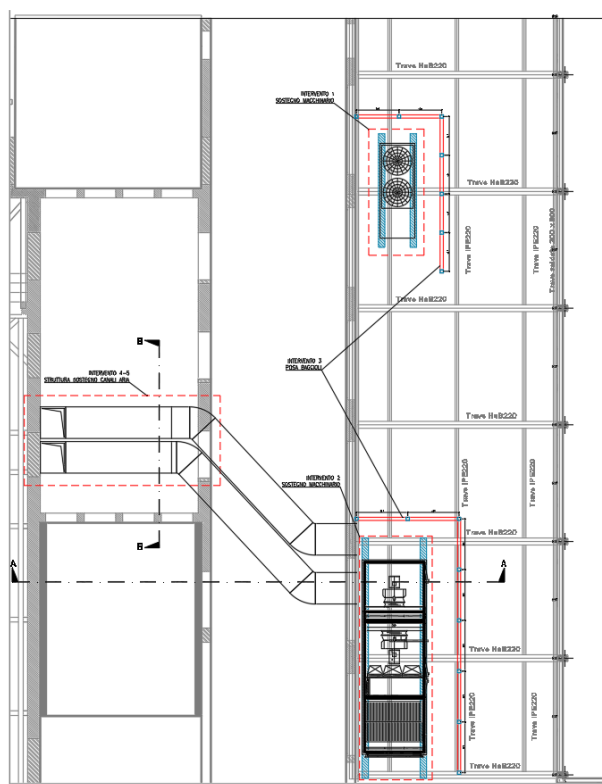
DESCRIZIONE GENERALE

L'intervento, costituito da 6 fasi separate, prevede il posizionamento di un gruppo frigo e una CTA in copertura all'edificio e successiva installazione delle tubazioni di mandata e ritorno dell'aria.

Gli interventi prevederanno la rimozione di parte dell'isolamento presente per il posizionamento di profili in carpenteria metallica direttamente sulla struttura portante per la ripartizione del carico dei macchinari (Intervento 1 – 2), successivamente saranno installati dei pannelli fonoassorbenti utilizzando profili metallici appoggiati direttamente sulla struttura portante (Intervento 3).

L'installazione delle tubature dell'aria (Intervento 4) prevede il passaggio attraverso un pozzo di luce presente nell'edificio, pertanto, per consentirle le lavorazioni in sicurezza sarà necessario predisporre una struttura provvisoria atta a sostenere i ponteggi (Intervento 5).

Come ultima lavorazione saranno praticati due fori sulle murature per il passaggio dei canali (Intervento 6).



Pianta interventi

CRITERI DI PROGETTAZIONE

DESCRIZIONE GENERALE

Le verifiche sono condotte con il metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018) nel rispetto dei criteri della Scienza delle Costruzioni.

NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Si è fatto riferimento alla normativa italiana elencata in seguito:

NORME GENERALI

- D.M. 17/01/2018, "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. 14/01/2008, "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 02 febbraio 2009, Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.
- Legge n. 1086 del 05 novembre 1971, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 09 febbraio 2011 "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008".

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

LEGNO LAMELLARE

Si prevede l'utilizzo di legno lamellare di classe di resistenza GL24h secondo UNI EN 1194:2000. Per tale classe si possono assumere i seguenti valori per le caratteristiche meccaniche:

resistenza caratteristica a flessione	f_{mk}	24,0	Mpa
resistenza a trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	16,5	Mpa
resistenza a trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0,4	Mpa
resistenza caratteristica a taglio	f_{vk}	2,7	Mpa
resistenza caratt. A compr. Perpend. Alla fibratura	$f_{c,90,k}$	2,7	Mpa
modulo elastico medio legno (parall. Alla fibratura)	$E_{0,mean}$	11600	Mpa
modulo di elasticità tangenziale	G_{mean}	720	Mpa
densità media legno	ρ	380	kg/m ³

ACCIAIO PER PROFILATI S235

In mancanza di un'analisi sulla natura del materiale si assume un acciaio tipo S235.

tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	235	Mpa
tensione di progetto	f_{yd}	223.8	Mpa

ACCIAIO PER PROFILATI S275

In mancanza di un'analisi sulla natura del materiale si assume un acciaio tipo S275.

tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	275	Mpa
tensione di progetto	f_{yd}	261.9	Mpa

BULLONI IN ACCIAIO CLASSE 8.8

tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	800	Mpa
tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	640	Mpa
tensione di progetto	f_{yd}	512	Mpa

STUDIO TREVI

Via Degli Artisti, 36 - 35136 Padova - tel. 049693796 - fax 0498804305

E-mail: info@studiotrevi.com

VERIFICHE DELLE STRUTTURE

Si riportano a seguire le analisi ed i risultati delle verifiche condotte in accordo con le N.T.C. di cui al D.M. 17/01/2018 secondo il metodo degli stati limite.

Si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione allo stato limite ultimo SLU

$$\gamma_{G1}G_{10} + \gamma_{G1}G_{11} + \gamma_{G1}G_{12} + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_{Q1}Q_{k1} + \gamma_{Q2}\psi_{02}Q_{k2} + \dots$$

Combinazione allo stato limite di esercizio SLE (rara)

$$G_{10} + G_{11} + G_{12} + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02}Q_{k2} + \dots$$

Combinazione allo stato limite di esercizio SLE (frequente)

$$G_{10} + G_{11} + G_{12} + G_2 + \psi_{11}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

Combinazione allo stato limite di esercizio SLE (quasi permanente)

$$G_{10} + G_{11} + G_{12} + G_2 + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

I coefficienti applicati per la determinazione delle combinazioni di carico si ricavano dalle tabelle successive:

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

STUDIO TREVI

Via Degli Artisti, 36 - 35136 Padova - tel. 049693796 - fax 0498804305

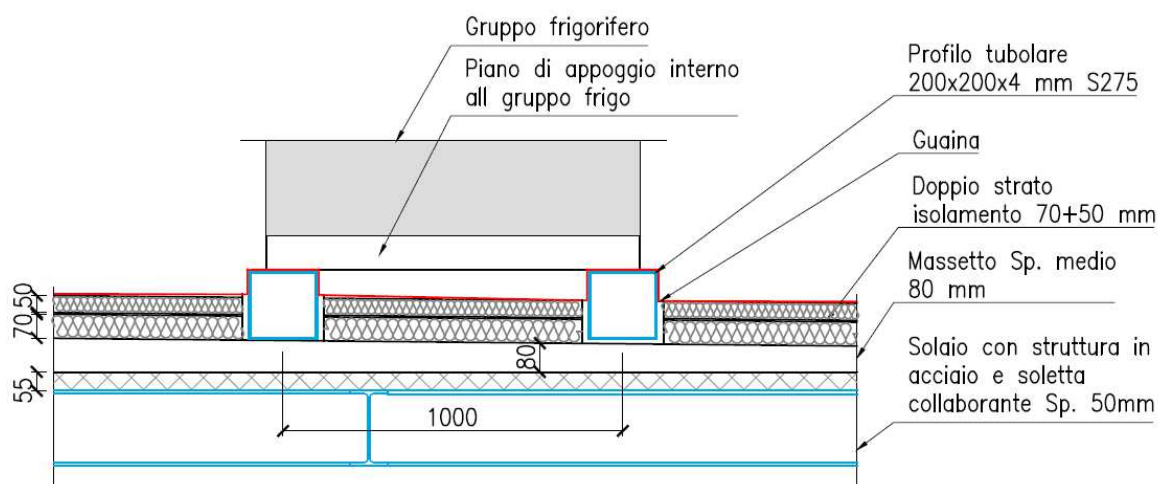
E-mail: info@studiotrevi.com

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

INTERVENTO 1-2 – OPERE DI SOSTEGNO PER I MACCHINARI DI TRATTAMENTO DELL'ARIA

L'intervento prevede il posizionamento dei due macchinari per il trattamento dell'aria in copertura. Sulla zona di appoggio di ogni singola macchina verrà rimossa la pavimentazione e posizionati due profili tubolati 200x200x4 mm per la ripartizione del carico.



Intervento 1 - 2

Il macchinario più esteso ha un peso pari a 3284 Kg, insistenti su un area pari a circa 15.5 mq, pertanto il carico distribuito è pari a $3284/15.5 = 212$ Kg/mq

Si andrà ad analizzare il carico gravante sulla copertura in condizioni ante e post operam.

Analisi carichi ante e post operam	spess.	dens.	P_{tot}	
Copertura – ante operam				
Massetto	-	-	100	daN/mq
Pavimentazione	-	-	50	daN/mq
Impianti tecnologici	-	-	100	daN/mq
Sovraccarico accidentale	-	-	200	
Carico neve	-	-	80	
TOT permanenti			530	daN/mq

STUDIO TREVI

Via Degli Artisti, 36 - 35136 Padova - tel. 049693796 - fax 0498804305

E-mail: info@studiotrevi.com

Copertura – post operam

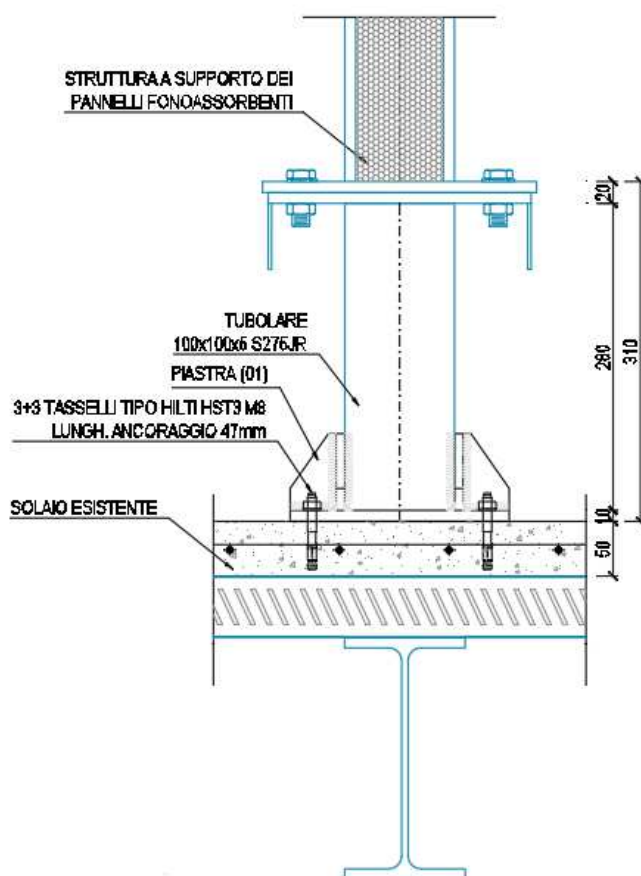
Massetto	-	-	100	daN/mq
Impianti tecnologici	-	-	212	daN/mq
Neve	-	-	80	daN/mq
TOT permanenti			392	daN/mq

Il carico dopo l'intervento risulta inferiore a quanto previsto in fase di progettazione dell'edificio, pertanto si può affermare che la copertura è in grado di sostenere l'installazione delle macchine citate in precedenza senza ulteriori interventi di rinforzo.

INTERVENTO 3 – POSA BAGGIOLI

L'intervento prevede il posizionamento di 17 baggioli per il successivo sostegno della struttura portante dei pannelli fonoassorbenti posti ai lati dei macchinari.

Ogni baggiolo è vincolato direttamente alla struttura della copertura mediante N°3+3 tasselli meccanici tipo HILTI HST3 M8.



Intervento 3

STUDIO TREVI

Via Degli Artisti, 36 - 35136 Padova - tel. 049693796 - fax 0498804305

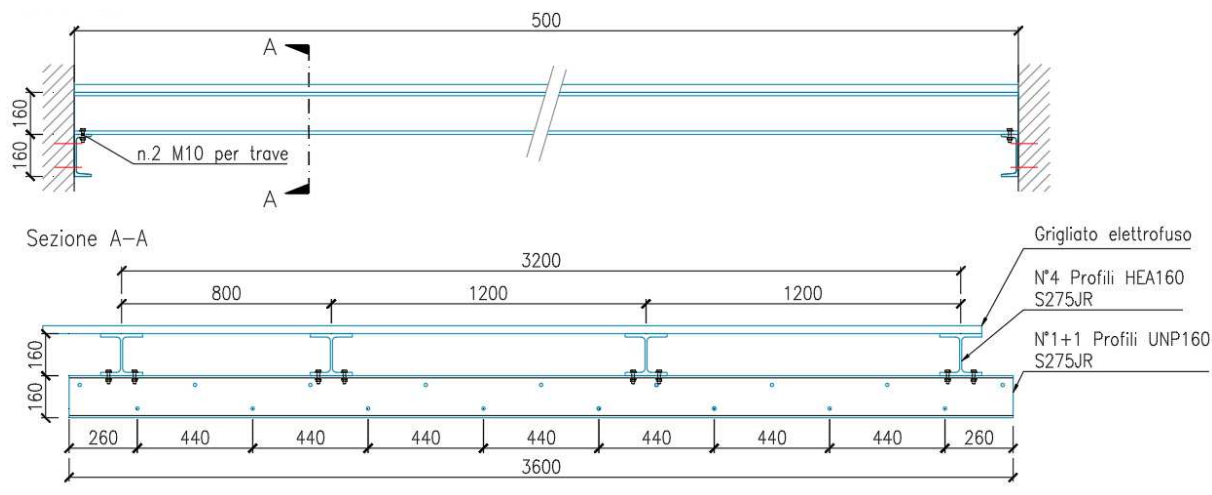
E-mail: info@studiotrevi.com

Le verifiche della pista di ancoraggio sono riportate nell'ALLEGATO A.

INTERVENTO 4 – STRUTTURA DI SOSTEGNO DELLE TUBAZIONI DELL'ARIA

L'intervento 4 prevede il posizionamento di N°4 profili HEA160 con lo scopo di sostenere le tubazioni di passaggio dell'aria, appoggiati alle estremità a profili UNP160.

I profili UNP160 sono vincolati alle pareti in muratura mediante N°17 barre filettate M12 inghisate con ancorante chimico tipo HILTI HIT-HI 70.



Intervento 4

La verifica prevede il calcolo in combinazione SLU e SLE dei profili HEA160.

- Carico tubazioni 20 Kg/m
- Carico peso proprio profili 30 Kg/m
- Impalcato 30 Kg/m
- Neve $80 \text{ Kg/mq} \times 1.2 \text{ m} = 100 \text{ Kg/m}$

$$q_{SLE} = 180 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

$$q_{SLU} = 270 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

Lo schema statico è di semplice appoggio, si andrà pertanto ad eseguire una verifica tensionale sul profilo in combinazione SLU.

$$M = \frac{ql^2}{8} = 8.5 \text{ KNm}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = 38 \text{ MPa} \ll 261.9 \text{ MPa} \quad \text{Verificato}$$

La verifica SLE si esegue considerando una freccia limite pari a $L/300$.

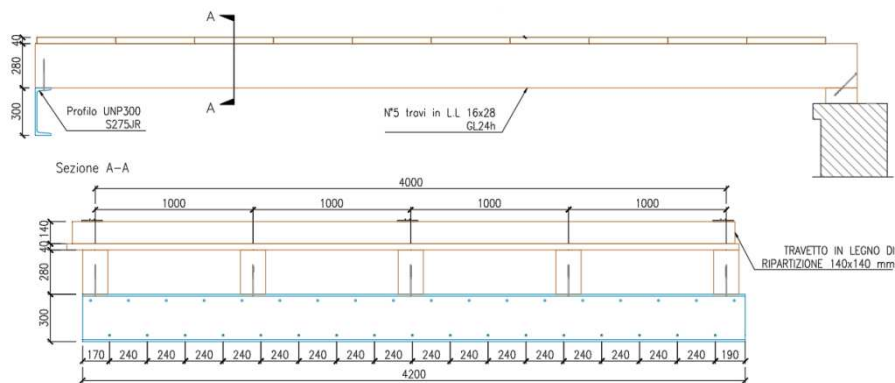
$$f = \frac{5ql^4}{384EI} < \frac{L}{300} \rightarrow J = \frac{1500}{384} * \frac{ql^3}{E} = 418 \text{ cm}^4$$

Il momento di inerzia del profilo utilizzato HEA160 è pari a 1673 cm^4 , superiore al momento d'inerzia necessario per la verifica, pertanto la verifica si considera soddisfatta

INTERVENTO 5– OPERA PROVVISORIALE PER IL SUPPORTO DEI PONTEGGI

L'opera è costituita da un piano di appoggio in tavolato dello spessore di 40 mm, sostenuto da N°5 travi in legno lamellare delle dimensioni di 16x28 cm e lunghezza pari a 5.20 m.

Le travi di sostegno sono appoggiate da un lato alla struttura esistente, dall'altro ad un profilo UNP300 in acciaio S275 vincolato alla parete in muratura mediante N°35 barre filettate M12 inghisate con ancorante chimico tipo HILTI HIT-HI 70.



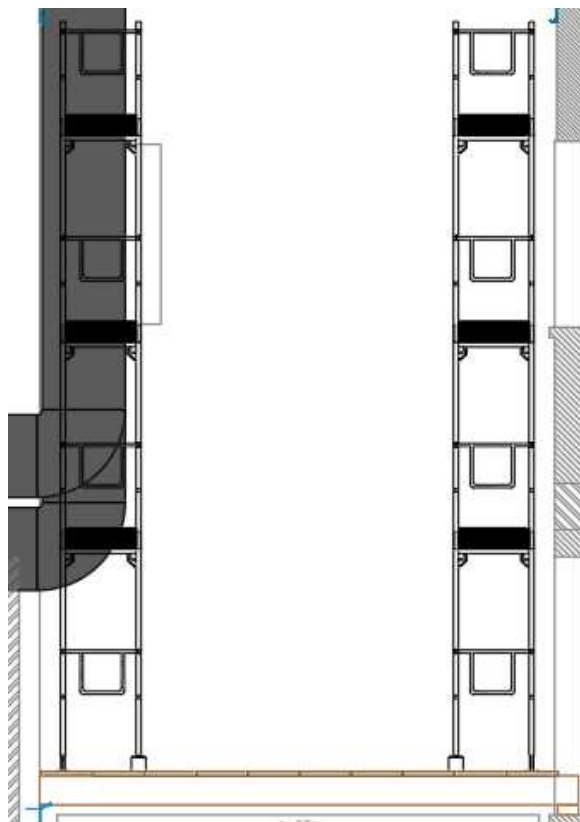
Intervento 5

Su questa struttura sono posti due stilate di ponteggi, appoggiate ai due lati lunghi del pozzo di luce, e costituiti da 3 piani di lavoro orizzontali, uno dei quali viene considerato a pieno carico.

STUDIO TREVI

Via Degli Artisti, 36 - 35136 Padova - tel. 049693796 - fax 0498804305

E-mail: info@studiotrevi.com



Posizionamento ponteggi

Si considera un carico pari a 100 Kg/mq per ogni piano di lavoro e all'ultimo piano si considera un'ulteriore carico pari a 150 Kg/mq per le lavorazioni di installazione dell'intervento 4.

$$Q = \left(100 \frac{\text{Kg}}{\text{mq}} * 3 + 150 \right) * 1.5 = 675 \frac{\text{Kg}}{\text{mq}}$$

Viene inoltre applicato a tutto il piano d'appoggio in tavolato ligneo un carico distribuito pari a 150 Kg/mq per l'eventuale deposito di materiale in attesa di lavorazione.

Si riporta l'estratto di calcolo per la verifica delle travi in legno lamellare, calcolate utilizzando un foglio di calcolo Excel.

STUDIO TREVI

Via Degli Artisti, 36 - 35136 Padova - tel. 049693796 - fax 0498804305

E-mail: info@studiotrevi.com

dati sezione e materiali									
denominazione trave:									
	B	H	inclinaz.	f _{m,d}	f _{v,d}	legno			
trave	16	28	0°.0	132.4	14.9	GL 24h - lamellare	classe di servizio	1	
	[cm]	[cm]		[kg/cm ²]	[kg/cm ²]		classe durata carico	media	

combinazioni e sollecitazioni				
luce di calcolo		L	500	cm
		SLU	SLE rara	SLE q. p.
distribuito	q _d	517.13	347.02	137.02
conc. a L/2	P _d	0.00	0.00	0.00
				[kg/m]
momento flettente	M _{Ed,y}	161604		kgcm
	M _{Ed,z}	0		kgcm
sollecitazione di taglio	V _{Ed,y}	1293		kg
	V _{Ed,z}	0		kg

verifiche agli S.L.U.					
σ _{my,d}	σ _{mz,d}	verifica	τ _{y,d}	τ _{z,d}	verifica
77.3	0.0	0.54	4.3	0.0	0.29
[kg/cm ²]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	

verifiche agli S.L.E.					
	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{TOT} [cm]		
freccia istantanea	0.0	0.8	0.8	L / 601	
freccia finale	0.0	0.5	0.5	L / 951	

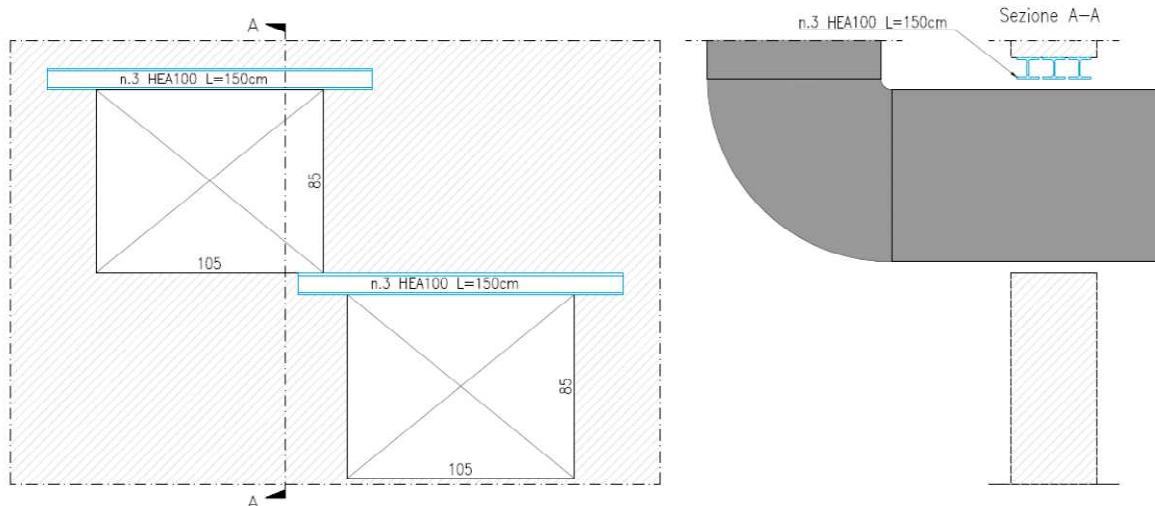
connessione				
tipologia connettori:				
spinotti in faggio Ø20×130 mm incollati con colla vinilica				
passo connettori	S _l	10	cm	
sforzo max connettori	F _{Ed}	0.0	kg	
sforzo di progetto	F _{Rd}	313.8	kg	

verifiche rinforzo					
	σ _{d,sup}	σ _{d,inf}	verifica	τ _d	verifica
tavolone	127.0	93.9	0.96	***	***
trave	-77.3	77.3	0.58	4.3	0.29
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]	

	f _y [cm]		
freccia istantanea	0.8	L / 601	
freccia finale	0.5	L / 951	

INTERVENTO 6 – SOSTEGNO MURATURA SU FORI PER PASSAGGIO TUBAZIONI

L'intervento prevede l'apertura di due fori sulla muratura portante perimetrale per il passaggio delle tubazioni dell'aria.



Intervento 6

Si prevede di inserire N°3 profili HEA100 per ogni foro con funzione di architrave per sostenere la porzione di muro sovrastante.

STUDIO TREVI

Via Degli Artisti, 36 - 35136 Padova - tel. 049693796 - fax 0498804305

E-mail: info@studiotrevi.com

Padova, li 09/2018

IL TECNICO



.....

IL TECNICO



.....

(Timbro e Firma)

STUDIO TREVI

Via Degli Artisti, 36 - 35136 Padova - tel. 049693796 - fax 0498804305

E-mail: info@studiotrevi.com

ALLEGATO A – VERIFICA PIASTRA DI ANCORAGGIO BAGGIOLI



Profis Anchor 2.7.8

www.hilti.it

Impresa:

Progettista:

Indirizzo:

Telefono / Fax:

E-mail:

Pagina:

Progetto:

Contratto N°:

Data:


1

san gaetano Baggioli

02/10/2018

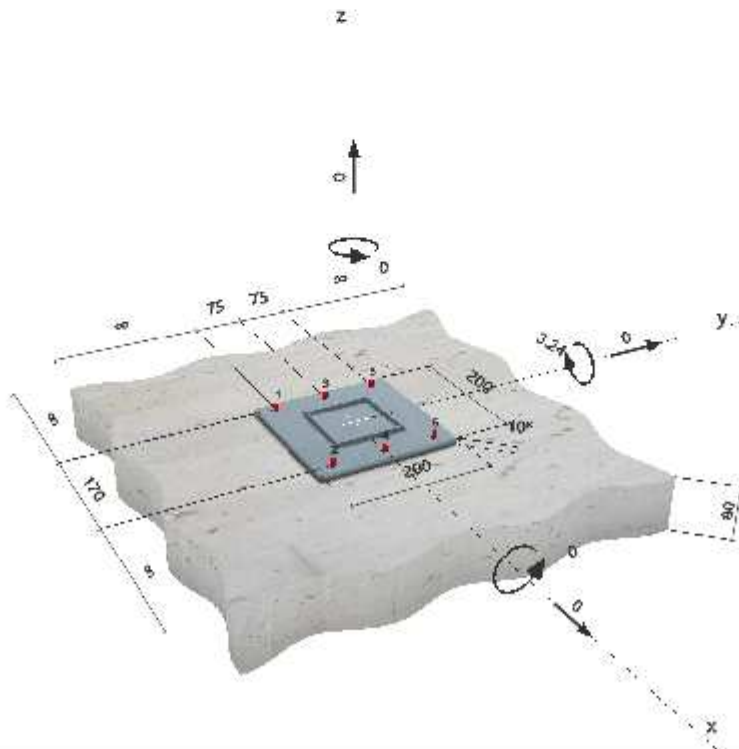
Commenti del progettista:

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HST3 M8 hef2	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef} = 47 \text{ mm}$, $h_{rem} = 54 \text{ mm}$	
Materiale:		
Certificazione No.:	ETA-98/0001	
Emesso / Validato:	09/02/2018 [-]	
Prova:	metodo di calcolo ETAG (Nr. 001 Allegato C/2010)	
Fissaggio distanziato:	$e_s = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 10 \text{ mm}$	
Piastra d'ancoraggio:	$l_p \times l_p \times t = 200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	Profilo quadrato cavo; (L x W x T) = 100 mm x 100 mm x 4 mm	
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C30/37, $f_{c,med} = 37.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 80 \text{ mm}$	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale	

* - user is responsible to ensure a rigid base plate for the entered thickness with appropriate solutions (stiffeners,...)

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



Si dovrà verificare la corrispondenza dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan.

STUDIO TREVÌ

Via Degli Artisti, 36 - 35136 Padova - tel. 049693796 - fax 0498804305

E-mail: info@studiotrevi.com

Hilti HIT-HY 70
resina per muratura

HILTI

Hilti HIT-HY 70 resina per muratura

Sistema di ancoraggio chimico	Vantaggi
 Hilti HIT-HY 70 cartuccia da 330 ml (disponibile anche in cartucce da 500 ml e 1400 ml)	- sistema di ancoraggio chimico ad iniezione per tutti i tipi di murature: <ul style="list-style-type: none">- forate e piene- mattoni in laterizio, mattoni in pietra calcarea, blocchi in calcestruzzo normale e alleggerito, gasbeton, pietra naturale
 Miscelatore	- resina bicomponente ibrida
 Barre filettate HIT-V	- indurimento rapido
 Barre filettate HAS e HAS-E	- pratico e maneggevole
 Bussole con filetto interno HIT-IC	- flessibilità nella profondità di ancoraggio e nello spessore fissabile
 Bussole con filetto interno HIS-RN	- possibilità di utilizzo con distanze dal bordo e interassi ridotti
 Bussole retinate HIT-SC	- distribuzione ottimale e nessuno spreco di resina con le bussole HIT-SC
	- indicato per applicazioni a soffitto
	- temperatura di esercizio: <ul style="list-style-type: none">a breve termine: max. 80°Ca lungo termine: max 50°C



Calcestruzzo



Profondità di ancoraggio variabile



Mattone pieno



Mattone forato



Gasbeton



Resistenza al fuoco



Resistenza alla corrosione



Alta resistenza alla corrosione

Certificati

Descrizione	Autorità / Laboratorio	No. / data di pubblicazione
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (certificazione nazionale tedesca)	DiBt, Berlino	Z-21.3-1830 / 2011-12-01
Scheda tecnica SOCOTEC TM	SOCOTEC, Parigi	YX 0047 08.2006
Rapporto di prova di resistenza al fuoco	MFPA, Lipsia	PB III/B-07-157 / 2012-03-03
Rapporto di valutazione (fuoco)	warringtonfire	WF 166402 / 2007-10-26