



COMUNE DI PRATO

ASSESSORE AI LAVORI PUBBLICI	Gerardina Cardillo
SETTORE LL-Edilizia Pubblica	Dirigente Ing. Paolo Bartalini
SERVIZIO LA-Lavori Pubblici	Responsabile Ing. Paolo Bartalini
CODICE FISCALE	84006890481
OGGETTO	Realizzazione di nuova Scuola Materna di n. 6 sezioni
UBICAZIONE	Galciana, via Mannocci
FASE	PROGETTO ESECUTIVO
ELABORATO Sg	RELAZIONE CALCOLO SOLAI, REL. MATERIALI, VERIFICHE AL FUOCO, REL. GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI
R.U.P.	Ing. Paolo Bartalini
PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE	Arch. Diletta Moscardi
COLLABORATORE	Geom. Stefano Totti
PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI	Ing. Federico Forasassi
PROGETTISTA IMPIANTI TERMO-MECCANICI	P.I. Enrico Ferraboschi
PROGETTISTA IMPIANTO ELETTRICO	Ing. Giuseppe Lena

Settembre 2008

RELAZIONE GENERALE DI CALCOLO SOLAI

RELAZIONE DI CALCOLO

CRITERI DI CALCOLO

La ricerca delle caratteristiche della sollecitazione e' stata effettuata risolvendo la trave continua con il metodo degli elementi finiti (f.e.m.). La verifica a momento e taglio delle sezioni e' stata invece effettuata con il metodo degli stati limite, assumendo come sezione resistente quella costituita dall'area compressa di conglomerato e dalle aree metalliche.

Per le verifiche sopra dette sono stati rispettati i minimi di legge per quanto riguarda la larghezza massima di soletta collaborante, lo spessore minimo del solaio e della caldana e il rispetto delle armature minime.

SOLAI PREFABBRICATI.

Per i solai prefabbricati a traliccio viene verificata l' armatura sia nella fase di getto del calcestruzzo di completamento che nelle condizioni di esercizio.

Nella fase di getto lo schema di calcolo e' quello di un traliccio reticolare appoggiato sulle travi di bordo della campata e sugli eventuali puntelli intermedi, mentre nelle condizioni di esercizio si fa riferimento ad uno schema a trave continua con una sezione in calcestruzzo armato.

- Verifiche in fase di getto per i solai prefabbricati.

I carichi presi in considerazione sono:

pt = peso proprio del travetto (lastra)
pc = peso proprio del getto di calcestruzzo
sa = sovraccarico accidentale in fase di getto
qt = 1.4 * (pt + pc) + 1.5 * sa

La luce di calcolo e':

$$l = \frac{l_c}{(n+1)}$$

l = luce di calcolo
lc = luce della campata
n = puntelli intermedi

Vengono effettuate le veriche a momento flettente in campata ed a taglio sugli appoggi.

VERIFICHE IN CAMPATA

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8}$$

$$F_c = F_t = \frac{M}{h}$$

q = la parte del carico qt di competenza del singolo travetto
l = luce di calcolo come prima definita
h = distanza tra i baricentri delle armature superiori e inferiori
Fc, Ft = Forza agente nelle armature superiori e inferiori per

equilibrare il momento flettente

Verifica del tondino (corrente) superiore compresso a carico di punta con il metodo Ω :

$$\frac{\Omega * F_c}{A_c} \leq \sigma_s$$

Ω = coefficiente omega relativo al tondino superiore, pensato appoggiato tra due staffe consecutive

A_c = area del tondino superiore (corrente compresso)

σ_s = tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coefficiente di sicurezza parziale)

Verifica dei tondini (correnti) inferiori tesi:

$$\frac{F_t}{2 * A_t} \leq \sigma_s$$

A_t = area del singolo tondino inferiore (ne sono presenti due)

VERIFICA SUGLI APPOGGI

$$T = \frac{q * l}{2}$$

Il taglio viene assorbito dalle staffe inclinate del traliccio per cui verra' verificata a carico di punta la staffa soggetta a compressione:

$$C_s = \frac{T}{2 * \cos(\alpha) * \cos(\beta)}$$

$$l_o = \frac{h}{\cos(\alpha) * \cos(\beta)}$$

$$\frac{\Omega * C_s}{A_s} \leq \sigma_s$$

C_s = Sforzo agente sulla staffa inclinata compressa (le staffe hanno due bracci)

$2 * \alpha$ = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano trasversale al traliccio

$2 * \beta$ = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano longitudinale al traliccio

l_o = lunghezza libera di inflessione della staffa compressa

Ω = coefficiente omega

A_s = area staffa

- Verifiche in fase di esercizio per i solai prefabbricati.

In esercizio verranno effettuate le consuete verifiche per le sezioni a T in calcestruzzo armato, tenendo in conto l'eventuale presenza di armatura aggiuntiva.

Nelle verifiche vengono tenute in conto le diverse altezze dei baricentri delle armature inferiori.

Poiche' la sezione viene completata in opera e' necessario verificare lo scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella.

$$S = \tau * b * a$$

$$C_s = \frac{S}{2 * \cos(\alpha) * \cos(\beta)}$$

$$C_s \leq \sigma_s$$

As

S = scorrimento
 τ = tensione tangenziale nella fibra di contatto tra la coppella ed il calcestruzzo
b = larghezza travetto
a = interasse longitudinale tra le staffe

In fase di esercizio non si effettua la verifica a carico di punta in quanto, essendo il getto maturato, la staffa non puo' piu' instabilizzarsi.

Si riportano di seguito delle tabelle riassuntive relative alla geometria del solaio e dei travetti, dei carichi distribuiti e concentrati, delle combinazioni di carico e, infine, i risultati del calcolo con le armature di progetto e le verifiche relative.

I carichi agenti riportati fanno riferimento ad una striscia di solaio di profondita' pari a un metro.
Nell stampa delle verifiche le sollecitazioni e le armature e si riferiscono al singolo travetto di solaio.

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARICHI DISTRIBUITI

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei carichi distribuiti:

Campata N.ro : Numero della campata.
Peso : Peso proprio del solaio piu' sovraccarico permanente.
Acc. iniz. : Valore iniziale del carico accidentale a distribuzione lineare.
Acc. finale : Valore finale del carico accidentale a distribuzione lineare.
Asc. iniz. : Ascissa del punto di inizio della zona soggetta al carico accidentale.
Asc. fin : Ascissa del punto finale della zona soggetta al carico accidentale.

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARICHI CONCENTRATI

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei carichi concentrati:

Campata N.ro : Numero della campata.
Asc. F1 : Ascissa del punto di applicazione della prima forza concentrata.
Forza 1 : Intensita' della prima forza concentrata.
Asc. F2 : Ascissa del punto di applicazione della seconda forza concentrata.
Forza 2 : Intensita' della seconda forza concentrata.
Asc. M1 : Ascissa del punto di applicazione della prima coppia concentrata.
Mom. 1 : Intensita' della prima coppia concentrata.
Asc. M2 : Ascissa del punto di applicazione della seconda coppia concentrata.
Mom. 2 : Intensita' della seconda coppia concentrata.

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA COMBINAZIONI DI CARICO

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle combinazioni di carico:

- Comb. N.ro : Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente.
- Coeff n : Coefficiente dei carichi accidentali per la campata n-esima (0 esclude la presenza del carico accidentale sulla campata relativamente a quella combinazione di carico; 1 ne tiene conto per intero).

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle sollecitazioni e degli abbassamenti:

- Comb.N.ro: Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente.
- Camp.N.ro: Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente.
- M. in. : Momento flettente all'appoggio iniziale.
- N. in. : Sforzo normale all'appoggio iniziale.
- T. in. : Taglio all'appoggio iniziale.
- M. fin. : Momento flettente all'appoggio finale.
- N. fin. : Sforzo normale all'appoggio finale.
- T. fin. : Taglio all'appoggio finale.
- W. mezz. : Abbassamento corrispondente alla sezione di mezzeria.

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA REAZIONI DI APPOGGIO

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle reazioni di appoggio:

- Comb.N.ro: Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente.
- App. N.ro: Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente.
- Rx : Reazione in direzione x (orizzontale).
- Ry : Reazione in direzione y (verticale).
- Mz : Momento reagente.

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE S.L.U

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite ultimi:

- Camp.N.ro: Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente.
- Asc. in. : Ascissa del nodo iniziale della campata.
- Asc. fin.: Ascissa del nodo finale della campata.
- Mom. neg.: Momento flettente negativo massimo.
- $\epsilon f\%neg.$: Deformazione per cento dell'acciaio corrispondente al momento negativo (valore limite di norma 1,00).
- $\epsilon c\%neg.$: Deformazione per cento del calcestruzzo corrispondente al momento negativo (valore limite di norma 0,35).
- Mom. pos.: Momento flettente positivo massimo.
- $\epsilon f\%pos.$: Deformazione per cento dell'acciaio corrispondente al momento positivo (valore limite di norma 1,00).
- $\epsilon c\%pos.$: Deformazione per cento del calcestruzzo corrispondente al momento positivo (valore limite di norma 0,35).
- Af sup. : Armatura longitudinale superiore.
- Af inf. : Armatura longitudinale inferiore.
- Tag. neg.: Taglio negativo massimo.
- Tag. pos.: Taglio positivo massimo.
- Rapporto : Rapporto fra il taglio di calcolo ed il taglio resistente del cls (valore limite di norma 1,00).
Vsd/Vrdu

SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA VERIFICHE AUTOPORTANZA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica dei travetti prefabbricati in condizioni di autoportanza ed esercizio:

- Camp. N.ro : Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente.
- Mom. Max : Momento massimo positivo in campata considerando quale luce di calcolo quella tra due puntelli successivi.
- of sup. : Tensione massima nel corrente superiore compreso del traliccio verificato a carico di punta.
- of inf. : Tensione massima nel corrente inferiore teso del traliccio.
- Taglio : Taglio massimo in corrispondenza del puntello.
- of trl. : Tensione massima nella staffa compressa del traliccio verificato a carico di punta.
- Scorr. : Scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella.
- of tral. : Tensione dovuta allo scorrimento nella staffa

compressa.

of lim. : Tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coefficiente di sicurezza parziale)

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE CAMPATE IN PRECOMPRESSO

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche:

Camp.N.ro : Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente.

Descrizione : Descrizione del tipo di travetto precompresso

Contrass.Tipo : Tipologia di armatura presente all'interno del Tipo armatura travetto (v. tabelle archivi)

Momento calcolo : Momenti flettenti agenti, per la fascia di 1.00 m

Mom. Serv. : Momenti resistenti di servizio, per la fascia di 1.00 m

Mom. Rott. : Momenti resistenti a rottura, per la fascia di 1.00 m su

Coeff. Sic. : Rapporto tra il momento di rottura e quello di calcolo Rott. (deve essere maggiore di 1)

SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA VERIFICHE S.L.E.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica degli stati limite di esercizio

Campata Numero della campata

Comb Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanente. Questo indicatore vale sia per la verifica a fessurazione che per il calcolo delle frecce

Caric

Fessu Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se lim cal la campata non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sarà nulla

Dist mm Distanza fra le fessure

Concio Numero del concio in cui si è avuta la massima fessura

Conbin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura

Momento Momento flettente che ha causato la massima fessura

Frecce Freccia limite e freccia massima di calcolo

Conbin Numero della combinazione che ha prodotto la freccia massima

Cominaz Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga Carico individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls

σ lim Valore della tensione limite in Kg/cm²

σ cal Valore della tensione di calcolo in Kg/cm²

Concio Numero del concio in cui si è avuta la massima tensione

Cmb Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione

Momento Momento flettente che ha causato la massima tensione

ARCHIVIO GENERALE SEZIONI

A R C H I V I O S E Z I O N I					
Sezione N.ro	Base trav. (cm)	Alt. trav. (cm)	Base pign. (cm)	Alt. pign. (cm)	Lungh.pign. (cm)
1	8.0	21.0	25.0	16.0	25.0

ARCHIVIO GENERALE SEZIONI

A R C H I V I O S E Z I O N I				
Sezione N.ro	Produttore	Tipo travetto	Alt. pign. (cm)	Alt. cald. (cm)
301	FAUCI	F1	20.00	4.00

DATI GEN. QUOTA 1 SOLAIO 1

D A T I G E N E R A L I			
Classe Struttura			Classe 1
Scarto Copriferro (cm)			0.0
Copriferro (cm)			1.0
Coefficiente di Ridistribuzione Plastica(1=Soluz.Elastica)			1.00
C A R A T T E R I S T I C H E D E I M A T E R I A L I			
Classe Calcestruzzo	C25/30		Classe Acciaio
Modulo Elastico CLS	314758	kg/cmq	FeB 44 k
Coeff. di Poisson	0.2		Modulo Elastico Acc
Resist.Car. CLS 'fck'	250.0	kg/cmq	2100000
Resist. Calcolo 'fcd'	132.0	kg/cmq	Tipo Armatura
Tens. Max. CLS 'rcd'	132.0	kg/cmq	SENSIBILI
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20	%	Tipo Ambiente
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0.35	%	ORDINARIA X0
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Resist.Car.Acc 'fyk'
Fessura Max.Comb.Perm	0.2	mm	4400.0
Fessura Max.Comb.Freq	0.3	mm	Tens. Rott.Acc 'ftk'
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	4400.0
			Resist. Calcolo'fyd'
			3826.0
			Def.Lim.Ult.Acc'eyu'
			1.00
			Sigma CLS Comb.Rare
			150.0
			Sigma CLS Comb.Perm
			112.0
			Sigma Acc Comb.Rare
			3520.0
Rapporto Luce/Spост.max per combinazioni rare			NON ESEGUITA
Rapporto Luce/Spост.max per combinazioni frequenti			NON ESEGUITA
Rapporto Luce/Spост.max per combinazioni quasi permanenti			NON ESEGUITA
Coefficiente di viscosita'			2.00
Coefficiente condizione carichi Psi1			0.500
Coefficiente condizione carichi Psi2			0.200

CARATT. QUOTA 1 SOLAIO 1

C A R A T T E R I S T I C H E E D A B B A S S A M E N T I								
Comb. N.ro	Camp. N.ro	M.in. (kgm)	N.in. (kg)	T.in. (kg)	M.fin (kgm)	N.fin (kg)	T.fin (kg)	W.mezz. (mm)
0	1	0	0	-1214	1303	0	-1866	0.48
	2	-1303	0	-1629	948	0	-1451	0.12
	3	-948	0	-1510	1066	0	-1570	0.21
	4	-1066	0	-1570	948	0	-1510	0.21
	5	-948	0	-1451	1303	0	-1629	0.12
	6	-1303	0	-1866	0	0	-1214	0.48
1	1	0	0	-1924	2065	0	-2956	0.76
	2	-2065	0	-2581	1502	0	-2299	0.19
	3	-1502	0	-2393	1689	0	-2487	0.33
	4	-1689	0	-2487	1502	0	-2393	0.33
	5	-1502	0	-2299	2065	0	-2581	0.19
	6	-2065	0	-2956	0	0	-1924	0.76
2	1	0	0	-1119	1684	0	-1961	0.33
	2	-1684	0	-2555	1225	0	-2325	0.44
	3	-1225	0	-1502	1378	0	-1578	-0.01
	4	-1378	0	-2478	1225	0	-2402	0.55
	5	-1225	0	-1425	1684	0	-1655	-0.13
	6	-1684	0	-2861	0	0	-2019	0.90
3	1	0	0	-1923	2069	0	-2957	0.75
	2	-2069	0	-2587	1483	0	-2293	0.19
	3	-1483	0	-2371	1758	0	-2509	0.31
	4	-1758	0	-2569	1243	0	-2311	0.40
	5	-1243	0	-1543	1229	0	-1537	0.04
	6	-1229	0	-1847	0	0	-1233	0.50
4	1	0	0	-1145	1580	0	-1935	0.37
	2	-1580	0	-2425	1640	0	-2455	0.32
	3	-1640	0	-2445	1620	0	-2435	0.30
	4	-1620	0	-2435	1640	0	-2445	0.30
	5	-1640	0	-2455	1580	0	-2425	0.32
	6	-1580	0	-1935	0	0	-1145	0.37

REAZIONI A QUOTA 1 SOLAIO 1

R E A Z I O N I E S P O S T A M E N T I D I A P P O G G I O								
Comb. N.ro	App. N.ro	Rx (kg)	Ry (kg)	Mz (kgm)	Spox (mm)	Spoy (mm)	Rotaz sx (rad)	Rotaz dx (rad)
0	1	0	-1214	0	0.00	0.00	0.0004468	
	2	0	-3495	0	0.00	0.00	-0.0001191	
	3	0	-2962	0	0.00	0.00	0.0000298	
	4	0	-3139	0	0.00	0.00	0.0000000	
	5	0	-2962	0	0.00	0.00	-0.0000298	
	6	0	-3495	0	0.00	0.00	0.0001191	
	7	0	-1214	0	0.00	0.00	-0.0004468	
1	1	0	-1924	0	0.00	0.00	0.0007079	
	2	0	-5537	0	0.00	0.00	-0.0001888	
	3	0	-4692	0	0.00	0.00	0.0000472	
	4	0	-4974	0	0.00	0.00	0.0000000	
	5	0	-4692	0	0.00	0.00	-0.0000472	
	6	0	-5537	0	0.00	0.00	0.0001888	
	7	0	-1924	0	0.00	0.00	-0.0007079	

REAZIONI A QUOTA 1 SOLAIO 1

REAZIONI E SPOSTAMENTI DI APPOGGIO								
Comb. N.ro	App. N.ro	Rx (kg)	Ry (kg)	Mz (kgm)	Spstx (mm)	Spsty (mm)	Rotaz sx (rad)	Rotaz dx (rad)
2	1	0	-1119	0	0.00	0.00	0.0003511	
	2	0	-4516	0	0.00	0.00	0.0000723	
	3	0	-3827	0	0.00	0.00	-0.0001878	
	4	0	-4057	0	0.00	0.00	0.0002263	
	5	0	-3827	0	0.00	0.00	-0.0002648	
	6	0	-4516	0	0.00	0.00	0.0003803	
	7	0	-2019	0	0.00	0.00	-0.0008037	
3	1	0	-1923	0	0.00	0.00	0.0007067	
	2	0	-5544	0	0.00	0.00	-0.0001865	
	3	0	-4665	0	0.00	0.00	0.0000391	
	4	0	-5078	0	0.00	0.00	0.0000302	
	5	0	-3855	0	0.00	0.00	-0.0001598	
	6	0	-3384	0	0.00	0.00	0.0001563	
	7	0	-1233	0	0.00	0.00	-0.0004654	
4	1	0	-1145	0	0.00	0.00	0.0003772	
	2	0	-4360	0	0.00	0.00	0.0000201	
	3	0	-4900	0	0.00	0.00	-0.0000050	
	4	0	-4870	0	0.00	0.00	0.0000000	
	5	0	-4900	0	0.00	0.00	0.0000050	
	6	0	-4360	0	0.00	0.00	-0.0000201	
	7	0	-1145	0	0.00	0.00	-0.0003772	

VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1

VERIFICHE SEZIONI													
Camp. N.ro	Asc.in. (m)	Asc.fin. (m)	Mom. neg (kgm)	εf%neg	εc%neg	Mom. pos (kgm)	εf%pos	εc%pos	Af sup. (cmq)	Af inf. (cmq)	Tag. neg (kg)	Tag. pos (kg)	Rapporto VSD/VRdu
1	0.00	0.20	-813	0.16	0.03	341	0.12	0.01	1.26	0.63	0	962	0.18
	0.20	0.65	-582			664			0.79		0	840	0.54
	0.65	1.10	-149			973			0.20		0	565	0.36
	1.10	1.55	0			1158			0.00		-37	291	0.19
	1.55	2.00	0			1220			0.00		-259	16	0.17
	2.00	2.45	0			1220			0.00		-533	0	0.34
	2.45	2.90	-120			1158			0.00		-808	0	0.52
	2.90	3.35	-445			973			0.79		-1082	0	0.69
	3.35	3.80	-1035			664			1.53		-1357	0	0.84
	3.80	4.00	-1035			232			1.38		-1479	0	0.27
2	0.00	0.20	-1035	0.16	0.04	232	0.11	0.01	1.38	0.46	0	1293	0.24
	0.20	0.65	-1035			664			1.51		0	1171	0.72
	0.65	1.10	-522			973			0.79		0	897	0.58
	1.10	1.55	-123			1158			0.20		0	622	0.40
	1.55	2.00	0			1220			0.00		-8	348	0.22
	2.00	2.45	0			1220			0.00		-282	73	0.18
	2.45	2.90	0			1158			0.00		-556	0	0.36
	2.90	3.35	-336			973			0.50		-831	0	0.53
	3.35	3.80	-820			664			1.29		-1106	0	0.71
	3.80	4.00	-820			232			1.14		-1228	0	0.23
3	0.00	0.20	-820	0.16	0.03	232	0.11	0.01	1.14	0.44	0	1223	0.23
	0.20	0.65	-820			664			1.29		0	1101	0.71
	0.65	1.10	-338			973			0.50		0	826	0.53
	1.10	1.55	-95			1158			0.20		0	551	0.35
	1.55	2.00	0			1220			0.00		-34	277	0.18
	2.00	2.45	0			1220			0.00		-309	2	0.20
	2.45	2.90	-138			1158			0.20		-583	0	0.37
	2.90	3.35	-383			973			0.50		-858	0	0.55
	3.35	3.80	-879			664			1.29		-1132	0	0.73
	3.80	4.00	-879			232			1.21		-1254	0	0.23
4	0.00	0.20	-879	0.16	0.03	232	0.11	0.01	1.21	0.46	0	1284	0.24
	0.20	0.65	-879			664			1.29		0	1162	0.75
	0.65	1.10	-370			973			0.50		0	888	0.57
	1.10	1.55	0			1158			0.00		0	613	0.39
	1.55	2.00	0			1220			0.00		-3	339	0.22
	2.00	2.45	0			1220			0.00		-277	64	0.18
	2.45	2.90	0			1158			0.00		-551	0	0.35
	2.90	3.35	-338			973			0.50		-826	0	0.53
	3.35	3.80	-820			664			1.29		-1101	0	0.71
	3.80	4.00	-820			232			1.14		-1223	0	0.23

VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1

VERIFICHE SEZIONI													
Camp. N.ro	Asc.in. (m)	Asc.fin. (m)	Mom. neg (kgm)	εf%neg	εc%neg	Mom. pos (kgm)	εf%pos	εc%pos	Af sup. (cmq)	Af inf. (cmq)	Tag. neg (kg)	Tag. pos (kg)	Rapporto VSD/VRdu
5	0.00	0.20	-820	0.16	0.03	232	0.11	0.01	1.14	0.45	0	1228	0.23
	0.20	0.65	-820			664			1.29		0	1106	0.71
	0.65	1.10	-336			973			0.50		0	831	0.53
	1.10	1.55	-129			1158			0.20		0	557	0.36
	1.55	2.00	-2			1220			0.20		-70	282	0.18
	2.00	2.45	-78			1220			0.20		-345	8	0.22
	2.45	2.90	-257			1158			0.38		-619	0	0.40
	2.90	3.35	-521			973			0.79		-894	0	0.57
	3.35	3.80	-1032			664			1.51		-1168	0	0.72
	3.80	4.00	-1032			232			1.37		-1290	0	0.24
6	0.00	0.20	-1032	0.16	0.04	232	0.10	0.01	1.37	0.51	0	1478	0.27
	0.20	0.65	-1032			664			1.51		0	1356	0.84
	0.65	1.10	-437			973			0.79		0	1082	0.69
	1.10	1.55	-80			1158			0.20		0	807	0.52
	1.55	2.00	0			1220			0.00		0	533	0.34
	2.00	2.45	0			1220			0.00		-64	258	0.17
	2.45	2.90	0			1158			0.00		-339	24	0.22
	2.90	3.35	-149			973			0.20		-613	0	0.39
	3.35	3.80	-582			664			0.79		-888	0	0.57
	3.80	4.00	-813			360			1.26		-1010	0	0.19

VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1

VERIFICHE TRAVETTO PRECOMPRESSO				
Camp. N.ro		Contrass Tipo Arm	Momento Calcolo (kg*m) per 1 ml	Mom.Ultim di solaio
1	Trav. F1 H solaio rasato cm 20 H caldana cm 4	3	sinistra -1163 campata 2440 destra -2069	1269 2919 2360
2	Trav. F1 H solaio rasato cm 20 H caldana cm 4	3	sinistra -2069 campata 2440 destra -1640	2360 2919 2034
3	Trav. F1 H solaio rasato cm 20 H caldana cm 4	3	sinistra -1640 campata 2440 destra -1758	2034 2919 2034
4	Trav. F1 H solaio rasato cm 20 H caldana cm 4	3	sinistra -1758 campata 2440 destra -1640	2034 2919 2034
5	Trav. F1 H solaio rasato cm 20 H caldana cm 4	3	sinistra -1640 campata 2440 destra -2065	2034 2919 2360
6	Trav. F1 H solaio rasato cm 20 H caldana cm 4	3	sinistra -2065 campata 2440 destra -1163	2360 2919 1269

RELAZIONE SUI MATERIALI

- **CALCESTRUZZO**

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo viene titolato ed identificato mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uni assiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici, espressa in MPa (rif. Par. 11.2 Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni Decreto 14/01/2008).

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale si può fare utile riferimento a quanto indicato nelle norme UNI EN 206-1:2006 e nella UNI 11104:2004.

Sulla base della denominazione normalizzata vengono definite le classi di resistenza della tabella seguente:

Tabella 4.1.I – *Classi di resistenza*

CLASSE DI RESISTENZA
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C 32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

Classi di resistenza adottate nel progetto:

- Strutture di fondazione: C20/25 $R_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- Strutture di elevazione: C25/30 $R_{ck} = 30 \text{ MPa}$

$f_{ck} = 0,83 \times R_{ck}$ Resistenza cilindrica

$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3}$ per classi $\leq C50/60$ Resistenza media a trazione semplice (assiale) $[\text{N}/\text{mm}^2]$

$f_{ctm} = 1,2 \times f_{ctm}$ Valore medio della resistenza a trazione per flessione $[\text{N}/\text{mm}^2]$

$E = 22.000 [f_{cm}/10]^{0,3}$ Modulo Elastico $[\text{N}/\text{mm}^2]$

Per il coefficiente di *Poisson* può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0,2 (calcestruzzo non fessurato).

• ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Acciaio utilizzato nel progetto: B450C

Valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

f_{yk}	450 N/mm^2
f_{tk}	540 N/mm^2

E deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\ mm$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 ϕ	

- ACCIAI DA CARPENTERIA**

Si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico: $E = 210.000$ N/mm²

modulo di elasticità trasversale: $G = E / [2 (1+\nu)]$ N/mm²

coefficiente di Poisson: $\nu = 0,3$

densità: $\rho = 7850$ kg/m³

Per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1 si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_k [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_k [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_k [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_k [N/mm ²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S460 MH/MLH	460	530		

Acciaio utilizzato nel progetto: S235

- **SALDATURE**

I procedimenti di saldatura e i materiali di apporto devono essere conformi ai seguenti requisiti:

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418:1999. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello.

- **BULLONI**

I bulloni – conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} sono le seguenti:

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
--------	-----	-----	-----	-----	------

f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

Classi utilizzate nel progetto: 8.8 per l'acciaio – 4.6 per il legno

- **OPERE IN LEGNO LAMELLARE**

Proprietà del materiale

Si definiscono valori caratteristici di resistenza di un tipo di legno i valori del frattile 5% della distribuzione delle resistenze, ottenuti sulla base dei risultati di prove sperimentali effettuate con una durata di 300 secondi su provini all'umidità di equilibrio del legno corrispondente alla temperatura di $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ed umidità relativa dell'aria del $65 \pm 5\%$.

Per il modulo elastico, si fa riferimento sia ai valori caratteristici di modulo elastico corrispondenti al frattile 5% sia ai valori medi, ottenuti nelle stesse condizioni di prova sopra specificate.

Si definisce massa volumica caratteristica il valore del frattile 5% della relativa distribuzione con massa e volume misurati in condizioni di umidità di equilibrio del legno alla temperatura di $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ed umidità relativa dell'aria del $65 \pm 5\%$.

Il progetto e la verifica di strutture realizzate con legno massiccio, lamellare o con prodotti per uso strutturale derivati dal legno, richiedono la conoscenza dei valori di resistenza, modulo elastico e massa volumica costituenti il profilo resistente, che deve comprendere almeno quanto riportato nella Tab. 11.7.I.

Tabella 11.7.I

Proprietà di resistenza		Proprietà di modulo elastico		Massa volumica	
Flessione	$f_{m,k}$	Modulo elastico parallelo medio **	$E_{0,mean}$	Massa volumica caratteristica	ρ_k
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,05}$	Massa volumica media *, **	ρ_{mean}
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	Modulo elastico perpendicolare medio **	$E_{90,mean}$		
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	Modulo elastico tangenziale medio **	G_{mean}		
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$				
Taglio	$f_{v,k}$				

* La massa volumica media può non essere dichiarata.

** Il pedice *mean* può essere abbreviato con m

I valori indicati nei profili resistenti possono essere introdotti nei calcoli come valori massimi per le grandezze cui si riferiscono.

Per il legno lamellare incollato i valori caratteristici di resistenza, desunti da indagini sperimentali, sono riferiti a dimensioni standardizzate del campione di prova secondo le norme pertinenti. In particolare, per la determinazione della resistenza a flessione l'altezza della sezione trasversale del campione di prova è pari a 600 mm, mentre per la determinazione della resistenza a trazione parallela alla fibratura, il lato maggiore della sezione trasversale del provino è pari a 600 mm.

Di conseguenza, per elementi di legno lamellare sottoposti a flessione o a trazione parallela alla fibratura che presentino rispettivamente una altezza o il lato maggiore della sezione trasversale inferiore a 600 mm, i valori caratteristici $f_{m,k}$ e $f_{t,0,k}$, indicati nei profili resistenti, possono essere incrementati tramite il coefficiente moltiplicativo k_h , così definito:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} ; 1,1 \right\}$$

essendo h , in millimetri, l'altezza della sezione trasversale dell'elemento inflesso oppure il lato maggiore della sezione trasversale dell'elemento sottoposto a trazione.

Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14080.

L'attribuzione degli elementi strutturali di legno lamellare ad una classe di resistenza viene effettuata dal produttore secondo quanto previsto ai punti seguenti:

L'elemento strutturale di legno lamellare incollato può essere costituito dall'insieme di lamelle tra loro omogenee (elemento "omogeneo") oppure da lamelle di diversa qualità (elemento "combinato") secondo quanto previsto nella norma UNI EN 1194:2000.

Nei casi in cui il legno lamellare incollato non ricada in una delle tipologie previste dalla UNI EN 1194:2000, è ammessa l'attribuzione diretta degli elementi strutturali lamellari alle classi di resistenza sulla base di risultati di prove sperimentali, da eseguirsi in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14080.

Tabella 18-4-Classi di resistenza per legno lamellare di conifera omogeneo e combinato(EN1194)

Valori caratteristici di resistenza e modulo elastico	GL24h	GL24c	GL28h	GL28c	GL32h	GL32c	GL36h	GL36c	
Resistenze (MPa)									
flessione	$f_{m,0,k}$	24		28		32		36	
trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,g,k}$	16.5	14.0	19.5	16.5	22.5	19.5	26	22.5
trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,g,k}$	0.40	0.35	0.45	0.40	0.50	0.45	0.60	0.50
compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,g,k}$	24.0	21.0	26.5	24.0	29.0	26.5	31.0	29.0
compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,g,k}$	2.7	2.4	3.0	2.7	3.3	3.0	3.6	3.3
taglio	$f_{v,g,k}$	2.7	2.2	3.2	2.7	3.8	3.2	4.3	3.8
Modulo elastico (GPa)									
modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,g,mean}$	11.6	11.6	12.6	12.6	13.7	13.7	14.7	14.7
modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,g,01}$	9.4	9.4	10.2	10.2	11.1	11.1	11.9	11.9
modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,g,mean}$	0.39	0.32	0.42	0.39	0.46	0.42	0.49	0.46
modulo di taglio medio	$G_{t,mean}$	0.72	0.59	0.78	0.72	0.85	0.78	0.91	0.85
Massa volumica (kg/m³)									
Massa volumica caratteristica	$\rho_{0,k}$	380	350	410	380	430	410	450	430

VERIFICA AL FUOCO PER I PRINCIPALI ELEMENTI STRUTTURALI

Arco corpo principale : sezione 18x68.7 – fuoco su 3 lati

CALCOLO PARAMETRI PER R60			
VERIFICHE SECONDO LA NORMATIVA EUROPEA (ENV 1995-1-1:1994)			
AZIONI:SI FA RIFERIMENTO AL D.M.2008-STATI LIMITE ULTIMI-COMBINAZIONE CARATTERISTICA			
METODO DELLA SEZIONE EFFICACE			
t=	60	$\beta_0=$	0,7
d0 =	7	mm	
K0=	1		
deff (mm)=dchar+k0d0=	49		
$\Psi_1 =$	0,5	Abitazioni	
$\Psi_1 =$	0,6	Uffici,negozi,scuole,ecc	
$\Psi_1 =$	0,7	Autorimesse	
$\Psi_1 =$	0,2	Vento,neve	
Nelle verifiche si è considerato che la superficie superiore dell'elemento strutturale non sia soggetta all'aggressione del fuoco pertanto non soggetta a riduzione di spessore			
peso proprio trave	0,21	KN/m	classe legno GL28c
B =	0,082	m	
H =	0,638	m	f m,k = 28 N/mm ²
$\rho =$	4,1	KN/m ³	f v,k = 3,2 N/mm ²
W =	5562935	mm ³	$\gamma_m = 1$
A =	52316	mm ²	combo IV f m,d = 27,72 N/mm ²
J =	1,77E+09	mm ⁴	f v,d = 3,17 N/mm ²
E0,mean =	14490	N/mm ²	
Gmean =	897	N/mm ²	
$\chi =$	1,2	(fattore di taglio)	
Combinazione	IV	simultanea permanenti+variabili azione princ.	NEVE
Fd = $\gamma_g \times G_k + \gamma_q \times Q_k + \gamma_q \times \psi_1 \times Q_{k1} =$	0,91	KN/m ²	
sulla trave	3,85	KN/m	
coefficienti da adottare per la verifica			
$\gamma_g = \gamma_p = \gamma_q =$	1		
kmod,fi =	0,99		
$\gamma_{m,fi} =$	1,00		

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

combinazione **IV**
 momento in mezzeria
 $M_{d,l} = q \times L^2 / 8 =$ **65,30** KN x m

taglio agli appoggi
 riduzione -2,45917 KN
 $T_{d,l} = q \times L / 2 =$ **21,07** KN

VERIFICHE**FLESSIONE RETTA**

combinazione **IV**
 $\sigma_{m,d} = M_d/W = K_{mod} \times f_{m,k}/\gamma_m \leq f_{m,d}$

$\sigma_{m,d} =$ **11,74** N/mm²
 \leq **27,72**

TAGLIO

combinazione **IV**
 $\tau_d = 1,5 \times T_d/A \leq K_{mod} \times f_{v,k}/\gamma_m$

$\tau_d =$ **0,60** N/mm²
 \leq 3,17 N/mm²

PRESSO-FLESSIONE

combinazione **IV**
 $K_{cr} =$ 1 azione N = **10** KN

$A =$ 123660 mm²

$f_{c,0,d} =$ 26,5 N/mm² $K_{mod} =$ 1,1

$f_{c,d} =$ 29,15 N/mm²

$\sigma_{f,c,d}/f_{c,d} + K_{mod} \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + s_{m,x,d} / f_{m,x,d} \leq 1$ (con $s_{m,d} = M_d/W$)

0,50 \leq 1 verificato

trave aula polivalente : sezione 18x68.7 – fuoco su 3 lati

CALCOLO PARAMETRI PER R60

VERIFICHE SECONDO LA NORMATIVA EUROPEA (ENV 1995-1-1:1994)

AZIONI: SI FA RIFERIMENTO AL D.M.2008-STATI LIMITE ULTIMI-COMBINAZIONE CARATTERISTICA

METODO DELLA SEZIONE EFFICACE

$t = 60$ $\beta_0 = 0,7$
 $d_0 = 7$ mm
 $K_0 = 1$
 $d_{eff} (mm) = d_{char} + k_0 d_0 = 49$

$\Psi_1 = 0,5$ Abitazioni
 $\Psi_1 = 0,6$ Uffici, negozi, scuole, ecc
 $\Psi_1 = 0,7$ Autorimesse
 $\Psi_1 = 0,2$ Vento, neve

Nelle verifiche si è considerato che la superficie superiore dell'elemento strutturale non sia soggetta all'aggressione del fuoco pertanto non soggetta a riduzione di spessore

peso proprio trave	0,21	KN/m	classe legno	GL28c
B =	0,082	m		
H =	0,638	m	$f_{m,k} =$	28 N/mm ²
$\rho =$	4,1	KN/m ³	$f_{v,k} =$	3,2 N/mm ²
W =	5562935	mm ³	$\gamma_m =$	1
A =	52316	mm ²	combo	IV
J =	1,77E+09	mm ⁴	$f_{m,d} =$	27,72 N/mm ²
E _{0,mean} =	14490	N/mm ²	$f_{v,d} =$	3,17 N/mm ²
G _{mean} =	897	N/mm ²		
$\chi =$	1,2	(fattore di taglio)		

Combinazione	IV	simultanea permanenti+variabili
		azione princ. NEVE
$F_d = \gamma_g \times G_k + \gamma_q \times Q_k + \gamma_q \times \psi_1 \times Q_{k1} =$	0,91	KN/m ²
sulla trave	1,76	KN/m

coefficienti da adottare per la verifica

$\gamma_g = \gamma_p = \gamma_q = 1$
 $k_{mod,fi} = 0,99$
 $\gamma_{m,fi} = 1,00$

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

combinazione **IV**
 momento in mezzeria

$$M_{d,l} = q \times L^2 / 8 = 7,62 \text{ KN x m}$$

taglio agli appoggi

$$\text{riduzione} = -1,12383 \text{ KN}$$

$$T_{d,l} = q \times L / 2 = 4,31 \text{ KN}$$

VERIFICHE

FLESSIONE RETTA

combinazione **IV**

$$\sigma_{m,d} = M_d/W = K_{mod} \times f_{m,k}/\gamma_m \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = 1,37 \text{ N/mm}^2 \leq 27,72$$

TAGLIO

combinazione **IV**

$$\tau_{d,l} = 1,5 \times T_d/A \leq K_{mod} \times f_{v,k}/\gamma_m$$

$$\tau_{d,l} = 0,12 \text{ N/mm}^2 \leq 3,17 \text{ N/mm}^2$$

PRESSO-FLESSIONE

combinazione **IV**

$$K_{cr} = 1 \quad \text{azione N} = 95 \text{ KN}$$

$$A = 123660 \text{ mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = 26,5 \text{ N/mm}^2 \quad K_{mod} = 1,1$$

$$f_{c,d} = 29,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{f,c,d}/f_{c,d} + K_{mod} \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + s_{m,x,d} / f_{m,x,d} \leq 1 \quad (\text{con } s_{m,d} = M_d/W)$$

$$0,82 \leq 1 \quad \text{verificato}$$

trave zona di collegamento : sezione 16x32 – fuoco su 3 lati

CALCOLO PARAMETRI PER R60

VERIFICHE SECONDO LA NORMATIVA EUROPEA (ENV 1995-1-1:1994)

AZIONI: SI FA RIFERIMENTO AL D.M.2008-STATI LIMITE ULTIMI-COMBINAZIONE CARATTERISTICA

METODO DELLA SEZIONE EFFICACE

$t = 60$ $\beta_0 = 0,7$
 $d_0 = 7$ mm
 $K_0 = 1$
 $d_{eff} (mm) = d_{char} + k_0 d_0 = 49$

$\Psi_1 = 0,5$ Abitazioni
 $\Psi_1 = 0,6$ Uffici, negozi, scuole, ecc
 $\Psi_1 = 0,7$ Autorimesse
 $\Psi_1 = 0,2$ Vento, neve

Nelle verifiche si è considerato che la superficie superiore dell'elemento strutturale non sia soggetta all'aggressione del fuoco pertanto non soggetta a riduzione di spessore

peso proprio trave	0,07	KN/m	classe legno	GL28c
B =	0,062	m		
H =	0,271	m	$f_{m,k} =$	28 N/mm ²
$\rho =$	4,1	KN/m ³	$f_{v,k} =$	3,2 N/mm ²
W =	758890,3	mm ³	$\gamma_m =$	1
A =	16802	mm ²	combo	IV
J =	1,03E+08	mm ⁴	$f_{m,d} =$	27,72 N/mm ²
E _{0,mean} =	14490	N/mm ²	$f_{v,d} =$	3,17 N/mm ²
G _{mean} =	897	N/mm ²		
$\chi =$	1,2	(fattore di taglio)		

Combinazione	IV	simultanea permanenti+variabili
		azione princ. NEVE
$F_d = \gamma_g \times G_k + \gamma_q \times Q_k + \gamma_q \times \psi_1 \times Q_{k1} =$	0,91	KN/m ²
sulla trave	1,71	KN/m

coefficienti da adottare per la verifica

$\gamma_g = \gamma_p = \gamma_q = 1$
 $k_{mod,fi} = 0,99$
 $\gamma_{m,fi} = 1,00$

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

combinazione **IV**
 momento in mezzeria

$$M_{d,l} = q \times L^2 / 8 = \quad \quad \quad \mathbf{7,36} \text{ KN x m}$$

taglio agli appoggi

$$\text{riduzione} \quad -0,46257 \text{ KN}$$

$$T_{d,l} = q \times L / 2 = \quad \quad \quad \mathbf{4,79} \text{ KN}$$

VERIFICHE

FLESSIONE RETTA

combinazione **IV**

$$\sigma_{m,d} = M_d/W = K_{mod} \times f_{m,k}/\gamma_m \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \quad \quad \mathbf{9,70} \text{ N/mm}^2 \\ \leq \quad \quad \quad \mathbf{27,72}$$

TAGLIO

combinazione **IV**

$$\tau_{d} = 1,5 \times T_d/A \leq K_{mod} \times f_{v,k}/\gamma_m$$

$$\tau_{d} = \quad \quad \mathbf{0,43} \text{ N/mm}^2 \\ \leq \quad \quad \quad \mathbf{3,17} \text{ N/mm}^2$$

PRESSO-FLESSIONE

combinazione **IV**

$$K_{cr} = \quad \quad \quad 1 \quad \quad \quad \text{azione N} \\ = \quad \quad \quad \mathbf{0,94} \text{ KN}$$

$$A = \quad \quad \quad 51200 \text{ mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \quad \quad \quad 26,5 \text{ N/mm}^2 \quad \quad \quad K_{mod} = \quad \quad \quad 1,1$$

$$f_{c,d} = \quad \quad \quad 29,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{f,c,d}/f_{c,d} + K_{mod} \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + s_{m,x,d} / f_{m,x,d} \leq 1 \quad (\text{con } s_{m,d} = M_d/W)$$

$$\mathbf{0,36} \leq \quad \quad \quad \mathbf{1} \quad \text{verificato}$$

Pannelli in lamellare sdraiato h=9.7 cm – fuoco su 1 lato

CALCOLO PARAMETRI PER R60

METODO DELLA SEZIONE EFFICACE

t=	60	β_0 =	0,65
deff (mm)=	46	d char,0 = $\beta_0 t$ =	39 mm
		b min =	47 mm
		H < b min	
Ψ_1 =	0,5	Abitazioni	
Ψ_1 =	0,6	Uffici, negozi, scuole, ecc	
Ψ_1 =	0,7	Autorimesse	
Ψ_1 =	0,2	Vento, neve	

Nelle verifiche si è considerato che la superficie superiore dell'elemento strutturale non sia soggetta all'aggressione del fuoco pertanto non soggetta a riduzione di spessore

peso proprio trave	324,07	KN/m	classe legno	C24
B =	0,2	m		
H =	0,054	m	f m,k =	24 N/mm ²
ρ =	3,5	KN/m ³	f v,k =	2,5 N/mm ²
W =	97200	mm ³	γ_m =	1,0
A =	10800	mm ²	combo I	f m,d = 23,76 N/mm ²
J =	2624400	mm ⁴		f v,d = 2,48 N/mm ²
E0,mean =	11000	N/mm ²	combo II	f m,d = 23,76 N/mm ²
Gmean =	690	N/mm ²		f v,d = 2,48 N/mm ²
χ =	1,2	(fattore di taglio)		

Combinazione	IV	simultanea permanenti+variabili azione princ.	NEVE
Fd = $\gamma_g \times G_k + \gamma_q \times Q_k + \gamma_q \times \psi_1 \times Q_{k1}$		0,56	KN/m ²
	sul pannello	0,07	KN/m

coefficienti da adottare per la verifica

$\gamma_g = \gamma_p = \gamma_q =$	1
kmod,fi =	0,99
$\gamma_{m,fi} =$	1,00

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

combinazione	IV	
momento in mezzzeria		1,732051
Md,l = q x L ² / 10 =	0,11	KN x m
taglio agli appoggi		
riduzione	0	KN
Td,l = q x L / 2 =	0,14	KN

VERIFICHE

FLESSIONE RETTA

combinazione **IV**

$$\sigma_{m,d} = M_d/W = K_{mod} \times f_{m,k}/\gamma_m \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \mathbf{1,16} \text{ N/mm}^2 \leq \mathbf{23,76}$$

TAGLIO

combinazione **IV**

$$\tau_d = 1,5 \times T_d/A \leq K_{mod} \times f_{v,k}/\gamma_m$$

$$\tau_d = \mathbf{0,02} \text{ N/mm}^2 \leq \mathbf{2,48} \text{ N/mm}^2$$

RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

Dalla presa visione della relazione geologica redatta dal Dott. Geologo Andrea Fiaschi la costruzione di cui all'oggetto verrà realizzata in una zona nella quale non si rilevano falde acquifere che possano in qualsiasi modo influenzare il terreno sul quale risultano poste le fondazioni. Si prescrive inoltre di prevedere un adeguato smaltimento delle acque di origine meteorica in modo da garantire l'assenza di ristagni di acqua al livello del piano fondale.

Per le caratteristiche geotecniche del terreno fondante nonché per i valori ultimi di portanza del terreno si rimanda alla specifica relazione redatta dal Dott. Geologo Andrea Fiaschi.

dati geotecnici del piano di posa: Livello B – argille limose

$\gamma = 1950 \text{ Kg/m}^3$	Peso unità di volume
$\gamma_s = 2050 \text{ Kg/m}^3$	Peso unità di volume saturo
$\phi = 23^\circ$	Angolo di attrito
$c = 0,06 \text{ Kg/cm}^2$	Coesione
$c_u = 0,94 \text{ Kg/cm}^2$	Coesione drenata
$E_y = 45 \text{ Kg/cm}^2$	Modulo Elastico
$E_d = 45 \text{ Kg/cm}^2$	Modulo Edometrico

I sistemi fondali adottati negli stralci 1-2-3-4 è quello di un grigliato di travi di fondazione con sezioni di dimensioni pari a 40x74cm, sezioni a T 60-40/74 e T 60-50/74 con getto di regolarizzazione del piano di posa di spessore minimo pari ad almeno 10cm e comunque fino al raggiungimento del terreno consolidato come indicato nella relazione geologica.

Si prescrive l'asportazione di qualsiasi eventuale porzione di terreno alterato e/o di riporto ed il raggiungimento dello strato consolidato ed uniforme su tutta l'area di sedime, come indicato nella relazione geologica.

Per verifiche in fondazione si rimanda alle specifiche relazioni di calcolo dei singoli stralci.

Nel caso in progetto sono da escludersi fenomeni di liquefazione. Si rimanda alla direzione lavori la verifica di quanto sopra esposto e l'adozione di opportune misure atte a raggiungere il terreno consolidato laddove eventualmente necessario.