



POLITECNICO DI MILANO

Area Tecnico Edilizia

P.zza Leonardo da Vinci, 32 - 20133 M I L A N O

PHONE: +39 02 2399.1 www.polimi.it

Campus: COLOMBO

Edificio N°: A e B
via Pascoli n°70/3 - MILANO

Struttura:
Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia

Codice Lavoro:
1227_10

Oggetto:
Realizzazione nuova sede I.I.T.

PROGETTO ESECUTIVO

Responsabile del Procedimento: ing. Gianluca Noto

Responsabile della Progettazione: arch. Antonella Piccarreta

Progetto Impianti Meccanici: ing. Giuseppe Maddaloni

Progetto Impianti Elettrici: ing. Fabio Innao

Titolo Tavola RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Categoria Tavola OPERE CIVILI
---	----------------------------------

Codice Tavola				SCALA: /	PLOTTAGGIO: 1=1	FORMATO: A4	
PROGR.		REVISIONE		FASE		NOME FILE: CARTIGLI.dwg	
08		OC01./ /		/		NOTE:	
3							
2							
1	REVISIONE			14/04/10	M.C.	A.P.	G.N.
0	EMISSIONE			30/03/10	M.C.	A.P.	G.N.
REV.	DESCRIZIONE			DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Milano, 23.04.2010

POLITECNICO DI MILANO – CAMPUS COLOMBO

FONDAZIONE ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA

REALIZZAZIONE NUOVA SEDE I.I.T.

MILANO – VIA PASCOLI N°70/3

RELAZIONE ILLUSTRATIVA, DEI MATERIALI E DI CALCOLO

(AI SENSI DELLA L.1086/71 E DEL D.M. 14.01.'08)

IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE:

IL DIRETTORE DEI LAVORI DELLE STRUTTURE:

1 RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1.1 GENERALITÀ

Oggetto della presente relazione sono le opere strutturali nell'ambito della realizzazione della nuova sede I.I.T. per la Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia, sita in Milano, via Pascoli n°70/3.

In particolare, le opere strutturali riguardano la realizzazione della struttura di sostegno del controsoffitto coibentato nonché delle tubazioni impiantistiche relative all'edificio B.

Per la morfologia della nuova pannellatura di coibentazione e per evitare l'insorgenza di ponti termici, si è infatti ritenuto opportuno evitare la pendinatura dalla struttura di copertura realizzando quindi una struttura autonoma.

La struttura metallica risulta così composta:

- Profili principali realizzati in tubo quadro 250x150x6mm, disposti in corrispondenza dei pilastri perimetrali, con un passo variabile attorno ai 4.0m e con un massimo di 4.2m; la lunghezza massima dei profili varia da 6.8m a 7.3m in relazione alle dimensioni dei locali
- Profili secondari realizzati in tubo quadro 150x80x4mm disposti ad un interasse di 1.2m e con lunghezza variabile, con un massimo di 4.2m; i secondari andranno saldati ai principali mantenendo il piano di estradosso
- Profili di fissaggio delle partizioni murarie realizzati in tubo quadro 80x150x4mm e localizzati in funzione delle partizioni stesse; tali profili non partecipano alla portata della controsoffittatura e sono saldati ai principali mantenendone l'intradosso.
- I profili principali sono posizionati su una carpenteria d'appoggio composta da una piastra 230x330x15mm tassellata alla struttura muraria mediante n°5 barre M16 adeguatamente inserite nei supporti murari; l'appoggio dei tubolari principali è a scomparsa, per cui sarà necessario prevedere un intaglio del lato inferiore del profilo per permetterne il posizionamento per calata.

Per i dettagli di quanto sopra si rimanda alla tavola di progetto esecutivo relativa.

2 NORMATIVA E CLASSIFICAZIONE DELLA STRUTTURA

2.1 NORMATIVA ADOTTATA

La normativa tecnica di riferimento per il dimensionamento e la verifica delle strutture è la seguente:

- **D.M. 14-01-2008** "Nuove norme Tecniche per le Costruzioni"; nel seguito identificato con l'abbreviazione "DM2008".
- **Circolare** Ministero Infrastrutture e Trasporti **02-02-2009 n° 617** "Istruzioni per l'Applicazione delle Nuove norme Tecniche per le Costruzioni"

Inoltre, per quanto riguarda la struttura in acciaio, si fa riferimento alla normativa specializzata in merito, ed in particolare:

- Norma **UNI EN 10025**
- Norma **UNI EN 10210**
- Norma **UNI EN 10219-1**

2.2 CLASSIFICAZIONE E ANALISI DELLA STRUTTURA

In considerazione degli aspetti seguenti:

- Opera interna di piccole dimensioni e non facente parte della statica globale dell'edificio.
- Azione sismica attesa in sito di modesta entità (Comune di Milano – zona 4).
- Tipologia di struttura leggera.

non sono state effettuate analisi sismiche della struttura limitando le verifiche alle combinazioni di carico statiche gravitazionali.

Inoltre, trattandosi di opere di limitata importanza e con stati di sollecitazione ben definiti, le verifiche di seguito esplicitate vengono effettuate secondo il metodo delle tensioni ammissibili; ciò anche al fine di semplificare la lettura ed interpretazione dei risultati dei calcoli.

3 MATERIALI

Per la realizzazione delle opere di cui sopra si prescrive l'impiego dei seguenti materiali.

- | | | | |
|-----------------------------------|------------------|---------------|----------|
| ▪ Profili metallici: | Acciaio per tipo | S 235 | (Fe360) |
| ▪ Piatti e piastre: | Acciaio tipo | S 235 | (Fe360) |
| ▪ Viti ad alta resistenza: | Classe | 8.8 | |
| ▪ Dadi ad alta resistenza: | Classe | 8 | |
| ▪ Barre filettate: | Acciaio tipo | B 450C | (FeB44k) |

4 RELAZIONE DI CALCOLO

4.1 CARICHI DI PROGETTO E COMBINAZIONI DI CARICO

La struttura in progetto deve sopportare i pesi dovuti alla controsoffittatura isolante ed alle tubazioni impiantistiche, oltrechè delle pendinature secondarie di lampade e attrezzature sospese a soffitto.

Vengono inoltre considerati i carichi indotti dal personale di manutenzione.

Nei riguardi dei carichi distribuiti vale la seguente analisi dei carichi:

- **Peso proprio:** Valore medio peso profilati: **tot. 30 kg/mq**

- **Carichi permanenti:**
 - pannellature isolanti: 15 kg/mq
 - tubazioni impiantistiche: 25 kg/mq
 - pendinature: **tot. 50 kg/mq**

- **Carichi accidentali:** sottotetti accessibili solo per manutenzione
 - cat. H1 tabella 3.1.II del DM2008: **tot. 50 kg/mq**

- Risulta quindi il seguente **Carico Totale Distribuito:** **130 kg/mq**

Inoltre, in accordo con quanto previsto dal DM2008, si considera la presenza di carichi concentrati pari a 120kg, che, a favore di sicurezza, verranno considerati contemporaneamente a tutti i carichi distribuiti.

La combinazione di carico adottata per le verifiche comprende la contemporaneità di tutte le azioni precedentemente espresse, applicate in funzione delle aree di influenza degli elementi oggetto di verifica.

4.2 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Le schede di calcolo e verifica dei profili sono riportate in allegato; nel seguito si riassumono i risultati principali, ossia la verifica delle tensioni massime e delle deformazioni. Tutti i restanti aspetti di verifica e calcolo sono comunque espressi nelle schede di calcolo e verificati secondo i relativi valori di riferimento.

4.2.1 Profili Principali

Sono costituiti da tubolari 250x150x6mm e vengono analizzati in funzione delle diverse lunghezze ed aree di influenza; in particolare:

Zona retrostante; in tale zona i profili hanno una lunghezza massima di 7.3m ed un'area di influenza pari a 3.2m $[-(3.95+2.45)/2]$. Applicando la totalità dei carichi distribuiti nonché il carico concentrato manutentivo, si ottiene:

- **Massimo momento flettente:** $M_{\max} = 2990.08 \text{ kgm}$
- Modulo di resistenza profilo: $W = 322.22 \text{ cm}^3$
- Momento d'inerzia profilo: $J = 4027.79 \text{ cm}^4$
- **Massima tensione acciaio:** $\sigma_{f \max} = 927.95 \text{ kg/cm}^2$ < $\sigma_{f \text{ amm}} = 1600 \text{ kg/cm}^2$
- **Massima deformazione:** $f_{\max} = 1.93 \text{ cm (L/378)}$ < $f_{\text{ amm}} = L/200$

Zona ingresso; in tale zona i profili hanno una lunghezza massima di 6.8m ed un'area di influenza pari a 4.1m $[-(4.2+4.0)/2]$. Applicando la totalità dei carichi distribuiti nonché il carico concentrato manutentivo, si ottiene:

- **Massimo momento flettente:** $M_{\max} = 3284.74 \text{ kgm}$
- Modulo di resistenza profilo: $W = 322.22 \text{ cm}^3$
- Momento d'inerzia profilo: $J = 4027.79 \text{ cm}^4$
- **Massima tensione acciaio:** $\sigma_{f \max} = 1019.40 \text{ kg/cm}^2$ < $\sigma_{f \text{ amm}} = 1600 \text{ kg/cm}^2$
- **Massima deformazione:** $f_{\max} = 1.85 \text{ cm (L/368)}$ < $f_{\text{ amm}} = L/200$

4.2.2 Profili Secondari

Sono costituiti da tubolari 150x80x4mm e vengono analizzati in funzione della massima lunghezza pari a 4.2m e della massima influenza pari a 1.2m. Applicando la totalità dei carichi distribuiti nonché il carico concentrato manutentivo, si ottiene:

- **Massimo momento flettente:** $M_{\max} = 469.98 \text{ kgm}$
- Modulo di resistenza profilo: $W = 70.94 \text{ cm}^3$
- Momento d'inerzia profilo: $J = 523.03 \text{ cm}^4$
- **Massima tensione acciaio:** $\sigma_{f \max} = 662.53 \text{ kg/cm}^2$ < $\sigma_{f \text{ amm}} = 1600 \text{ kg/cm}^2$
- **Massima deformazione:** $f_{\max} = 0.73 \text{ cm (L/574)}$ < $f_{\text{ amm}} = L/200$

Pertanto tutte le verifiche sono positive.

Allegato: Schede di calcolo profili tubolari

Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia			
Oggetto	Realizzazione nuova sede I.I.T.	n°	1227_10
Sito	Campus COLOMBO - via Pascoli n°70/3 - Milano	data	14/04/10
Dimensionamento Profili per Sostegno Controsoffitto			

Trave: Profilo Principale 250x150x6 su maglia 7.3x3.2									
Caratt. trave [m]			Carico distribuito [kg/mq]		Carico lineare [kg/ml]		Carico concentrato [kg,m]		
Lunghezza	Influenza		peso proprio	30.00	peso proprio	96.00	dist. app. sx.	3.65	
7.30	3.20		permanente	50.00	permanente	160.00	permanente		
Tubo	Acc. tipo		accidentale	50.00	accidentale	160.00	accidentale	120.00	
Quadro	Fe360		totale	130.00	totale	416.00	totale	120.00	
Caratt. meccaniche acciaio [kg,cm]			Caratteristiche geometriche della sezione [cm]						
σ amm.	τ amm.	modulo E	altezza	larghezza	area	sp. anima	momento J	modulo W	
1 600.00	923.00	2 100 000.00	25.00	15.00	46.56	0.60	4 027.79	322.22	
Momento flettente [Kgm]				Taglio [Kg]					
carico	distribuito	concentrato	totale	carico	distribuito	concentrato	totale		
p.p. + perm.	1 705.28	0.00	1 705.28	p.p. + perm.	934.40	0.00	934.40		
accidentale	1 065.80	219.00	1 284.80	accidentale	584.00	60.00	644.00		
totale	2 771.08	219.00	2 990.08	totale	1 518.40	60.00	1 578.40		
Verifica tensioni [Kg/cm ^q]			Freccia massima f [cm]				Indice L/f		
carico tot.	σ MAX	τ MAX	carico	distribuito	concentrato	totale	totale		
p.p. + perm.	529.22	62.29	p.p. + perm.	1.12	0.00	1.12	652		
accidentale	398.73	42.93	accidentale	0.70	0.11	0.81	896		
totale	927.95	105.23	totale	1.82	0.11	1.93	378		

Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia			
Oggetto	Realizzazione nuova sede I.I.T.	n°	1227_10
Sito	Campus COLOMBO - via Pascoli n°70/3 - Milano	data	14/04/10
Dimensionamento Profili per Sostegno Controsoffitto			

Trave: Profilo Principale 250x150x6 su maglia 6.8x4.10									
Caratt. trave [m]			Carico distribuito [kg/mq]		Carico lineare [kg/ml]		Carico concentrato [kg,m]		
Lunghezza	Influenza		peso proprio	30.00	peso proprio	123.00	dist. app. sx.	3.40	
6.80	4.10		permanente	50.00	permanente	205.00	permanente		
Tubo	Acc. tipo		accidentale	50.00	accidentale	205.00	accidentale	120.00	
Quadro	Fe360		totale	130.00	totale	533.00	totale	120.00	
Caratt. meccaniche acciaio [kg,cm]			Caratteristiche geometriche della sezione [cm]						
σ amm.	τ amm.	modulo E	altezza	larghezza	area	sp. anima	momento J	modulo W	
1 600.00	923.00	2 100 000.00	25.00	15.00	46.56	0.60	4 027.79	322.22	
Momento flettente [Kgm]				Taglio [Kg]					
carico	distribuito	concentrato	totale	carico	distribuito	concentrato	totale		
p.p. + perm.	1 895.84	0.00	1 895.84	p.p. + perm.	1 115.20	0.00	1 115.20		
accidentale	1 184.90	204.00	1 388.90	accidentale	697.00	60.00	757.00		
totale	3 080.74	204.00	3 284.74	totale	1 812.20	60.00	1 872.20		
Verifica tensioni [Kg/cmq]			Freccia massima f [cm]				Indice L/f		
carico tot.	σ MAX	τ MAX	carico	distribuito	concentrato	totale	totale		
p.p. + perm.	588.36	74.35	p.p. + perm.	1.08	0.00	1.08	630		
accidentale	431.04	50.47	accidentale	0.67	0.09	0.77	886		
totale	1 019.40	124.81	totale	1.75	0.09	1.85	368		

Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia			
Oggetto	Realizzazione nuova sede I.I.T.	n°	1227_10
Sito	Campus COLOMBO - via Pascoli n°70/3 - Milano	data	14/04/10
Dimensionamento Profili per Sostegno Controsoffitto			

Trave: Profilo Secondario 150x80x4									
Caratt. trave [m]			Carico distribuito [kg/mq]		Carico lineare [kg/ml]		Carico concentrato [kg,m]		
Lunghezza	Influenza		peso proprio	30.00	peso proprio	36.00	dist. app. sx.	2.10	
4.20	1.20		permanente	50.00	permanente	60.00	permanente		
Tubo	Acc. tipo		accidentale	50.00	accidentale	60.00	accidentale	120.00	
Quadro	Fe360		totale	130.00	totale	156.00	totale	120.00	
Caratt. meccaniche acciaio [kg,cm]			Caratteristiche geometriche della sezione [cm]						
σ amm.	τ amm.	modulo E	altezza	larghezza	area	sp. anima	momento J	modulo W	
1 600.00	923.00	2 100 000.00	15.00	8.00	17.76	0.40	532.03	70.94	
Momento flettente [Kgm]				Taglio [Kg]					
carico	distribuito	concentrato	totale	carico	distribuito	concentrato	totale		
p.p. + perm.	211.68	0.00	211.68	p.p. + perm.	201.60	0.00	201.60		
accidentale	132.30	126.00	258.30	accidentale	126.00	60.00	186.00		
totale	343.98	126.00	469.98	totale	327.60	60.00	387.60		
Verifica tensioni [Kg/cmq]			Freccia massima f [cm]				Indice L/f		
carico tot.	σ MAX	τ MAX	carico	distribuito	concentrato	totale	totale		
p.p. + perm.	298.41	33.60	p.p. + perm.	0.35	0.00	0.35	1 206		
accidentale	364.13	31.00	accidentale	0.22	0.17	0.38	1 096		
totale	662.53	64.60	totale	0.57	0.17	0.73	574		