



WELCOME TO
LAYHER.

**Il progetto:
calcolo del
ponteggio**

Layher. 

More Possibilities. The Scaffolding System.

IL PROGETTO: PREMESSA

D.Lgs 81/2008: Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro

- ▶ **Titolo IV:** Cantieri temporanei e mobili
 - ▶ **Capo II:** Prevenzioni infortuni da lavoro nelle costruzioni e nei lavori in quota
 - ▶ **Sezione V:** Ponteggi fissi

Art.131 e art.132: autorizzazione alla costruzione e all'impiego di ponteggi.

Il fabbricante chiede al Ministero del Lavoro, della salute e delle politiche sociali l'autorizzazione alla costruzione e all'impiego ,corredando la domanda di una relazione tecnica, nella quale è previsto il calcolo in varie condizioni di impiego.

Art.133: il progetto.

Ponteggi configurati diversamente dai casi previsti nell'autorizzazioni ministeriale e le opere provvisionali in genere richiedono un progetto specifico, costituito da

- verifiche strutturali, secondo le istruzioni approvate nell'autorizzazione ministeriale;
- disegno esecutivo.

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica: riferimenti normativi

- ▶ Circolare MLPS n.132/91: istruzioni per ponteggio multidirezionale;
- ▶ Circolare MLPS n.44/90: istruzioni per ponteggio a telai prefabbricati;
- ▶ Circolare MLPS n.85/78: istruzioni per ponteggio in tubo e giunto;



- ▶ CNR 10011/97: calcolo, esecuzione e collaudo di costruzioni in acciaio;
- ▶ CNR 10022/84: impiego di profilati in acciaio formati a freddo;
- ▶ CNR 10027/85: strutture in acciaio per opere provvisorie;
- ▶ CNR 10012/85: azioni sulle costruzioni.

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica: contenuti

- ▶ CAPITOLO 1: descrizione degli elementi che costituiscono il ponteggio, loro dimensioni con tolleranze ammissibili e schema d'insieme;
- ▶ CAPITOLO 2: caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati e coefficienti di sicurezza adottati per i singoli materiali;
- ▶ CAPITOLO 3: indicazione delle prove di carico, a cui sono stati sottoposti i vari elementi;
- ▶ CAPITOLO 4: calcolo del ponteggio secondo varie condizioni di impiego;
- ▶ CAPITOLO 5: istruzione delle prove di carico del ponteggio;
- ▶ CAPITOLO 6: istruzioni di montaggio, impiego e smontaggio del ponteggio;
- ▶ CAPITOLO 7: schemi tipo di ponteggio con l'indicazione dei massimi ammessi di sovraccarico, di altezza di ponteggi e di larghezza degli impalcati per i quali non sussiste l'obbligo del calcolo per ogni singola applicazione;
- ▶ ALLEGATO A: disegni degli elementi costitutivi del ponteggio, schemi tipo di montaggio del ponteggio, limiti d'impiego e prescrizioni sui materiali impiegati;
- ▶ ALLEGATO 2: istruzioni di calcolo per ponteggi metallici ad elementi prefabbricati di altezza superiore a 20m e per altre opere provvisionali.

LIBRETTO DI AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 1: descrizione elementi

Descrizione degli elementi che costituiscono il ponteggio, loro dimensioni con tolleranze ammissibili e schema d'insieme.

1.1 Montanti con spinotto aggraffato (Tav. N.1-2-6)

Tali montanti in accoppiamento con i traversi descritti al paragrafo 1.11 hanno la funzione di realizzare le stilate del ponteggio. Sono realizzati in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ mm in acciaio S275 J0H, di lunghezza mm 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 e 4000. A 35 mm dall'estremità inferiore è praticato un foro $\varnothing 13$ mm, per il collegamento assiale con il montante sottostante mediante la spina a verme. All'estremità superiore del montante è montato mediante deformazione plastica uno spinotto in tubo $\varnothing 38 \times 3.6$ in acciaio S275 J0H mm, di lunghezza 290 mm, inserito nel tubo del montante per un tratto di mm 90. A 165 mm dall'estremità superiore dello spinotto è praticato un foro $\varnothing 13$ mm, per il collegamento con il montante superiore mediante la spina a verme. I collegamenti del montante sono realizzati mediante una serie di piastre circolari forate, saldate con passo 500 mm a partire da mm 400 dalla base del montante. Ciascuna piastra ha la forma di una corona circolare in acciaio S 235 JR, avente diametro esterno di 123.5 mm, diametro interno 49.2 mm e spessore 9 mm. Il fissaggio sul montante è realizzato mediante saldatura elettrica lungo l'intera circonferenza di contatto con il montante su entrambe le facce. Sulla piastra sono ricavati N.8 asole, aventi la geometria e la disposizione indicate sul disegno, per il collegamento dei correnti, diagonali e traversi. Le dimensioni, le tolleranze e la posizione del marchio inciso LAYHER  sono indicate nel disegno su citato. I pesi dei montanti con tolleranza $\pm 5\%$ per lotto di almeno 1000 elementi, sono i seguenti :

-H = m 1.0:	5.50 daN
-H = m 1.5:	7.80 daN
-H = m 2.0:	10.20 daN
-H = m 2.5:	12.20 daN
-H = m 3.0:	14.60 daN
-H = m 4.0:	19.10 daN

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 2: caratteristiche materiali

Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati e coefficienti di sicurezza adottati.

Tabella II: Caratteristiche tubi in acciaio S275 J0H UNI EN 10219-1

Caratteristiche meccaniche	Spessore s (mm)	Valore Nominale
Carico unitario di rottura a trazione	$0 < s < 3$	430-580 N/mm ²
	$3 \leq s \leq 40$	410-560 "
Carico unitario di snervamento	≤ 16	≥ 275 N/mm ²
Allungamento percentuale a rottura ($L_0 = 5.65 \sqrt{S_0}$)	≤ 40	≥ 17 % (*)

(*) Allungamento valido per dimensioni del profilato $\leq 60 \times 60$ mm

2.2- Coefficienti di sicurezza - Resistenze di calcolo.

2.2.1 – Acciai

Nelle verifiche i coefficienti di sicurezza adottati per gli acciai con il metodo delle tensioni ammissibili sono quelli relativi alla prima e seconda condizione di carico della Norma CNR 10011/97. Si hanno i seguenti valori:

Condizione di carico	I	II
Coefficiente di sicurezza rispetto alla tensione di rottura	2.25	2.0
Coefficiente di sicurezza rispetto alla tensione di snervamento	1.50	1.33

A tali coefficienti corrispondono i seguenti valori della resistenza di calcolo, in accordo al prospetto 4-II delle Istruzioni CNR 10011/97:

Resistenze di calcolo f_d (N/mm ²)	S 235 JRH, S 250 GD S 235 JR	S275J0H, S 320 GD
Condizione di carico I	160	190
Condizione di carico II	180	213

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 3: prove di carico

- ▶ prove dei materiali;
- ▶ prove di qualificazione del processo di saldatura;
- ▶ prova di collasso del telaio di stilata;
- ▶ prova di rigidità di schemi funzionali degli irrigidimenti di stilata, di facciata e in pianta;
- ▶ prova di rigidità del collegamento montante-traverso e montante-corrente;
- ▶ prova di rottura del dispositivo di giunzione tra montante ed elementi collegati ad esso;
- ▶ prove di trazione, compressione e flessione degli elementi;
- ▶ prove di trazione del giunto assiale dei montanti;
- ▶ prove sul parasassi prefabbricato;
- ▶ prova di flessione degli impalcati prefabbricati;
- ▶ prove sulle travi per passi carrai;
- ▶ prova sugli elementi di scala;
- ▶ prova a collasso su prototipo.



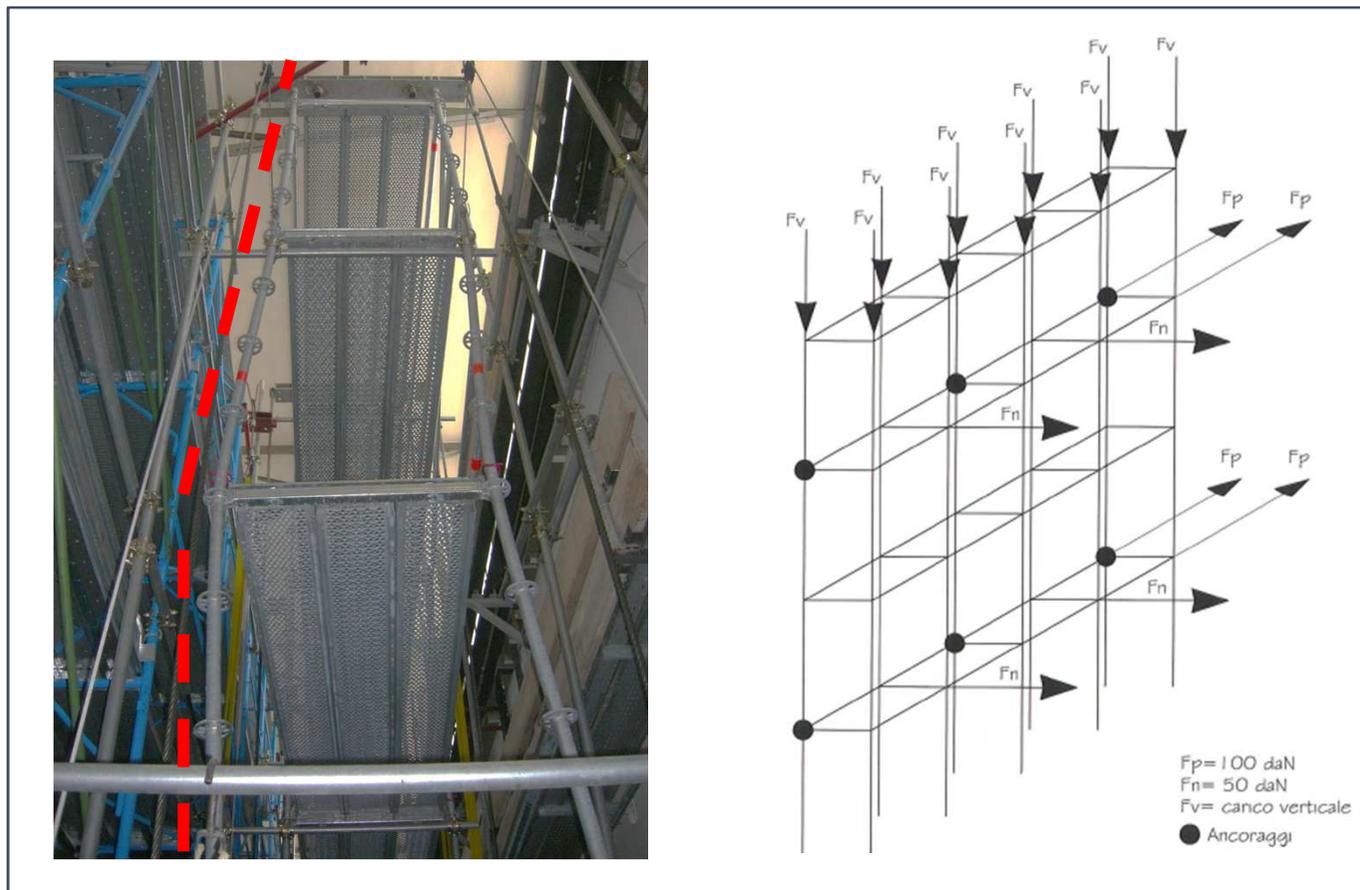
PROVA DI RIGIDEZZA
IRRIGIDIMENTI DI FACCIATA



PROVA DI RIGIDEZZA
MONTANTE-TRAVERSO

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 3: prove di carico, collasso su prototipo



AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 3: prove di carico, collasso su prototipo

3.1- Prova di carico a collasso con impalcati metallici a tutti i piani (Cert. Università di Perugia N.465PF/EI.M del 25.10.2010).

I risultati della due prove di carico a collasso su due prototipi uguali di ponteggio, con impalcati metallici a tutti i piani, sono i seguenti:

Saggio N°	Carico di collasso sul montante singolo (daN)	
	Montante esterno	Montante interno
1	3672	3672
2	3576	3576
Valore medio	3624	3624
Valore min. di rifer.	$1850 \times 0.732 \times 3.072 / 2 = 2519$	$1850 \times 0.732 \times 3.072 / 2 = 2519$
Scarto	48(=1.3 % < 12.5%)	48(=1.3 % < 12.5%)

Per le prove di accertamento delle caratteristiche meccaniche vedere Cert. 277PF/EI.M del 27.03.08 al paragrafo 3.3

3.3 Prove sui materiali (Cert. Università degli studi di Perugia N.277/EI.M del 27.3.08)

Sono riportati qui di seguito i risultati delle prove per accertare le caratteristiche meccaniche e dimensionali su tre saggi.

Tubi diametro 48.3x3.2 mm in acciaio S 275J0H EN UNI 10219

Saggio N°	Carichi unitari N/mm ²		Allungamento % ($L_0 = 5.65 \sqrt{S_0}$)
	Snervamento	Rottura	
1A	417.7	486.7	21
2A	418.2	481.5	20
3A	415.6	484.8	21
Valore di rif.	≥ 275	410..560	≥ 17.0

Spessori min/max misurati: mm 2.90/2.93 (campo di tolleranza : 2.88/3.52 mm)

Diametri min/max misurati: mm 48.27/48.37 (campo di tolleranza: 47.8/48.8 mm)

$P_{cr} = 3576 \text{ daN}$

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 4: calcolo del ponteggio

Calcolo del ponteggio secondo varie condizioni di impiego.

4.2- Caratteristiche del ponteggio

Il ponteggio in oggetto è destinato a :

- lavori di manutenzione con un carico di servizio di 150 daN/m^2 sull'impalcato di lavoro e di 75 daN/m^2 su un secondo impalcato (sottoponte di sicurezza) con interasse fra le stilate di mm 732-1000-1088-1400-1500-1572-2000-2072-2500-2572-3000-3072, interasse dei montanti in stilata 732 mm e altezza interpiano di m 2.0. Sono previsti i seguenti schemi di ponteggio

- altezza massima del piano di lavoro: 20 m
- interasse massimo delle stilate in facciata :3072 mm
- interasse dei montanti in stilata: 732 mm
- N.10 piani (compreso il piano montato a livello delle basette regolabili) realizzati con impalcati metallici obbligatori con funzione strutturale con N. 2 piani carichi con 150 e 75 daN/mq rispettivamente (ponte e sottoponte di sicurezza);
- montaggio di schermo parasassi in elementi prefabbricati e impalcati metallici in acciaio a quota 4 m;
- 2 correnti parapetto sulla facciata esterna;
- 2 correnti parapetto di testata ai piani accessibili da parte del personale e al piano sottoponte di sicurezza;
- fermapiedi di facciata e di testata a tutti i piani di ponteggio accessibili da parte del personale e al piano sottoponte di sicurezza;
- controventatura di facciata realizzata con diagonali di facciata in numero di una per ogni quattro moduli di ponteggio disposte a torre o in diagonale;
- controventatura in pianta realizzata con impalcati metallici;
- basetta fissa o regolabile al piede di ogni montante;
- elemento di partenza al piede di ogni montante con l'elemento di collegamento;
- ancoraggi: come indicato nello schema

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 4: carichi elementari

CARICO D'ESERCIZIO (Circolare MLPS n.132/91)

classe	carico uniformemente ripartito (KN/m ²)	Carica applicato, su superficie di 500*500 mm (KN)	Carico applicato, su superficie di 200*200 mm (KN)	Carico su una superficie Parziale Superficie Parziale A (KN/m ²) (m ²)
Ponteggio da manutenzione	1.5	1.5	1.0	-
Ponteggio da costruzione	3.0	3.0	1.0	5 0.4A
Piazzole di carico	4.5	3.0	1.0	7.5 0.4A

Es. manutenzione

Piano di lavoro 150daN/m²

Sottoponte (50%) 75daN/m²

CARICO NEVE (CNR 10012)

I carichi della neve (q_s) sono valutati per altitudini sul livello del mare di h (m) mediante l'espressione:

$q_s = q_{s0} \alpha_r \mu$, essendo:

$q_{s0} = \eta (900 + 2.4 h)$ per $h \leq 750$ m

$q_{s0} = \eta (2700 + 7 (h - 750))$ per $h > 750$ m

α_r = coefficiente di ritorno = 1 (per durata inferiore a due anni)

μ = coefficiente di esposizione = 0.80 per superfici piane
= 0.587 per superfici inclinate a 38°

Nella zona geografica I con $\eta = 1$ e $\mu = 0.8$ si ottiene:

$q_s = 0.8 (900 + 2.4 h) = 720 + 1.92 h$

Per $h = 500$ m si ottiene $q_s = 1680$ N/m². Tale carico della neve viene assunto come carico di progetto per tutte le zone geografiche.

Nella zona geografica II con $\eta = 2/3$ si ottiene $q_s = 1680$ N/m² per $h = 793$ m

Nella zona geografica III con $\eta = 1/3$ si ottiene $q_s = 1680$ N/m² per $h = 921$ m



Piano di sommità $q_s = 168$ daN/m²

Piano sottostante (30%) $q_s = 50$ daN/m²

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 4: carichi elementari

AZIONE DEL VENTO (CNR 10012)

Le azioni del vento F_V sono valutate in accordo alle norme C.N.R. 10012/85 con la seguente espressione: $F_V = p_V GCS$ dove:

- S = proiezione della superficie di ponteggio investita su un piano normale alla direzione del vento;

- C = coefficiente di forma assunto pari a: 1.2 per la struttura del ponteggio

1.3 per lo schermo parasassi

- p_V = pressione cinetica espressa dalla relazione:

$p_V = (\alpha_t \alpha_r \alpha_z V_r)^2 / 1.6$ dove:

α_t è il coefficiente topografico assunto = 1;

α_r è il coefficiente di ritorno = 0.93 (per un periodo di 20 anni);

α_z è il coefficiente di profilo, assunto come segue (categoria 3)

per altezze fino a m 5 = 0.69

per altezze fino a m 10 = 0.77

per altezze fino a m 20 = 0.92

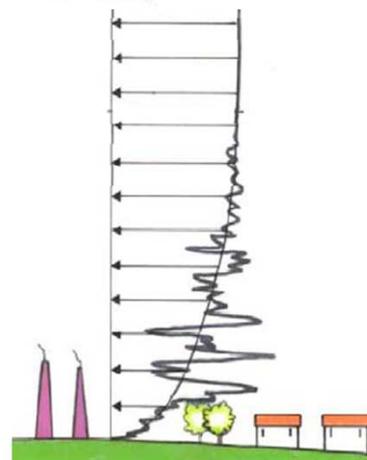
V_r è la velocità di riferimento del vento fissata come segue:

16 m/s per la condizione di lavoro

30 m/s per la condizione di fuori servizio

G è il coefficiente di raffica espresso dalla relazione:

$G = 1 + (1.12 \alpha_d / \alpha_z)$ con α_z assunto come sopra indicato e $\alpha_d = 1$



Condizione di servizio: $v_r = 16 \text{ m/s}$

$P_V \cdot G_{18m} = 26,0 \text{ daN/m}^2$

Condizione di fuori servizio: $v_r = 30 \text{ m/s}$

$P_V \cdot G_{18m} = 91,4 \text{ daN/m}^2$

Superfici investite dal vento in direzione normale alla facciata (1 campata): $1,54 \text{ m}^2$ (25%)

Superfici investite dal vento in direzione parallela (4 stilate): $1,87 \text{ m}^2$ (32%)

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 4: carichi elementari

CARICHI FISSI

- ▶ Peso proprio stilata
 - montante interno 336daN
 - montante esterno 697daN
- ▶ Peso proprio mantovana 170daN

CARICO NEVE

- ▶ Carico piano di sommità
 - montante interno/esterno 189daN
- ▶ Carico piani sottostanti (30%)
 - montante interno/esterno 57daN
- ▶ Carico sul piano mantovana
 - montante interno/esterno 82daN
 - mantovana 630daN

CARICO D'ESERCIZIO

- ▶ Carico piano di lavoro
 - montante interno/esterno 170daN
- ▶ Carico sottoponte (al 50%)
 - montante interno/esterno 85daN

IMPERFEZIONI GEOMETRICHE

$$F_g = N_i / 100 \quad (\text{CNR 10027})$$

dove N_i sono valutate nella specifica condizione di carico

AZIONE DEL VENTO

- ▶ Condizione di servizio (h=12-18m)
 - dir. normale 48daN
- ▶ Condizione fuori servizio (h=12-18m)
 - dir. normale 168,7 daN
 - dir. parallela (4 stilate) 205,7 daN

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 4: combinazioni di carico

▶ CONDIZIONE DI SERVIZIO:

- peso proprio
- + carico d'esercizio sul piano di lavoro
- + carico d'esercizio sul sottoponte
- + vento in condizioni di servizio

▶ CONDIZIONE DI FUORI SERVIZIO NORMALE:

- peso proprio
- + $\frac{1}{2}$ del carico d'esercizio sul piano di lavoro
- + vento in condizioni di fuori servizio

▶ CONDIZIONE DI FUORI SERVIZIO PER NEVE:

- peso proprio
- + carico neve
- + vento in condizioni di fuori servizio



**COMBINAZIONE DI CARICO
PIU' GRAVOSA**

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 4: verifica dei montanti

La verifica dei montanti viene eseguita su una struttura equivalente che differisce da quella reale per **l'assenza di giochi**, e a cui viene attribuita una **snellezza equivalente** corrispondente alla tensione critica risultante dal valore minimo dei carichi di collasso rilevati nelle **prove sperimentali**. Si fa riferimento alla CNR 10011.

- ▶ Carico di prova minimo: $N_{cr} = 3576 \text{ daN}$
- ▶ Tensione critica: $\sigma_{cr} = N_{cr}/A = 3576/4,53 = 789,4 \text{ daN/cm}^2$
- ▶ Tensione di snervamento: $\sigma_{cr}/\sigma_s = 789,4/2750 = 0,287$
- ▶ Prospetto 7-I, Curva a: $(\sigma_{cr}/\sigma_s) \rightarrow (\lambda/\lambda_s) = k = 1,7655$
- ▶ Snellezza limite comportamento elastico: $\lambda_s = \pi \sqrt{(E/\sigma_s)} = 86$
- ▶ Snellezza equivalente: $\lambda = k \lambda_s = 154$
- ▶ Coefficiente ω (Prosp. 7-IIIa): $\omega = 3,49$
- ▶ Tensione critica euleriana (Prosp. 7-VII): $\sigma_{cre} = 880 \text{ daN/cm}^2$



VERIFICA ASTA
PRESSO-INFLESSA

$$\omega \frac{N}{A} + \frac{M}{\psi W \left(1 - \nu \frac{N}{N_{cr}} \right)} \leq \left\{ \begin{array}{l} f_d \text{ Stati limite} \\ \sigma_{adm} \text{ Tensioni ammissibili} \end{array} \right.$$

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 4: verifica dei montanti (comportamento globale)

v (f.serv.) = 1,33	$\psi=1$	$\omega= 3,49$		
A (cm ²)= 4,53	W(cm ³) =	4,80	v (serv) =	1,5
σ_{cre} daN/cm ²		880		
Condizione di carico	III		I	
	Fuori servizio con neve		Servizio	
Direzione del vento	- (*)	- (*)	+ (*)	- (*)
Numero Asta	2	3	2	2
Nodo a	2	3	2	2
Quota (cm)	0	190	0	0
Nodo b	3	4	3	3
Quota (cm)	190,0	390,0	190,0	190,0
Sforzo assiale N				
(daN)	1743	1680	1025	1041
Momenti flettenti				
daN x cm				
Ma	930	1461	240	287
Mb	-630	-657	-51	-185
Meq	372	584	96	115
Tensioni daN/cm ²				
σ_N	1343	1294	790	802
K	0,5815	0,5605	0,3857	0,3917
W rid= W (1-K)	2,0087	2,1096	2,9487	2,9198
σ_M	185	277	33	39
σ_T	1528	1571	822	841
I valori delle tensioni sono sempre inferiori al valore ammissibile				

← COMBINAZIONE DI CARICO

← SOLLECITAZIONI SULLE ASTE
(dall'analisi strutturale con F.E.M.)

← VERIFICA DELLA MEMBRATURA
(tensioni ammissibili)

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 4: verifica del diagonale (comportamento locale)

4.7.1.- Verifiche delle diagonali di facciata normali (H= 2m).

Caratteristiche geometriche:

-Tubo a sezione circolare:	∅ 48.3 x 2.3 mm
-Area resistente:	3.32 cm ²
-Raggio di inerzia:	1.628 cm
-Modulo di resistenza:	3.65 cm ³
-Lunghezza a ₃ :	354.5 cm
-Eccentricità degli attacchi e:	5.0 cm

Si ipotizza che le diagonali di facciata stabilizzino entrambi i montanti della stilata contro le azioni orizzontali dovute a :

-Azione del vento N_{vp} in direzione parallela alla facciata su quattro moduli di ponteggio;

-Imperfezioni geometriche valutate in accordo alla C.N.R. 10027/85 punto 9.

La azione massima calcolata nelle condizioni di fuori servizio per neve a quota 12 m è pari a:

$$F'_{df} = N_{vp} + F_{gp} = 220.7 \text{ daN (ved. tabella al paragrafo 4.3.3):}$$

In corrispondenza di tale valore lo sforzo normale massimo sulla diagonale risulta pari a:

$$F_{df} = (N_{vp} + F_{gp}) / \cos \alpha_1 = 281 \text{ daN.}$$

con $\alpha_1 = 38.2^\circ$ (angolo sull'orizzontale), $\cos \alpha_1 = 0.786$.

La luce libera di inflessione l_0 della diagonale con $\beta = 1$ (vincoli assimilati a cerniera) risulta:

$$l_0 = \beta a_3 = 354.5 \text{ cm}$$

la snellezza λ_{df} vale:

$$\lambda_{df} = l_0 / i = 354.5 / 1.628 = 218, \text{ con } i = \text{raggio di inerzia della sezione trasversale della diagonale;}$$

a tale snellezza corrisponde dalle C.N.R. 10011/97, prospetto 7-IIa,

$$\omega = 5.92; \sigma_{cr} = 430 \text{ daN/cm}^2$$

La verifica di stabilità dà:

$$\begin{aligned} \sigma_{df} &= \frac{\omega F_{df}}{A_{df}} + \frac{F_{df} e}{W \left(1 - \frac{\nu F_{df}}{\sigma_{cr} A} \right)} = \\ &= \frac{5.92 \times 281}{3.32} + \frac{281 \times 5.0}{3.65 \left(1 - \frac{1.33 \times 281}{430 \times 3.32} \right)} = 1023 \text{ daN/cm}^2 < 1800 \text{ daN/cm}^2 \end{aligned}$$

Il valore frattile del carico di collasso a compressione ottenuto in laboratorio (Cert. Univ. di Perugia N.296/EI.M del 27.3.08) per la controventatura risulta $P_{Cr} = 1207 \text{ daN}$. Il grado di sicurezza rispetto alla condizione di carico di fuori servizio per la neve, corrispondente ad un carico $F'_{df} = 220.7 \text{ daN}$ vale:
 $\nu = P_{Cr} / F'_{df} = 1207 / 220.7 = 5.4 > 1.5$

← CARATTERISTICHE
GEOMETRICHE

← SOLLECITAZIONI SULLE ASTE
(determinazioni analitica)

in h=12m si calcola $F_{df} = 220,7 \text{ daN}$
Azione del vento: 205,7 daN
+ Imperfezioni geometriche: 15,0 daN

← VERIFICA DELLA MEMBRATURA
(tensioni ammissibili)

← CONFRONTO CON PROVA DI
LABORATORIO

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 4: verifica dell'ancoraggio

4.20.1.- Calcolo delle azioni sugli ancoraggi in grado di resistere a forze perpendicolari al piano di facciata.

Nelle condizioni più gravose (fuori servizio per neve), dal calcolo seguito con l'elaboratore, risulta:

$$H_v = \pm 200 \text{ daN al piano I}$$

$$H_v = \pm 650 \text{ daN ai piani II e III interessati dalle azioni del parasassi}$$

$$H_v = \pm 370 \text{ daN ai rimanenti piani superiori.}$$

Al I piano con l'ancoraggio ogni due stilate risulta:

$$S_{\max} = \pm 2 \times 200 = \pm 400 \text{ daN}$$

Ai piani II e III con l'ancoraggio a tutte le stilate la massima azione sugli ancoraggi risulta pari a:

$$S_{\max} = \pm 650 \text{ daN.}$$

Ai rimanenti piani con l'ancoraggio a tutte le stilate è pari a: $S_{\max} = 370 \text{ daN}$

4.20.2.- Verifica degli ancoraggi normali

Nel caso che l'azione massima sugli ancoraggi sia pari a 650 daN la verifica è soddisfatta collegando l'elemento di ancoraggio con il montante interno mediante un giunto ortogonale con un valore frattile del carico convenzionale di scorrimento non inferiore a 1000 daN.

Risulta un coefficiente di sicurezza:

$$\nu = 1000 / 650 = 1.53 > 1.5.$$

4.20.3- Verifica ancoraggi speciali a V

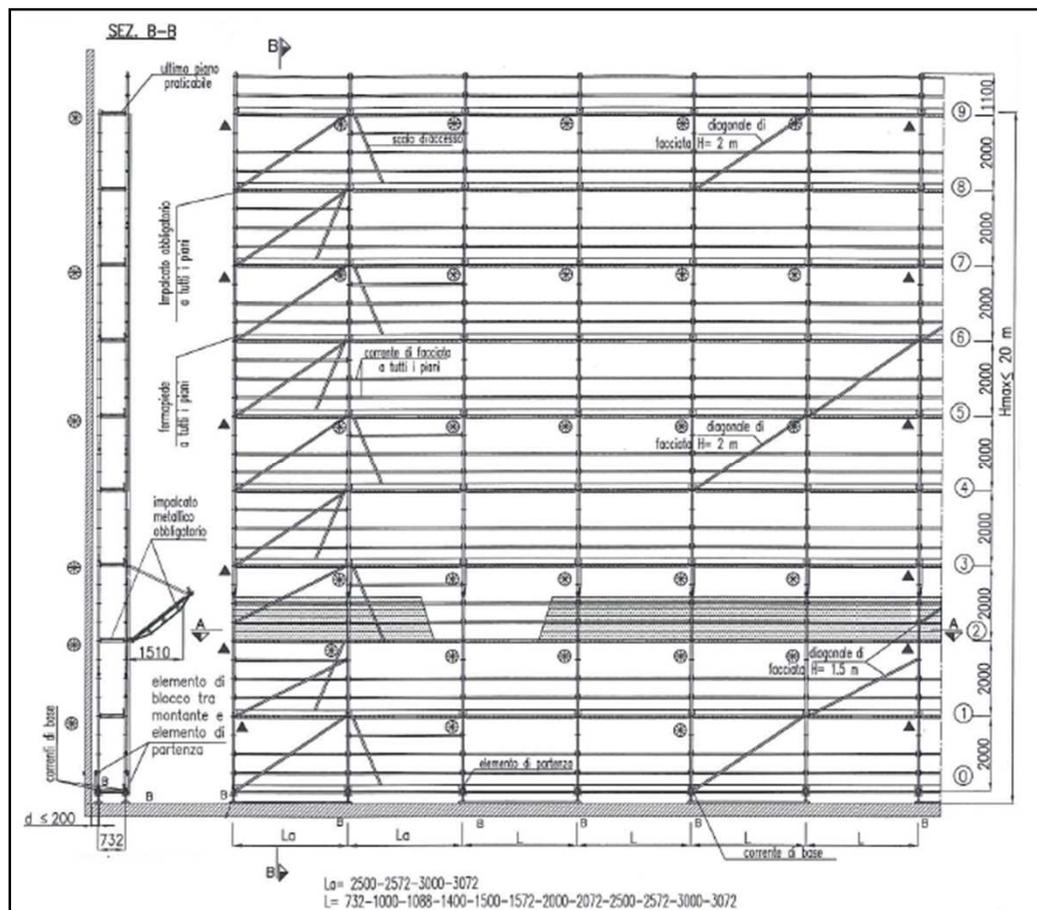
Gli ancoraggi speciali a V devono essere in grado di resistere, oltre alle azioni normali alla facciata, anche alle azioni parallele alla facciata stessa. L'azione massima in tale direzione, nell'ipotesi di disporre tali ancoraggi in ragione di uno ogni sei stilate, è pari a $H_v = 307.4 + 300.8 \cong 610 \text{ daN}$ (azioni rispettivamente a quota 12 e 14 m, ved. tabella al paragrafo 4.3.3). Su ciascuno dei due ancoraggi l'azione vale :

$$H^v = 610 / 2 \cos 32^\circ \cong 360 \text{ daN}$$

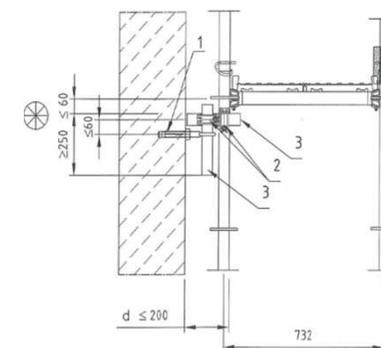
e cioè non superiore a quella assunta ai paragrafi precedenti nel caso degli ancoraggi normali con utilizzo di un solo giunto ortogonale. Si omette pertanto ogni ulteriore verifica.

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

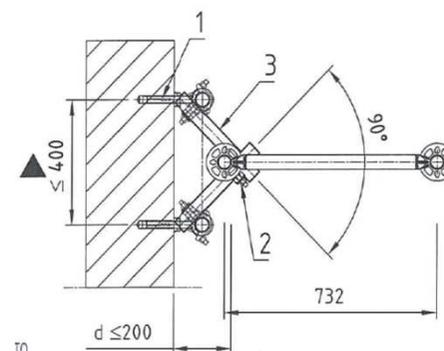
Relazione tecnica, capitolo 4: schema di vincolo



▶ ancoraggio a tassello;



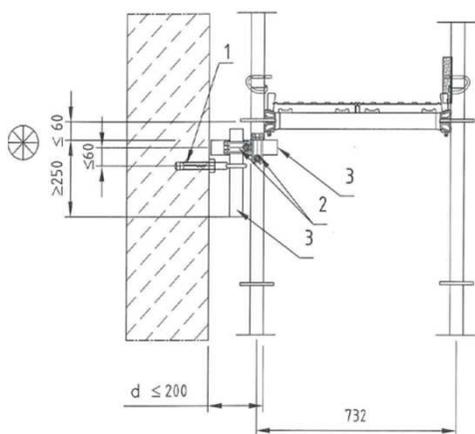
▶ ancoraggio speciale;



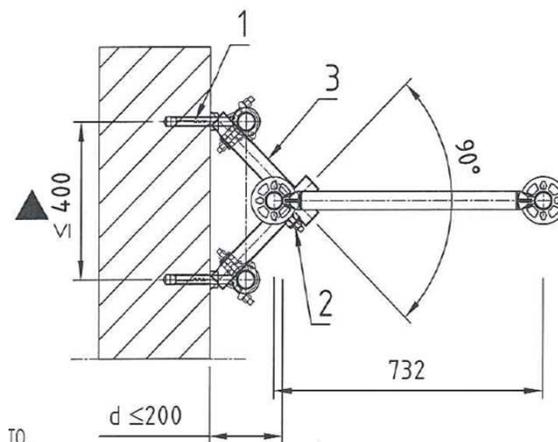
L'ANCORAGGIO

Tipologie di ancoraggio

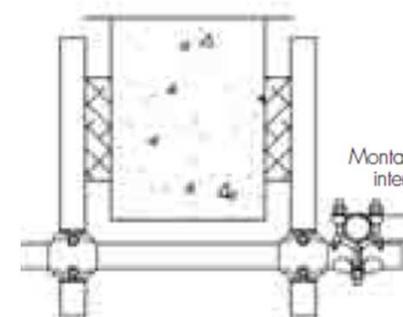
▶ ancoraggio a tassello;



▶ ancoraggio speciale a V;



▶ ancoraggio a cravatta;



- ▶ Carico di rottura
- ▶ Coefficiente di sicurezza = 2,5



Tassello Fischer S14 ROE GS12

Carico di rottura: 16,45kN

Carico ammissibile: 6,58kN



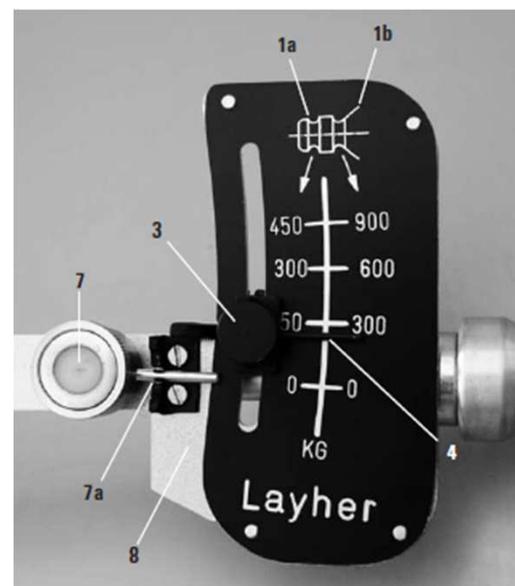
- ▶ Scorrimento del giunto min.=10kN
- ▶ Coefficiente di sicurezza = 1,5

Carico ammissibile: 6,60kN

L'ANCORAGGIO

Tester di tenuta dei tasselli

- ▶ regolazione dello strumento;
- ▶ scelta della scala di misurazione (max. 4,5kN o 9,0kN);
- ▶ esecuzione della prova.



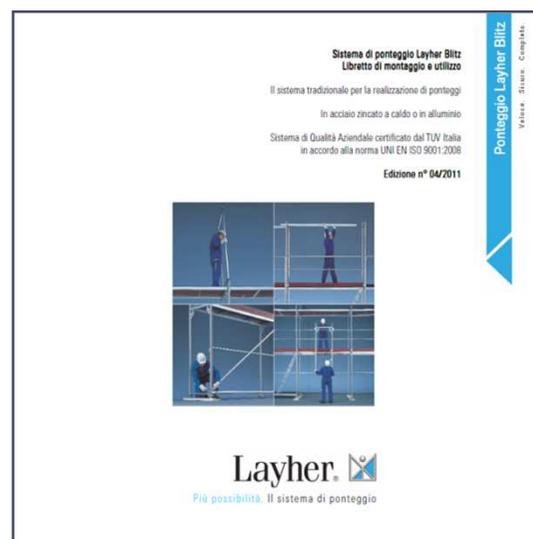
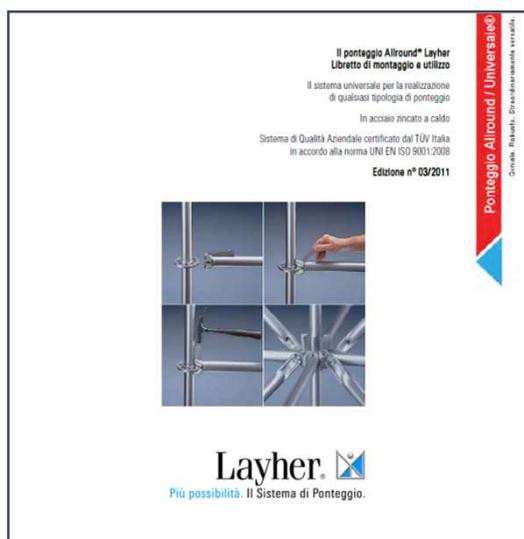
AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 5: collaudo

Istruzioni per le prove di carico del ponteggio.

Relazione tecnica, capitolo 6: montaggio, utilizzo e smontaggio

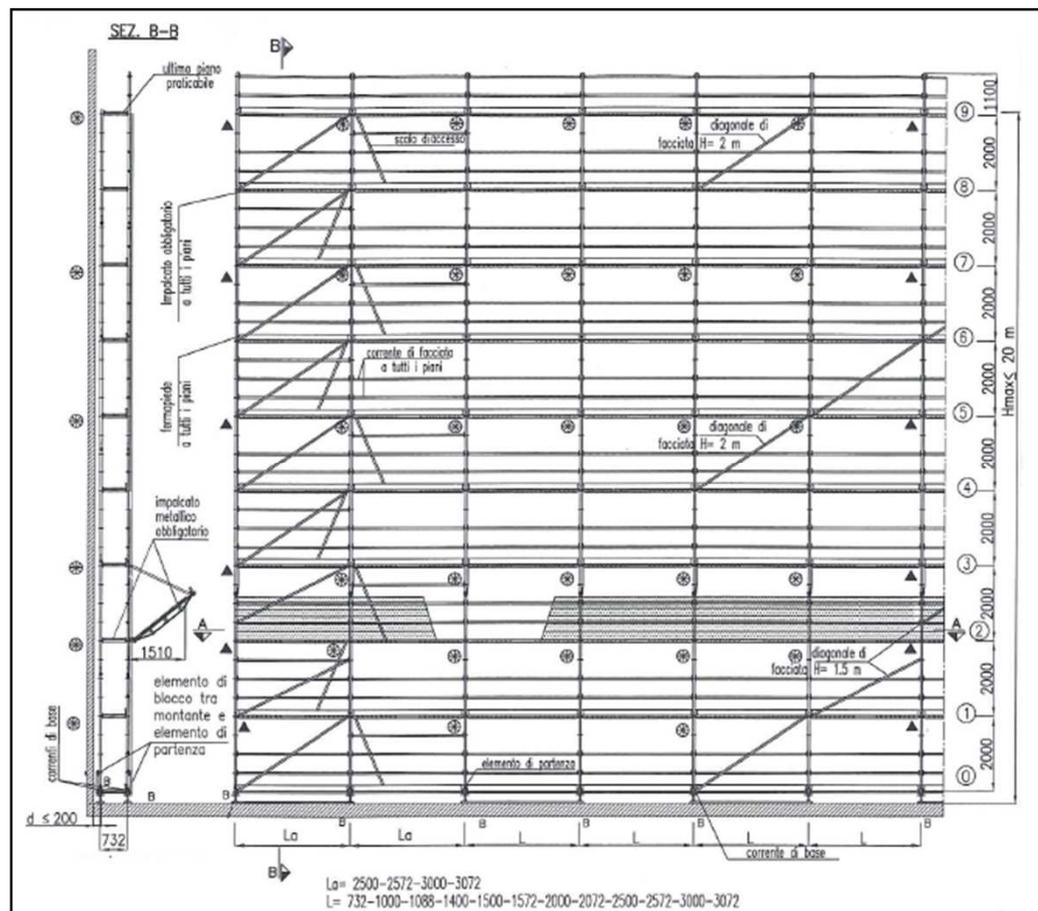
- ▶ montaggio: verifica appoggio, modalità di collegamento degli elementi, sequenze di lavoro;
- ▶ impiego: carichi di esercizio ammissibili, controlli periodici;
- ▶ smontaggio: seguente di lavoro



Layher® 
Più possibilità. Il Sistema di Ponteggio.

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 7: schemi tipici



AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Relazione tecnica, capitolo 7: schemi tipici

LAYHER	PONTEGGIO DA MANUTENZIONE TIPO ALLROUND AR 73-307 IN ACCIAIO Limiti di impiego	ALLEGATO A TAV. N. 103
1. Altezza massima dell'impalcato più alto dal piano di appoggio : 20 m Numero massimo di impalcati (obbligatoria a tutti i campi): 9		
2. Condizioni massime di carico di servizio: <i>Ponteggio da manutenzione:</i> n° 2 piani ciascuno con carico - n° 1 piano con carico massimo pari a 150 daN/m ² n° 1 piano con carico massimo pari a 75 daN/m ²		
3. Altitudini massime nelle diverse zone geografiche ove è possibile il montaggio senza necessità di ulteriori verifiche:		
Zona	Regioni	Quota s.l.m.
I	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto-Adige, Marche Emilia Romagna, Friuli - Venezia Giulia, Veneto, Abruzzo, Molise	500 m
II	Liguria, Toscana, Umbria, Lazio	730 m
III	Campania, Basilicata, Calabria; Puglia, Sardegna; Sicilia	930 m
4. Azioni massime da trasmettere al piano di appoggio del ponteggio:		
a) <i>Ponteggio schema normale con parasassi</i> :		
- Montanti esterni :		1782 daN
- Montanti interni :		700 daN
5. Azioni massime sui ancoraggi (per modalità di realizzazione vedi Tav.N.101-102)		
<i>Ponteggio normale con schermo parasassi</i>		
- al 1° piano con ancoraggi normali ogni due stilate		tipo * : ± 400 daN
- ai piani interessati dal parasassi, con ancoraggi normali a tutte le stilate,		tipo * : ± 650 daN
- ai rimanenti piani con ancoraggi normali a tutte le stilate		tipo * : ± 370 daN
NOTA: In corrispondenza dei piani ancorati deve essere previsto almeno un ancoraggio speciale a V del tipo		
▲ogni sei stilate in grado di resistere alle azioni parallele alla facciata pari a 610 daN (vedi Tav.N. 102)		
6. Per il montaggio del parasassi vedi Tav. N. 97-98-99		
7. Occorre predisporre le protezioni regolamentari di testata (parapetti e fermapiede) su tutti i piani prospicienti il vuoto.		
8. L'accesso ai piani di ponteggio avverrà mediante le tavole con botola e le scale di accesso di cui alle Tav. 35-66 dell'All. A. Occorre comunque predisporre le protezioni regolamentari di testata (parapetti e fermapiedi) su tutti i lati prospicienti il vuoto.		

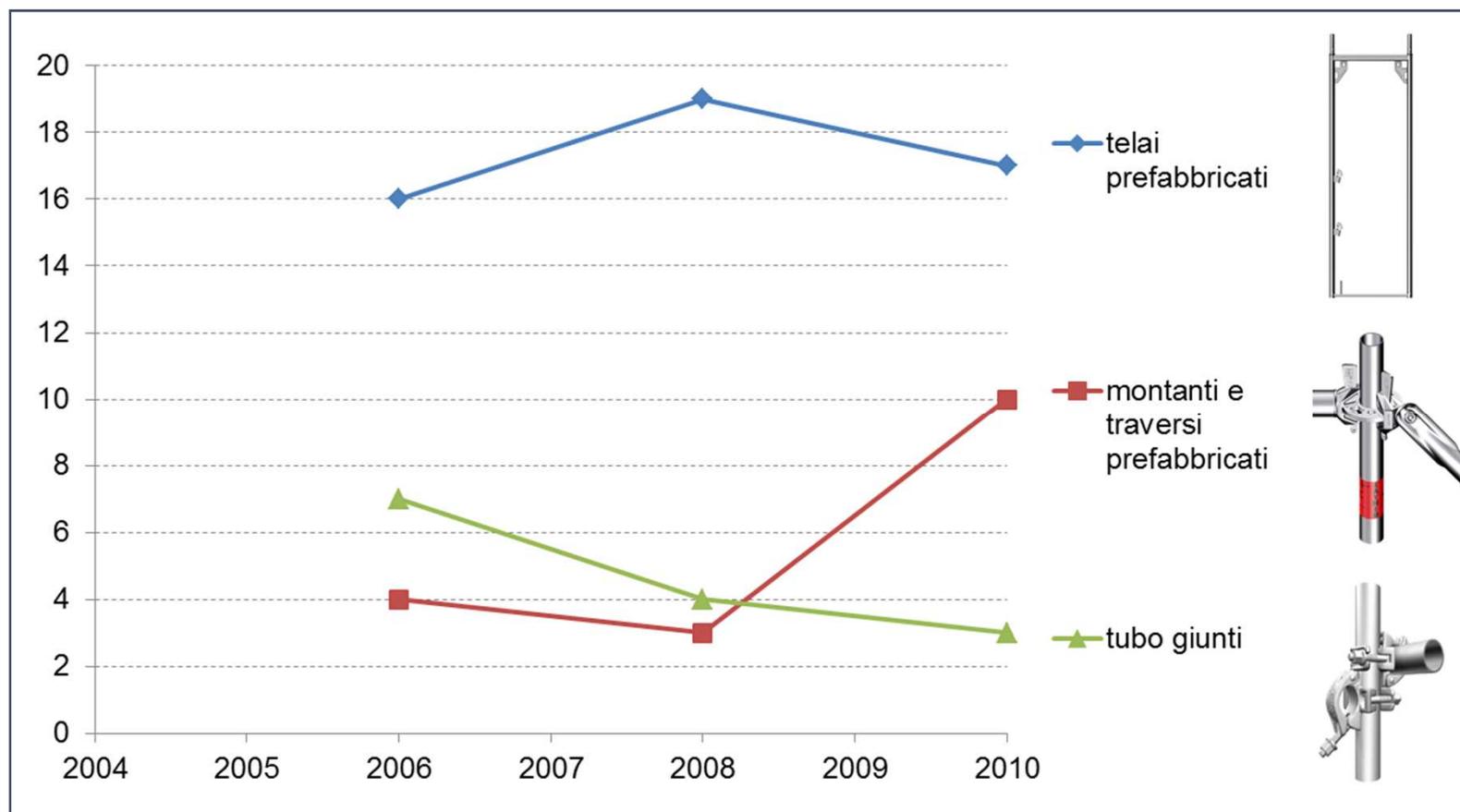
AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Es: Ponteggio Layher Allround AR 73-307 (aut. min. n.32/0005517 del 07.03.2013)

<p style="text-align: center;"> Sede,</p> <p style="text-align: center;"><i>Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali</i> Direzione Generale delle Relazioni Industriali e dei Rapporti di Lavoro <small>già Direzione Generale della Tutela delle Condizioni di Lavoro</small> Divisione VI</p> <p> <i>Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali</i> Partenza - Roma, 07/03/2013 Prot. 32 / 0005517 / MA001.A005</p> <p style="text-align: center;">Alla Ditta Layher S.p.A. Via L. da Vinci, 12 39100 BOLZANO</p> <p style="text-align: center;">e, p.c. alla Direzione Territoriale del Lavoro di BOLZANO</p> <p>Prot. n. _____ Allegati: n. 2 Rif. nota prot. n. _____ del _____</p> <p>Oggetto: Artt. 131 e segg. del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. – Autorizzazione alla costruzione ed all'impiego del ponteggio fisso a montanti e traversi prefabbricati da manutenzione – Denominazione commerciale: "AR 73-307" – Marchi: "LAYHER []".</p> <p>VISTI gli artt. 131 e segg. del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., concernente norme in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;</p> <p>VISTA la domanda con la quale codesta Ditta ha chiesto di essere autorizzata alla costruzione ed all'impiego del ponteggio fisso a montanti e traversi prefabbricati di cui all'art. 131, c. 2, del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.;</p> <p>VISTA la relazione tecnica a corredo della predetta domanda di autorizzazione e relative integrazioni e modifiche;</p> <p>VISTI i certificati di prova allegati alla predetta documentazione tecnica;</p> <p style="text-align: center;">SI AUTORIZZA</p> <p>la costruzione e l'impiego del ponteggio fisso a montanti e traversi prefabbricati, composto con gli elementi e realizzato secondo gli schemi risultanti dall'allegato n. 1 (Allegato A) e si approvano le istruzioni di cui all'allegato n. 2, per il calcolo di ponteggi di altezza superiore a 20 m e/o altre opere provvisorie di notevole importanza e complessità, i quali – ai sensi dell'art.</p> <p><small>DM3Layher_pont_allround73-307_aa_02.11</small></p> <p style="text-align: center;"><small>MINISTERO DEL LAVORO E DELLE POLITICHE SOCIALI DIREZIONE GENERALE DELLE RELAZIONI INDUSTRIALI E DEI RAPPORTI DI LAVORO Via Formello, 8 - 00192 Roma Tel. 06-46834912 Fax. 06-46834896 Email: DnsTutela@lavoro.gov.it</small></p>	<p>133 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. – devono essere realizzati su progetto firmato da ingegnere o architetto abilitato a norma di legge all'esercizio della professione.</p> <p>Gli allegati n. 1 e n. 2 formano parte integrante della presente autorizzazione che si intende rilasciata per il ponteggio composto con gli elementi aventi le caratteristiche tecniche e dimensionali risultanti dalla relazione tecnica, sue integrazioni e modifiche e dai certificati alla stessa allegati. Copia di tale documentazione resta depositata presso questo Ministero e presso la Direzione Territoriale del Lavoro cui la presente è diretta per conoscenza.</p> <p>L'autorizzazione è subordinata alla osservanza delle vigenti disposizioni legislative, regolamentari e di buona tecnica nonché alle seguenti specifiche condizioni:</p> <ol style="list-style-type: none">1) il ponteggio, in tutte le sue parti costruttive, sia realizzato in conformità a quanto indicato nella relazione tecnica sopraccitata;2) sia consentito il controllo del ponteggio in tutte le fasi della produzione e commercializzazione mediante il prelievo da parte di questo Ministero – che ne rilascia apposita dichiarazione – di campioni degli elementi costituenti il ponteggio stesso in numero sufficiente ad effettuare le analisi, le prove e le ricerche necessarie. Le spese relative a detto prelievo, nonché alle analisi, alle prove e alle ricerche necessarie, sono a totale carico della Ditta titolare dell'autorizzazione;3) sia consegnata – all'atto della vendita, del noleggio o della concessione in uso a qualsiasi titolo – copia della presente autorizzazione e delle parti della relazione tecnica (capitoli 4, 5, 6 e 7) concernenti il calcolo del ponteggio, le istruzioni per le prove di carico, le istruzioni di montaggio, impiego e smontaggio, gli schemi tipo di ponteggio. La predetta documentazione, completa delle integrazioni e modifiche citate nella premessa, deve essere riprodotta in un apposito libretto da depositare entro sei mesi, ed in duplice copia, presso lo scrivente e presso la Direzione Territoriale del Lavoro in indirizzo. <p>L'impiego di elementi non contemplati dalla presente autorizzazione per la realizzazione di ponteggi secondo gli schemi di cui all'allegato n. 1 non è ammesso.</p> <p>La presente autorizzazione è soggetta a rinnovo ogni dieci anni per verificare l'adeguatezza del ponteggio all'evoluzione del progresso tecnico.</p> <p>La presente autorizzazione può essere sospesa o revocata in caso di accertate inosservanze delle vigenti disposizioni e delle predette condizioni.</p> <p style="text-align: center;"> IL DIRIGENTE (dot.ssa Carla Antonucci)</p> <p><small>DM3Layher_pont_allround73-307_aa_02.11</small></p> <p style="text-align: center;"><small>MINISTERO DEL LAVORO E DELLE POLITICHE SOCIALI DIREZIONE GENERALE DELLE RELAZIONI INDUSTRIALI E DEI RAPPORTI DI LAVORO Via Formello, 8 - 00192 Roma Tel. 06-46834912 Fax. 06-46834896 Email: Div6TL698@lavoro.gov.it</small></p>
---	---

AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE

Ponteggi autorizzati tra il 2004 e il 2010



Fonte: MLPS

IL CALCOLO: RIFERIMENTI NORMATIVI

Progetto di una struttura non coperta da autorizzazione ministeriale

- ▶ APPROCCIO 1: Allegato 2 del libretto di autorizzazione ministeriale:
 - Circolari MPLS: 132/91, 44/90, 85/78
 - Norme CNR: 10011, 10012, 10022, 10027
- ▶ APPROCCIO 2: attuali norme tecniche per le costruzioni:
 - D.M. 14/01/2008: Norme tecniche per le costruzioni;
 - Circ. MIT 617/09: Istruzioni per l'applicazione delle precedenti;
 - Eurocodice 1: Azioni sulle strutture;
 - Eurocodice 3: Progettazione delle strutture in acciaio.

2.4.1 VITA NOMINALE

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

¹ Le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni.

IL CALCOLO: RIFERIMENTI NORMATIVI

Normativa europea nell'ambito delle opere provvisionali

- ▶ UNI EN 12810: Ponteggi di facciata con componenti prefabbricati:
specifiche di prodotto e metodi di progettazione;
- ▶ UNI EN 12811: Attrezzature provvisionali da lavoro – Ponteggi
requisiti prestazionali, progettazione generale e prove di carico;
- ▶ UNI EN 12812: Strutture di sostegno per opere permanenti
requisiti prestazionali e progettazione generale
- ▶ UNI EN 13782: Strutture temporanee – Tende – Sicurezza
requisiti prestazionali e progettazione generale
- ▶ UNI EN 74: Giunti, spinotti e basette per l'utilizzo in strutture di sostegno di opere permanenti e ponteggi



European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

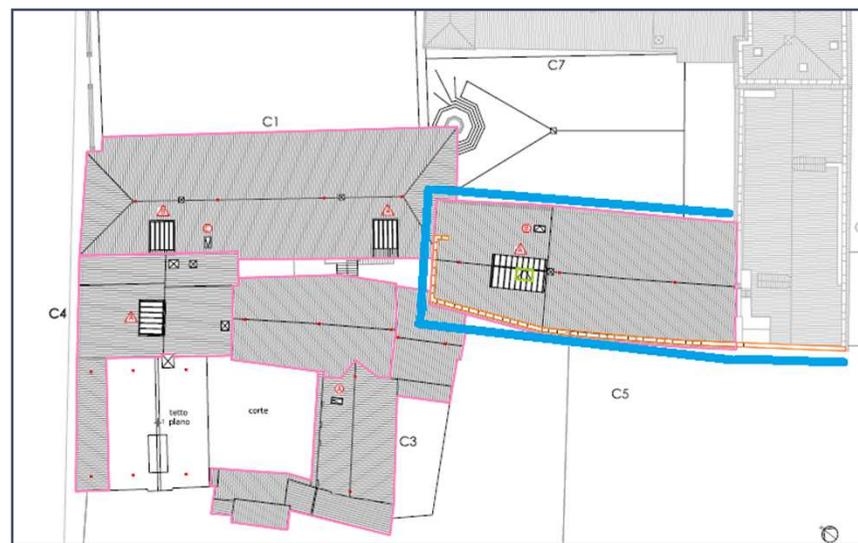


Ente Nazionale
Italiano di
Unificazione

IL CALCOLO: ESEMPIO, PALAZZI SCALIGERI DI VERONA

Ponteggi per l'esecuzione degli interventi di restauro (Fase1, corpo C5)

- ▶ ponteggio multidirezionale
 - sviluppo planare: $A=1800\text{m}^2$
- ▶ copertura in alluminio e teli in PVC
 - sviluppo planare: $l=17,02\text{m}$; $b=15,43\text{m}$
- ▶ sistema mobile per la copertura
 - sviluppo binario: $L=33\text{m}$



IL CALCOLO: ESEMPIO, PALAZZI SCALIGERI DI VERONA

Ponteggi per l'esecuzione degli interventi di restauro (Fase1, corpo C5)

- ▶ Committente: Provincia di Verona;
- ▶ Impresa esecutrice: Im.cos S.p.A., Verona;
- ▶ Impresa installatrice: Ponteggi Tarantino s.r.l., Caldiero (VR);
- ▶ Coordinatore sicurezza: ing. M.Marrani, Spira s.r.l., Firenze;
- ▶ Progettista del ponteggio: ing. L.Bergamin, Scaffstudio s.r.l., Vigonza (PD);
- ▶ Fornitura: 47 tons di ponteggio AllRound, 6 tons di copertura keder.



IL CALCOLO: ESEMPIO, PALAZZI SCALIGERI DI VERONA

Ponteggi per l'esecuzione degli interventi di restauro (Fase1, corpo C5)

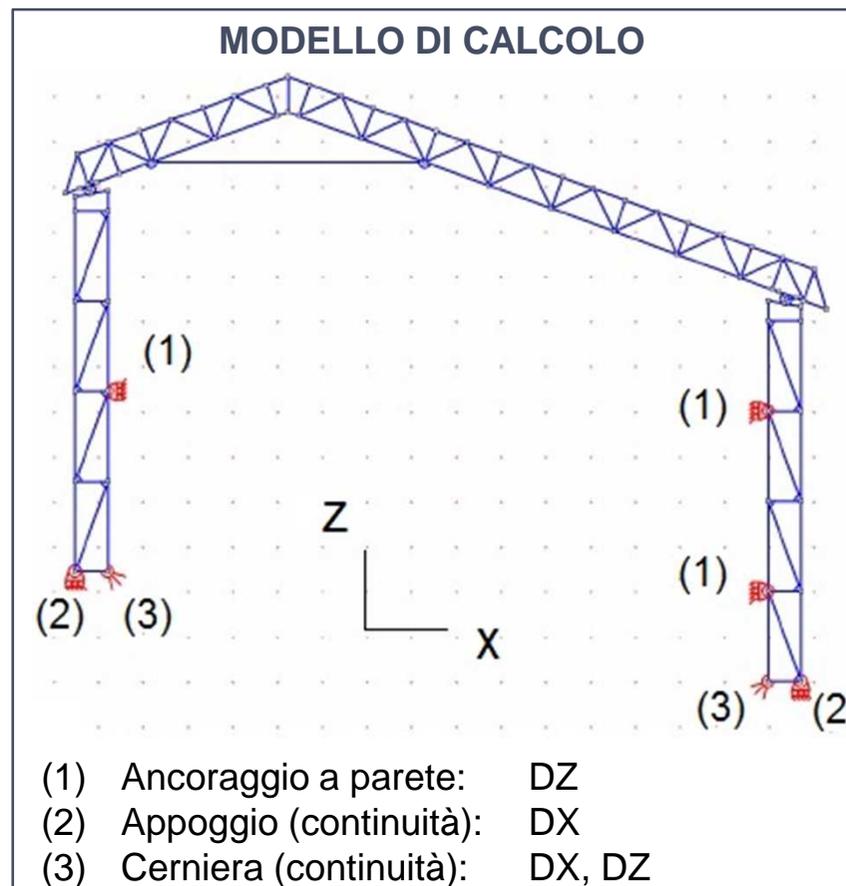


IL CALCOLO: ESEMPIO, PALAZZI SCALIGERI DI VERONA

Ponteggi per l'esecuzione degli interventi di restauro (Fase1, corpo C5)

- ▶ modello strutturale piano:
 - montanti: aste continue,
 - diagonali: aste incernierate,
 - correnti: aste incernierate,
 - copertura: trave reticolare,
- carichi nodali,
- vincoli;
 - ▶ analisi elastica lineare (1° ordine);
 - ▶ risoluzione con metodo degli elementi finiti;
 - ▶ criterio di verifica alle tensioni ammissibili:
 - montanti (snellezza equivalentemente)
 - diagonali
 - ancoraggi

➡ **APPROCCIO 1:**
Procedure dell'autorizzazione ministeriale



IL CALCOLO: ESEMPIO, PALAZZI SCALIGERI DI VERONA

Ponteggi per l'esecuzione degli interventi di restauro (Fase1, corpo C5)

PIASTRA A MURO, PARTE SOSPESA SUI TETTI



DETTAGLIO TRAVERSO



Tassello meccanico Fischer TA M12
con vite e distanziale per entrare nel mattone almeno 12cm

IL CALCOLO: ESEMPIO, PALAZZI SCALIGERI DI VERONA

Ponteggi per l'esecuzione degli interventi di restauro (Fase1, corpo C5)

► verifica delle piastre d'ancoraggio

- Carico al piede in servizio: $P_{OSix} = 3977\text{N}$
- Carico al piede fuori servizio per neve: $P_{OSix} = 2394\text{N}$

Ancoraggi sulla partenza a parete

Sulle piastre di ancoraggio del ponteggio alla parete, nella posizione di collegamento del tubo montante, ipotizzando che l'azione verticale si ripartisca sulle 2 piastre di stilata, è presente la seguente sollecitazione verticale:

$$P_v = \frac{P_{OSi} + P_{OSe}}{2} = 3977\text{ N}$$

Considerando quindi che ciascuna piastra risulta vincolata a parete da 4 tasselli ad espansione del tipo Fischer TAM 12 VD, su ciascun tassello sarà presente una sollecitazione di taglio pari:

$$Q = \frac{P_v}{4} = 994\text{ N}$$

Sulla piastra d'ancoraggio superiore si ha la seguente sollecitazione orizzontale di trazione:

$$P_o = \frac{P_{OSi} \times (0,73 + 0,2)}{1,5} = 3699\text{ N}$$

Su ciascuno dei 4 tasselli meccanici che vincolano la piastra a parete, oltre alla sollecitazione di taglio, risulta presente una sollecitazione di trazione pari:

$$Z = \frac{P_o}{4} = 925\text{ N}$$

Verifica dei tasselli di ancoraggio

Le piastre sono ancorate alla parete in mattoni pieni mediante 4 tasselli Fischer TAM 12 VD. Considerando quindi che ciascuna piastra ripartisca uniformemente sui tasselli i carichi verticali ed orizzontali, l'azione complessiva su ciascun tassello risulta pertanto:

$$R = \sqrt{Q^2 + Z^2} = 1358\text{ N}$$

Il carico ammissibile per i tasselli con i tasselli Fischer TAM 12 VD su calcestruzzo di classe $R_c \geq 25\text{ N/mm}^2$, vale:

$$R_a = 8000 \times \chi_{a1} \times \chi_{a2} \times \chi_{a3} = 3843\text{ N}$$

dove i fattori di riduzione dovuti all'installazione valgono:

$\chi_{a1} = 0,78$; per l'interasse di 150 mm;

$\chi_{a2} = 0,88$; per l'interasse di 200 mm;

$\chi_{a3} = 0,7$; per parete di mattoni.

pertanto si ottiene:

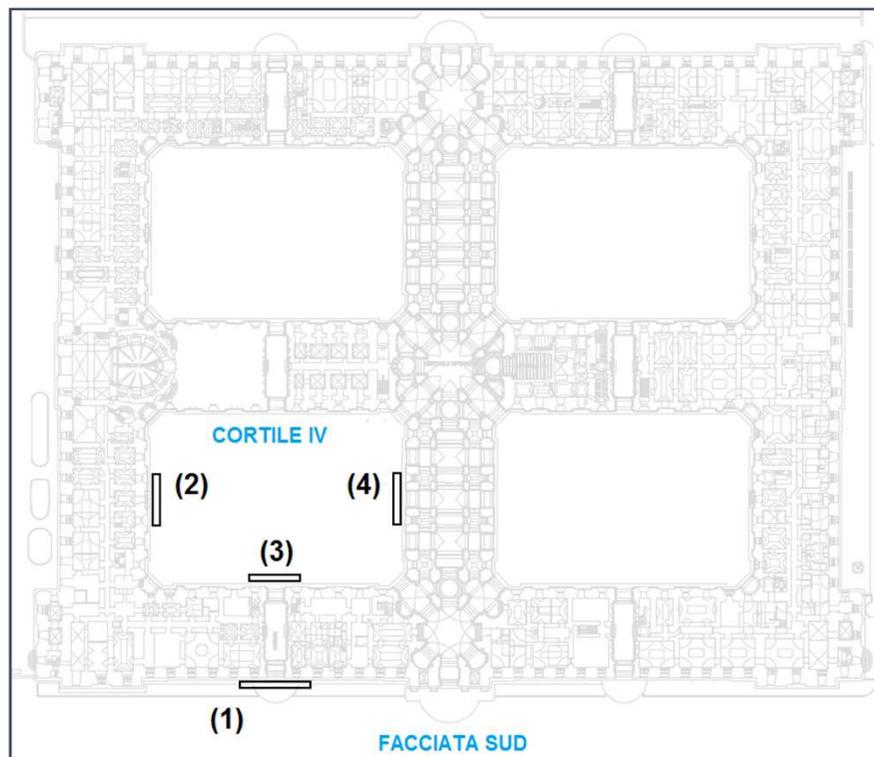
$$\eta_N = \frac{R_a}{R} = 2,8 \geq 1$$

L'azione dei tasselli di ancoraggio si scarica sulla parete in mattoni del fabbricato, che si ipotizza idonea a resistere a tali sollecitazioni.

IL CALCOLO: ESEMPIO, REGGIA DI CASERTA

Ponteggi a protezione degli accessi del Palazzo Reale di Caserta

- ▶ accesso laterale in facciata Sud (1) – sviluppo planare: $l=20,88\text{m}$; $h=33,60\text{m}$
- ▶ accessi al cortile IV (2, 3, 4, 5) – sviluppo planare: $l=15,84\text{m}$; $h=33,60\text{m}$



IL CALCOLO: ESEMPIO, REGGIA DI CASERTA

Ponteggi a protezione degli accessi del Palazzo Reale di Caserta

- ▶ Committente: Soprintendenza BAPSAE di Caserta e Benevento;
- ▶ Impresa esecutrice: Modugno Restauri s.r.l., Capua (CE);
- ▶ Progettista strutturale: prof. G.Faella, Università degli Studi di Napoli II;
- ▶ Fornitura: 55 tons di ponteggio AllRound, 03/2013.



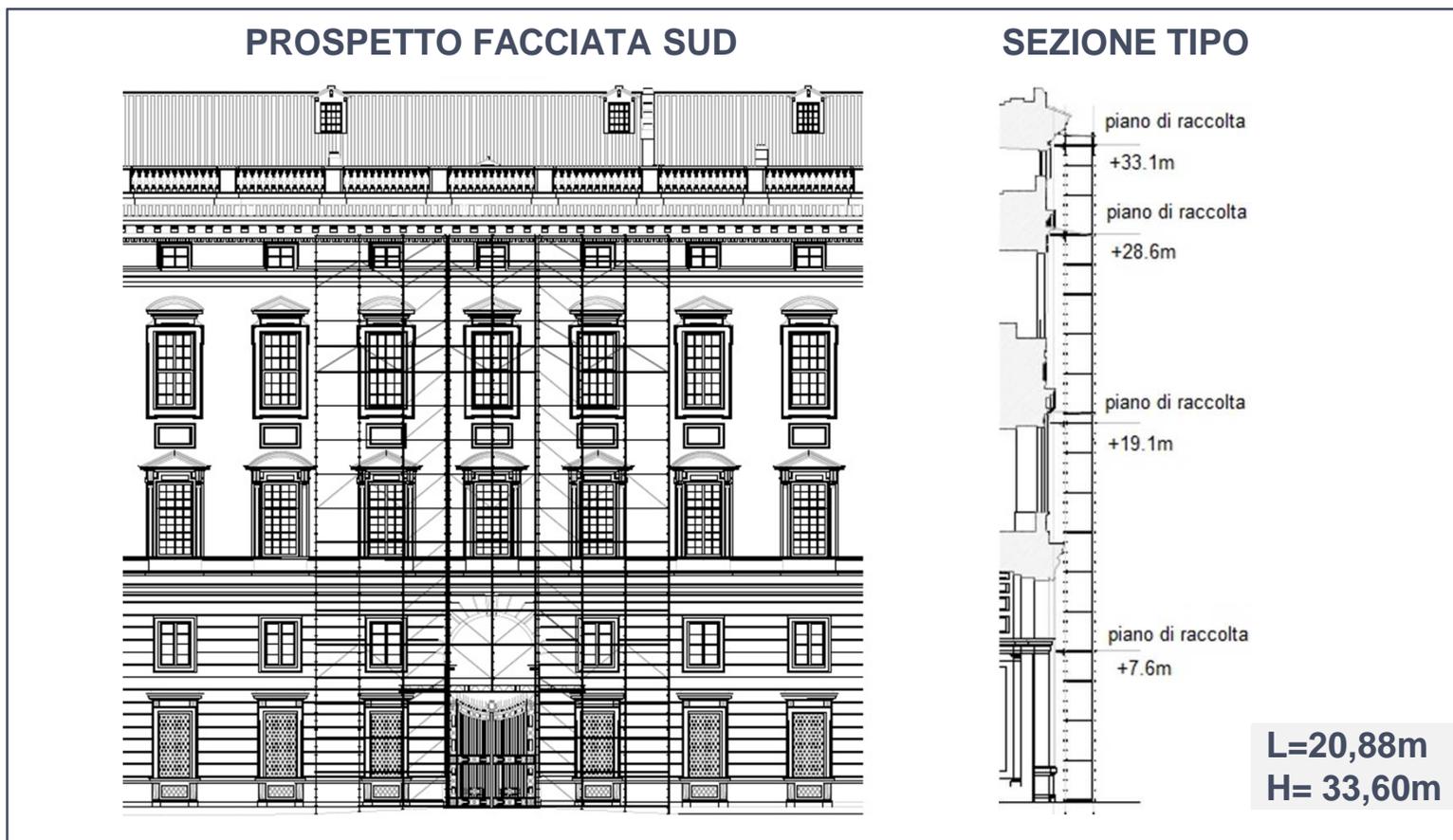
IL CALCOLO: ESEMPIO, REGGIA DI CASERTA

Ponteggi a protezione degli accessi del Palazzo Reale di Caserta



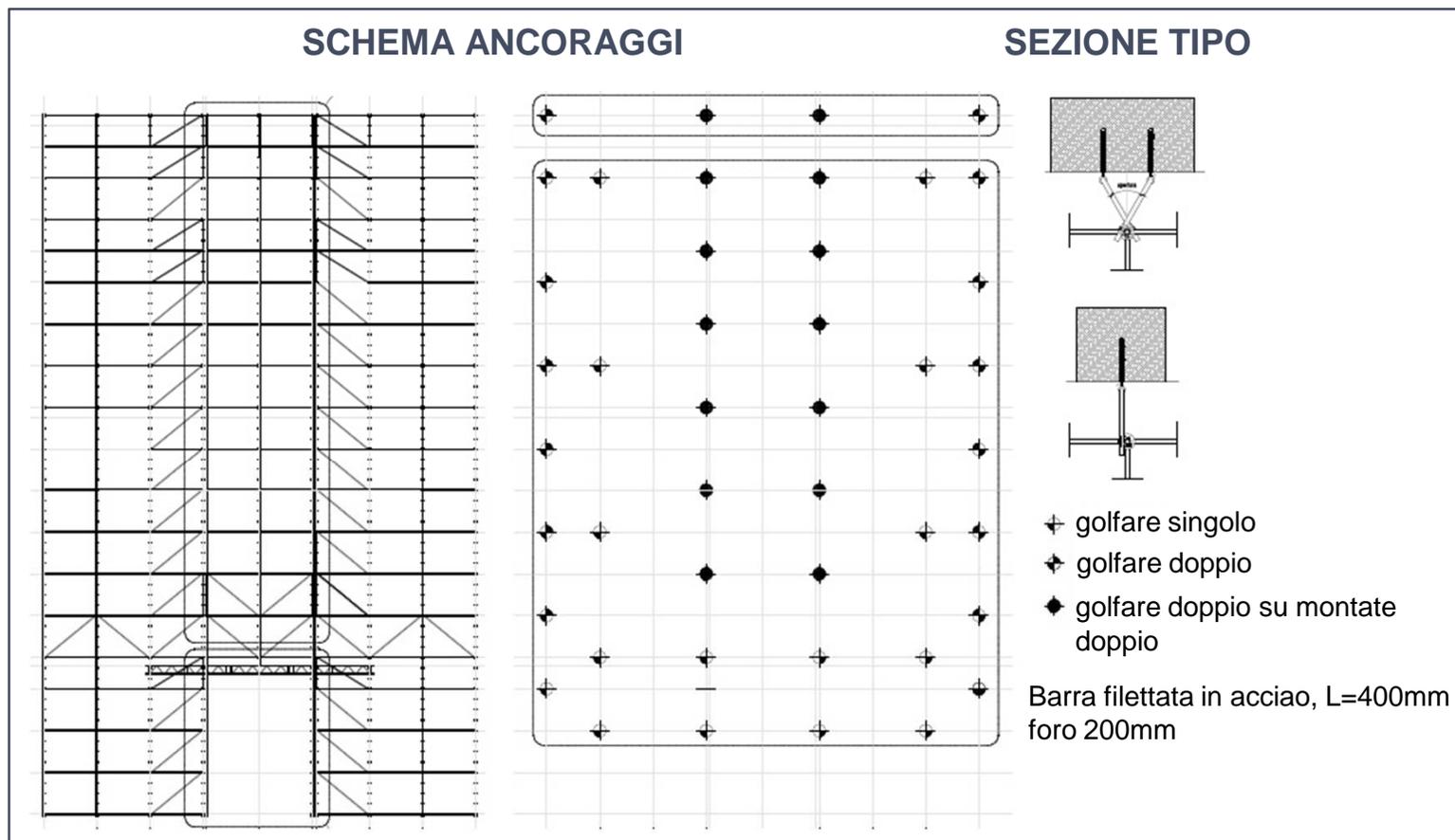
IL CALCOLO: ESEMPIO, REGGIA DI CASERTA

Ponteggi a protezione degli accessi del Palazzo Reale di Caserta



IL CALCOLO: ESEMPIO, REGGIA DI CASERTA

Ponteggi a protezione degli accessi del Palazzo Reale di Caserta



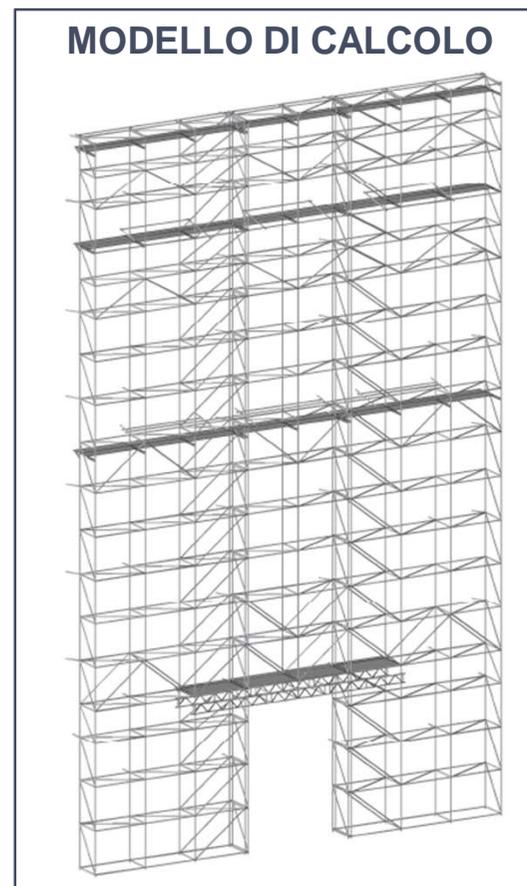
IL CALCOLO: ESEMPIO, REGGIA DI CASERTA

Ponteggi a protezione degli accessi del Palazzo Reale di Caserta

- ▶ modello strutturale spaziale:
 - montanti: aste continue,
 - diagonali: aste incernierate,
 - correnti: aste incernierate,
- carichi nodali e distribuiti linearmente,
 - vincoli: cerniere alla base, vincolo orizzontale agli ancoraggi;
- ▶ analisi elastica lineare (1° ordine);
- ▶ sistema di forze equivalente alle imperfezioni geometriche e strutturali;
- ▶ risoluzione con metodo degli elementi finiti;
- ▶ criterio di verifica agli stati limite:
 - correnti e trasversi
 - montanti
 - diagonali
 - ancoraggi



APPROCCIO 2:
Procedure delle attuali
normative sulle costruzioni



IL CALCOLO: ESEMPIO, REGGIA DI CASERTA

Ponteggi a protezione degli accessi del Palazzo Reale di Caserta

Nell'analisi strutturale le autotensioni, le tensioni residue ed i difetti geometrici, quali errori di verticalità, errori di rettilineità, disallineamenti, eccentricità accidentali dei giunti, sono stati considerati introducendo imperfezioni geometriche equivalenti sia globali che locali, di valore tale da simulare i possibili effetti delle reali imperfezioni da esse sostituite. Le imperfezioni globali equivalenti sono state introdotte nell'analisi globale della struttura, mentre le imperfezioni locali sono state considerate nel calcolo di verifica dei singoli elementi.

L'imperfezione globale, in termini di errore di verticalità, è stata assunta pari a:

$$\phi = \alpha_h \alpha_m \phi_o$$

dove H è l'altezza totale della struttura, ϕ_o è il difetto di verticalità, α_h e α_m sono due coefficienti riduttivi dati da:

$$\phi_o = H/200$$

$$\alpha_h = 2/\sqrt{H} \quad \text{con} \quad 2/3 \leq \alpha_h \leq 1.0$$

$$\alpha_m = \sqrt{(1 + 1/m)/2}$$

dove m è il numero di colonne di una stilata soggette ad una forza assiale di progetto N_{Ed} non minore del 50% della forza normale media di progetto agente sulle colonne della stilata stessa.

Le imperfezioni globali sono state sostituite con forze concentrate F_h , applicate a ciascun orizzontamento e in copertura, date da:

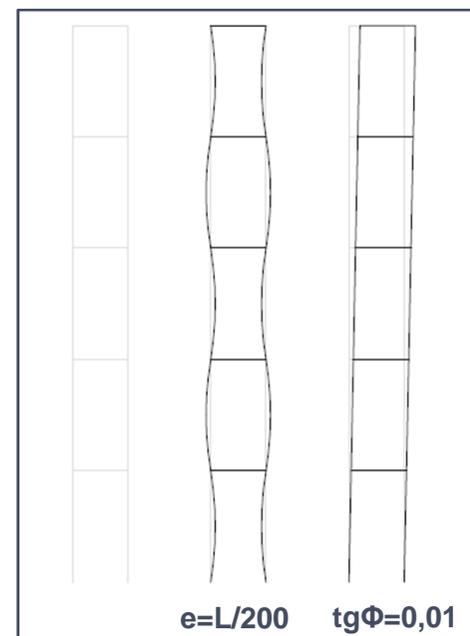
$$F_h = \phi N_{Ed}$$

Le imperfezioni locali sono state sostituite con forze distribuite q_h equivalenti, applicate a ciascun elemento, date da:

$$q_h = 8 e_o N_{Ed} / L^2$$

dove L è la lunghezza dell'elemento e lo scostamento e_o è stato assunto pari a $L/200$ sia per i montanti e i diagonali di controvento (sezione tubolare laminata a freddo - curva di instabilità "c" secondo le NTC) sia per gli elementi della travatura reticolare (sezione laminata con $h/b \leq 1.2$ e $t_f \leq 100$ mm - curve di instabilità "b" o "c" secondo le NTC).

- ▶ Effetto delle imperfezioni geometriche globali (P- Δ);
- ▶ Effetto delle imperfezioni geometriche locali (P- δ).



CONCLUSIONI

Progetto: calcolo delle opere provvisionali

- ▶ APPROCCIO 1: Allegato 2 del libretto di autorizzazione ministeriale
 - Circolari MPLS: 132/91, 44/90, 85/78
 - Norme CNR: 10011, 10012, 10022, 10027

- ▶ APPROCCIO 2: attuali norme tecniche per le costruzioni:
 - D.M. 14/01/2008: Norme tecniche per le costruzioni;
 - Circ. MIT 617/09: Istruzioni per l'applicazione delle precedenti;
 - Eurocodice 1: Azioni sulle strutture;
 - Eurocodice 3: Progettazione delle strutture in acciaio.

OUR CUSTOMERS' SUCCESS
IS OUR SUCCESS: TOGETHER,
WE'RE ON THE WAY UP.



Layher® 

More Possibilities. The Scaffolding System.