

REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI VERCELLI



COMUNITA' MONTANA
VALSESIA



CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA E ARTIGIANATO
E AGRICOLTURA



COMUNE DI ALAGNA
VALSESIA



COMUNE DI SCOPELLO



MONTEROSA 2000 S.p.A.

COMPLETAMENTO DEL SISTEMA SCIISTICO DELLA VALSESIA

AGGIORNAMENTO DELL'ACCORDO DI PROGRAMMA
SIGLATO IL 14 NOVEMBRE 2006

TITOLO ELABORATO

Adeguamento e potenziamento del sistema di impianti a fune "Cimalegna-Passo dei Salati"
Seggiovia quadriposto ad ammortamento automatico "Cimalegna"
Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURA PORTANTE DELLE STAZIONI 4CLD-05

ELABORATO n°	SCALA	DATA	REDATTO		Z. Reggiani
D.2_3.y.4	-	APRILE 2017	CONTROLLATO		S. Ladurner
			APPROVATO		C. Francione
NOME FILE					
REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI			

PROGETTISTA



DOPPELMAYR ITALIA srl
Zona Industriale 14
I-39011 Lana (BZ)

Dott. ing. Siegfried LADURNER

IN COLLABORAZIONE CON:

Dott. for. Lorenzo POZZO
Fraz. Ferrero 4 - Trivero (BI)

studio associato



TRIVERO (13835) BI - Centro Zegna - via G. Marconi 32/a, tel. e fax 015/73024
www.territorium.it studio@territorium.it

Dott. geol. Barbara LOI
Piazza Mazzini 23 - Borriana (BI)

INDICE

Premessa.....	3
NORMATIVE	3
VERIFICA DELLA SICUREZZA	3
AZIONI PERMANENTI E AZIONI VARIABILI	5
Tiro fune:	5
AZIONE DELLA neve:.....	5
Azione del vento trasversale sugli elementi:.....	5
AZIONI da slitta portapulleggia:	5
Carico sui rulli.....	6
Veicolo:.....	6
Binario di magazzino	6
AZIONI sismiche	6
Struttura di forza, elementi e Materiali.....	8
Geometria, Materiale e pesi	8
Staffe, meccanismi di stazione, coperture:	8
copertura totale:	11
TRAVE DI LANCIO	12
STAFFE	16
TRAVE PRINCIPALE	33
Trave PRINCIPALE – PARTE Trave centrale	34
TRAVE PRINCIPALE - PARTE anteriore	41
TRAVERSA centrale.....	43
PUNTONE D'ATTACCO.....	51
Elementi di fissaggio alla stele	51
Battute trasversali	51
Tiranti	52
Tubo di riscontro tiro fune ANNEGATO	54
Struttura portante del tetto	56
carichi sui telai ANNEGATI SULIA stele in c.a.	60
carichi verticali sui Punti di appoggio stele.....	61
carichi trasversali sui Punti di appoggio stele	66
deformazioni	67
carichi di ancoraggio sulla stele in c.a.....	68

5_4_VERIFICA_STAZIONE_4CLD_stati_limite_maggio_2011_e

Indice c: esplicito cp e carichi di ancoraggio

Indice d: inserito analisi di deformazione

Indice e: inserito riferimento normativo a “decreto infrastrutture” DD 337

PREMESSA

Dal 1996 la Ditta Doppelmayr usa una tipologia di stazione, denominata "4CLD - 96", caratterizzata da unica stele centrale e da una struttura standardizzata a due travi principali, disposte simmetricamente in asse linea.

Tale struttura è stata leggermente adattata nel 2005, principalmente per poterla interamente zincare. Essa è stata perciò rinominata "4CLD - 05": la struttura di forza è rimasta però concettualmente identica. Nel 2006 sono state inoltre adottate piccole modifiche alle staffe.

La verifica viene eseguita in modo generale, analizzando gli assemblaggi e le configurazioni di carico più gravose per i vari elementi base.

NORMATIVE

D.D. 337 del 16 novembre 2012

Disposizioni e prescrizioni tecniche per le infrastrutture degli impianti a fune adibiti al trasporto di persone. Armonizzazione delle norme e delle procedure con il decreto legislativo 12 giugno 2003 n.210 di attuazione della Direttiva europea 2000/9/CE.

UNI EN 13107

"Requisiti di sicurezza per gli impianti a fune progettati per il trasporto di persone – Opere di ingegneria civile".

D.M. 14-01-2008

"Norme tecniche per le costruzioni" emesse ai sensi della legge 5-11-1971 n. 1086 e n. 02.02.1974 n. 64.

D.M. 14.01.2008

"Norme tecniche per le costruzioni: determinazione delle azioni sismiche".

VERIFICA DELLA SICUREZZA

La struttura metallica e gli elementi connessi sono considerati opere civili, come previsto dall'emanando D.M. "Infrastruttura" (ved. punto 15. Opere civili d'infrastruttura).

Per tutte le verifiche viene usato il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

Per le combinazioni delle azioni si è fatto riferimento alla combinazione fondamentale generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) e alla combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio, che prevedono rispettivamente:

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \Psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \Psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Per la combinazione delle azioni con l'azione sismica si è fatto riferimento alla combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio, che prevede:

$$G_1 + G_2 + P + E + \Psi_{21} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} \dots$$

Essendo:

G = azioni permanenti (peso proprio elementi strutturali e non strutturali)

Q = azioni variabili sulla struttura

P = pretensione e precompressione

E = azione derivante dai terremoti

γ_{G1} = coefficiente parziale del peso proprio della struttura

$$\gamma_{G1} = 1 \text{ (favorevole)} \quad \gamma_{G1} = 1.3 \text{ (sfavorevole)}$$

γ_{G2} = coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali

$$\gamma_{G1} = 0 \text{ (favorevole)} \quad \gamma_{G1} = 1.5 \text{ (sfavorevole)}$$

γ_{Qi} = coefficiente parziale delle azioni variabili

$$\gamma_{Qi} = 0 \text{ (favorevole)} \quad \gamma_{Qi} = 1.5 \text{ (sfavorevole)}$$

Ψ_{0j} = coefficiente di combinazione

$$\Psi_{0j} = 0.7 \text{ (neve)} \quad \Psi_{0j} = 0.8 \div 0.6 \text{ (vento i.e. e f.e.)}$$

$$\Psi_{21} = 0.2 \text{ (neve con sisma)}$$

In particolare per le strutture metalliche dei meccanismi interessate dall'azione delle funi e di supporto dei veicoli e di organi meccanici la verifica allo stato limite ultimo viene condotta moltiplicando per 1.5 i fattori parziali di sicurezza γ_Q relativi ai carichi di origine meccanica per tener così conto di eventuali vibrazioni, urti ed inerzie.

Nel caso di azioni sismiche si assume convenzionalmente che il sisma non provochi variazioni nel tiro delle funi e che il coefficiente di combinazione Ψ_{22} relativo al vento sia nullo.

Da un raffronto tra le varie combinazioni delle azioni è emerso che la combinazione più gravosa è quella agli stati limite ultimi (SLU).

Le verifiche di sicurezza delle varie parti e degli elementi costituenti la struttura metallica devono soddisfare le limitazioni sotto indicate:

Parti / Elementi	Resistenza di calcolo della struttura (resistenza allo snervamento del materiale f_{yk})		Resistenza di calcolo dei bulloni (resistenza a rottura del materiale f_{tb})	
	$\sigma = f_{yk}/\gamma_M$ [kN/cm ²]	$\tau = f_{yk}/\sqrt{3} \gamma_M$ [kN/cm ²]	$\sigma = 0.9 \cdot f_{tb}/\gamma_M$ [kN/cm ²]	$\tau = 0.5 \cdot f_{tb}/\gamma_M$ [kN/cm ²]
Materiali				
Fe 510D / S355J2	33.8	19.5		
Fe 430C / S275J0	26.2	15.1		
Fe 360C / S235J0	22.4	12.9		
Bulloni classe 8.8			57,6	32,0
Bulloni classe 10.9			72,0	40,0
42CrMo4			64.8	36.0

La **verifica a fatica** sarà impostata alla tensione limite $\Delta\sigma_L$ delle 1993-1-9 1.3.3.4, verificando, infatti, che i cicli affaticanti rientrino in quel limite.

AZIONI PERMANENTI E AZIONI VARIABILI

Si considerano azioni permanenti i pesi propri delle strutture, come specificato nel capitolo sottostante. Si assumono inoltre le seguenti azioni variabili:

TIRO FUNE:

Il tiro fune massimo ammesso vale:

senza tensionamento	$\Sigma S_{max} = 700 \text{ kN}$
con tensionamento	$\Sigma S_{max} = 500 \text{ kN}$
$S_{max} = 430 \text{ kN}$	

AZIONE DELLA NEVE:

Il carico neve viene assunto pari a (D.M. 14.01.2008):

In esercizio:

con coperture locali sulle stesse e sulle pedane:	$Q_f = 2,0 \text{ kN/m}^2$
con copertura totale:	$Q_f = 8,0 \text{ kN/m}^2$
con coperture di larghezza innevata inferiore a 0,8m (ad es. tunnel):	$Q_f = 6,0 \text{ kN/m}^2$

fuori esercizio:

su tutte le superfici:	$Q_f = 8,0 \text{ kN/m}^2$
------------------------	----------------------------

dove si considera la seguente riduzione in funzione dell'inclinazione parete media:

con parti inclinate fino a 30°:	100%
con parti inclinate da 30° fino a 60°:	carico decrescente linearmente con l'angolo fino a 0%

AZIONE DEL VENTO TRASVERSALE SUGLI ELEMENTI:

l'azione del vento viene assunta convenzionalmente pari a (15.7.1 emanando D.M. 09 e D.M. 14.01.08):

in esercizio $V_e = 0,3 \text{ kN/m}^2$

fuori esercizio: $V_f = 2,8 \text{ kN/m}^2$

Si considerano i seguenti coefficienti C_r :

Pareti sopravvento:	$C_r = 0,8$
Pareti sottovento:	$C_r = 0,4$
Da cui: Strutture chiuse (totale):	$C_r = 0,8 + 0,4 = 1,2$

Nel caso di copertura a tunnel la copertura lato sottovento verrà considerata secondo le istruzioni per l'applicazione delle D.M. 14.01.2008, C3.3.10.4.2. come trave multipla:

L'altezza della copertura a tunnel è pari a 1,75 m. La distanza interna tra le coperture è ca. 4,2 m. Da cui con $\varphi=1$ e con ciò $\mu = 0,2$:

$$d/h = 4,2 / 1,75 = 2,4$$

$$\mu = 1,0 - (1,0 - 0,2) * (5 - 2,4) / (5 - 2) = 0,31$$

Da cui:

$$c_p = \mu * c_r = 0,31 * 1,2 = 0,37$$

Da cui si sceglie per la copertura sottovento: $C_{rs} = 0,4$

AZIONI DA SLITTA PORTAPULLEGIA:

Si considerano i sottostanti carichi verticali totali e medi per appoggio.

Inoltre si considerano le sottostanti coppie di forze orizzontali sugli appoggi (reagenti solo a compressione, cioè un lato risulta scarico) dovuto al momento motore o frenante.

	peso totale kN	su app. post.P kN	su app. ant. A kN	Momento max. kNm	distanza appoggi m	coppia di forze orizz. kN
Argano GPW 270 a ponte	290	66	78	380	5,5	70
slitta per argano GPW 270 sotterraneo	180	60	30	280	3,5	80
slitta di rinvio con tiro fune	120	38	22	-	2,9	-

Inoltre si considera nel caso di disfunzione di un cilindro, una coppia di forze orizzontali trasversali sugli appoggi data dal disassamento di 0,3 m dei cilindri dalla mezzzeria, e per una distanza appoggi minima come sopra definita:

$$Q_m = \Sigma S \cdot 60 / 2 / 475 = 500 \text{ kN} \cdot 30 / 290 = 51,7 \text{ kN} < 56 \text{ kN}$$

CARICO SUI RULLI

Si considerano, nel caso di verifica locale, i seguenti carichi per rullo:

Rmax	H	H	da deviazione	da vento i.e.	da vento f.e.
Su 1. rullo d400:			8,5 kN*	2 kN	3 kN
Su 2. rullo d500:			12 kN*	4 kN	6 kN
Su rulli azionamento d500:			12,0 kN	-	
Su rimanenti rulli dev. d500:			12,0 kN	-	

* Incluso il carico dinamico da veicolo pari a 10 kN passante sopra. Sul primo rullo non vi è carico da deviazione.

Peso rulliere per rullo d500: $R_t = 1,0 \text{ kN}$

Nel caso di verifica con la somma delle deviazioni verticali si considera il tiro fune max. per una deviazione pari a 4° da cui:

$$R = 430 \text{ kN} \cdot \tan 4^\circ = 30 \text{ kN}$$

VEICOLO:

Si considerano i seguenti valori:

peso carico	7,0 kN
fattore dinamico verticale	1,4
fattore dinamico laterale	0,3

da cui peso in entrata stazione	$7,0 \cdot 1,4 < 10 \text{ kN}$
carico trasversale in entrata	$7,0 \cdot 0,3 < 3 \text{ kN}$

dove il carico veicolo sui primi due rulli è già compreso nel carico su rullo

Inoltre si considera sulla guida esterna un carico dinamico all'entrata stazione pari a:

	1. staffa	2.-4. Staffa
carico massimo	$\pm 15 \text{ kN}$	$\pm 10 \text{ kN}$
carico affaticante	$\pm 5 \text{ kN}$	$\pm 5 \text{ kN}$

Veicoli immagazzinati:

$$g_v = G_v / \text{dist. min} = 3,8 \text{ kN} / 0,65 \text{ m} = 5,9 \text{ kN/m}$$

BINARIO DI MAGAZZINO

Il binario di magazzino verrà fissato sul lato struttura portante su due staffe nell'arco del giro stazione.

Il carico peso, neve e vento verrà distribuito abbastanza simmetricamente sulle due staffe, mentre il carico veicoli entra prevalentemente su una sola staffa.

Componente peso binario con scambio su struttura:	$Q_b = 10 \text{ kN}$
Componente area innevata del binario:	$A_b = 2,5 \text{ m}^2$
Componente area laterale del binario:	$A_b = 4 \text{ m}^2$
Veicoli sul binario lato struttura portante stazione:	$Q_v = 20 \text{ kN}$

AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche vengono determinate secondo la normativa D.M. 14.01.2008 mediante l'analisi statica della struttura soggetta ad un sistema di forze orizzontali equivalenti e ad un sistema di forze verticali equivalenti opportunamente combinate tra di loro secondo la seguente relazione (ved. punto 7.3.5 del D.M. 14.01.2008):

$$1.00 E_x + 0.30 E_y + 0.30 E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi per l'individuazione degli effetti più gravosi.

L'azione dovuta agli effetti sismici viene calcolata mediante la seguente relazione (D.M. 14.01.08):

$$F_h = S_d(T_1) \times W \times \lambda/g$$

Essendo: $S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di risposta
 W è il peso complessivo della struttura

λ è un coefficiente pari a 1
 g è l'accelerazione di gravità

Il periodo del modo di vibrare: $T_1 = C_1 \times H^{3/4}$

$C_1 = 0.085$ per costruzioni con struttura a telaio in acciaio

$H = 7.0$ m altezza massima della stazione

Le ordinate dello spettro di risposta orizzontale e verticale di progetto vengono assunte pari a:

$S_d(T_1) = 0.6 g$ orizzontale

$S_d(T_1) = 0.4 g$ verticale

Lo spettro di progetto $S_d(T_1)$ risulta maggiore rispetto a quello del sito ove è prevista la costruzione della seggiovia.

STRUTTURA DI FORZA, ELEMENTI E MATERIALI

Tutte le strutture di forza sono realizzate mediante lamiera o profilati di materiale S355J2, zincate a caldo. I collegamenti bullonati hanno qualità 8.8 e sono zincati.

La struttura portante è costituita principalmente da una coppia di **travi principali** disposte in linea che si appoggiano centralmente in due punti A e P alla **sommità a lastra della stele** in cemento armato.

Il collegamento tra ogni trave principale e lastra è eseguito mediante coppia di **tiranti verticali M45** sullo spigolo anteriore della lastra e tirante singolo sullo spigolo posteriore. La diversità del collegamento è data dalla forte asimmetria dei carichi: infatti, le travi fungono, nella parte centrale e posteriore con la loro ala inferiore e sporgente verso l'interno, come binario per il telaio portapuleggia. In particolare, per argano a ponte, i pesi di quest'ultimo sono così concentrati a sbalzo sul lato posteriore della trave, caricando la coppia di tiranti anteriori.

Inoltre su ogni punto di appoggio l'ala inferiore della trave verrà serrata trasversalmente tra due **viti M36** solidali alle piastre di appoggio immerse nel c.a.. Questi hanno il compito di assorbire i carichi trasversali da momento motore o frenante, trasmesse dal telaio portapuleggia nei suoi punti di appoggio all'ala inferiore delle travi principali.

Le travi principali sono collegate tra di loro con una serie di traverse, oltre ad una **traversa centrale** di sezione maggiorata. Tra questa traversa centrale ed il telaio portapuleggia sarà interposta o una coppia di cilindri idraulici lavoranti a compressione (generalmente a valle) o un puntone centrale, immettendo così il tiro fune alla traversa stessa. Questo si scarica dalla piastra inferiore della traversa centrale direttamente ad un tubo di grosso spessore immerso verticalmente alla sommità della stele in cemento armato e alle relative fondazioni, interessando la parte rimanente della struttura in questione soltanto indirettamente, ovvero con i carichi di deviazione da rulliere, oltre che da una coppia torsionale sulla traversa centrale dovuta al disassamento in quota tra forza risultante e ritenuta. Tale coppia sarà assorbita dalle travi principali.

La traversa centrale, oltre a quelle leggere, ha inoltre il compito di tenere in posizione verticale le travi principali, supposte semplicemente appoggiate alla lastra in c.a.

I **riscontri** e gli ancoraggi sono **accessibili e, pertanto, esaminabili**.

In particolare ogni tirante degli ancoraggi è, nel caso di carico senza momento motore e carico neve simmetrico, smontabile senza conseguenze sulla stabilità della struttura. Il tubo immerso è ispezionabile dall'interno, appositamente non riempito con cemento.

Le travi principali fungono anche come sostegno **alle staffe**, le quali sono fissate lateralmente con un passo pari a 2,55 m tra di loro. Esse sostengono i meccanismi di stazione, le **travi di lancio e di rallentamento** e parte della copertura, oltre che le pedane.

Se la **struttura** è coperta da apposito **tetto**, questo è formato principalmente da due travi ad I in linea poste sopra le travi principali e collegate ad esse rispettivamente mediante 3 montanti ad I. Trasversalmente verranno appoggiate e fissate a queste delle lamiera piegate a U continue e zincate, mentre esternamente vi saranno elementi vetrati fissati superiormente sempre alle travi del tetto, inferiormente alle staffe.

GEOMETRIA, MATERIALE E PESI

Si considerano di seguito i pesi e altre proprietà degli elementi utilizzati:

Peso **trave principale**, con prolunga anteriore: 50 kN

STAFFE, MECCANISMI DI STAZIONE, COPERTURE:

Pesi per staffa

Risultano i seguenti pesi per staffa, comprensivi delle componenti peso delle strutture ad esse collegate.

S1 12 kN

S2-S4 15 kN

S5-S6 12 kN

S7-S9 8 kN

Come baricentro rispetto l'asse fune si trova una media ca. 27 cm, verso l'esterno.

Nel dettaglio:

S1

(Descrizione del carico)	F(kN)	L(cm)	M(kNcm)
staffa	1,7	31	52,7
copertura esterna	1,2	98	117,6
copertura interna	0,7	-15	-10,5
copertura superiore	1,1	20	22
Guida entrata	1,5	74	111
Canaline	0,5	-23	-11,5
convogliatore /2	1,1	6	6,6
pedane esterne	0,4	96	38,4
trave 2/3	1,5	14	21
Varie	0,8	0	0,0
Rulliera entrata	1,5	0	0,0
12			347,3

Da cui risulta una distanza da 0 pari a:

$$x = 347,3/12,0 = 29 \text{ cm}$$

S2-S4

(Descrizione del carico)	F(kN)	L(cm)	M(kNcm)
staffa	1,7	31	52,7
copertura esterna	1,2	98	117,6
copertura interna	0,7	-15	-10,5
copertura superiore	1,1	20	22
Guida esterna	0,6	74	44,4
guida apert.	1,5	52	78
Canaline	0,5	-23	-11,5
convogliatore	2,2	6	13,2
pedane esterne	0,4	96	38,4
trave	2,2	14	30,8
Varie	0,8	0	0,0
Rulliera deviazione	1,5	0	0,0
Azionamento convogliatore	0,5	0	0,0
14,9			375,1

Da cui risulta una distanza da 0 pari a:

$$x = 375,1/14,9 = 25 \text{ cm}$$

S5-S6

(Descrizione del carico)	F(kN)	L(cm)	M(kNcm)
staffa	1,7	31	52,7
copertura esterna	1,2	98	117,6
copertura interna	0,7	-15	-10,5
copertura superiore	1,1	20	22
Guida esterna	0,6	74	44,4
Canaline	0,5	-23	-11,5
convogliatore	2,2	6	13,2
pedane esterne	0,4	96	38,4
trave	2,2	14	30,8
Varie	1	0	0
11,6			297,1

Da cui risulta una distanza da 0 pari a:

$$x = 297,1/11,6 = 26 \text{ cm}$$

S7-S9

(Descrizione del carico)	F(kN)	L(cm)	M(kNcm)	
staffa	1,7	31	52,7	
copertura esterna	0,8	98	78,4	lunghezza media ca. 1,8 m
copertura interna	0,3	-15	-4,5	lunghezza media ca. 1,2 m
copertura superiore	0,5	20	10	lunghezza media ca. 1,2 m
Guida esterna	0,4	74	29,6	lunghezza media ca. 1,8 m
Canaline	0,2	-23	-4,6	lunghezza media ca. 1,2 m
convogliatore	1,3	6	7,8	lunghezza media ca. 1,5 m
pedane esterne	0,3	96	28,8	lunghezza media ca. 1,8 m
trave	1,3	14	18,2	lunghezza media ca. 1,5 m
Varie	1	0	0	
	7,8		216,4	

Da cui risulta una distanza da 0 pari a:

$$x = 216,4/7,8 = 28 \text{ cm}$$

neve per staffa, inclusa la componente su trave principale

Risultano i seguenti carichi neve su staffa, con rispettive leve dall'asse fune (o centro ganasce).

S1-6 10 kN -35cm

S7-9 4 kN 3cm

in esercizio su staffa 1 - 6

(Descrizione del carico)	F(kN)	L(cm)	M(kNcm)	
neve su copertura	3,9	37	144,3	= 2,55 m*0,77 m * 2,0 kN/m ²
neve su pedana	3,8	-63	-239,4	= 2,55 m*0,74 m * 2,0 kN/m ²
neve su trave	2,0	-120	-240	= 2,55 m*0,4 m * 2,0 kN/m ²
	9,7		-335,1	

Da cui risulta una distanza da 0 pari a:

$$x = -335/9,7 = -35 \text{ cm}$$

in esercizio su staffa 7 - 9

(Descrizione del carico)	F(kN)	L(cm)	M(kNcm)	
neve su copertura.	2,3	37	85,1	lunghezza media ca. 1,5m
neve su pedana	1,2	-63	-75,6	lunghezza media ca. 0,8m
	3,5		9,5	

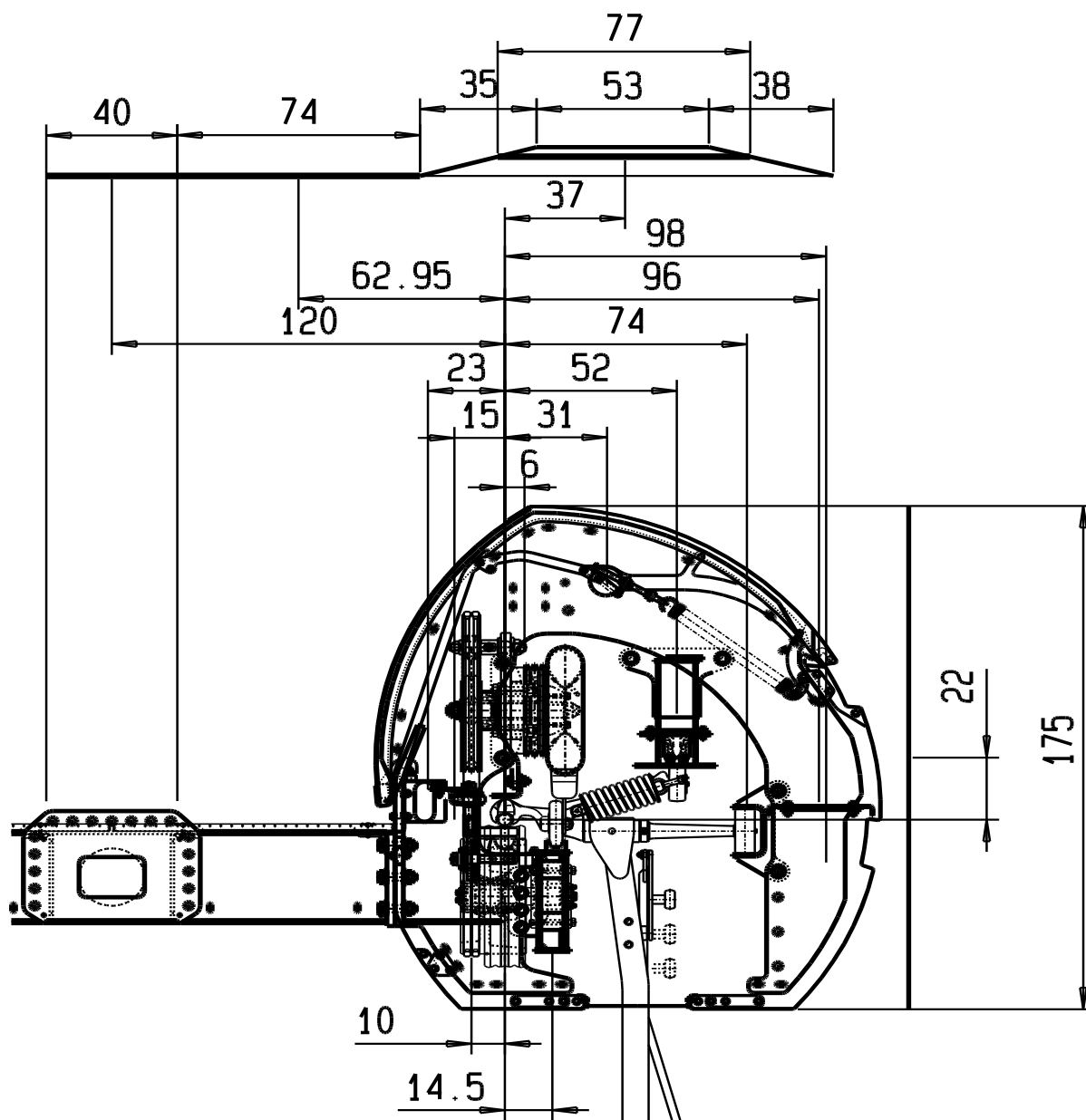
Da cui risulta una distanza da 0 pari a:

$$x = 9,5/3,5 = 3 \text{ cm}$$

COPERTURA TOTALE:

Si considera un peso lineare supplementare per la copertura superiore e inferiore, incluso il peso della struttura portante, per lato (parte del peso è già incluso nei carichi per staffa da copertura superiore):

$$q_t = 2,0 \text{ kN / m}$$

FIG.1

TRAVE DI LANCIO

La trave di lancio è supportata ogni 2,55 m dalle staffe.

Nella prima parte, fino alla staffa 5, è realizzata mediante struttura saldata scatolata. Infatti, in tale zona, deve supportare anche i rulli di deviazione, fissati a sbalzo.

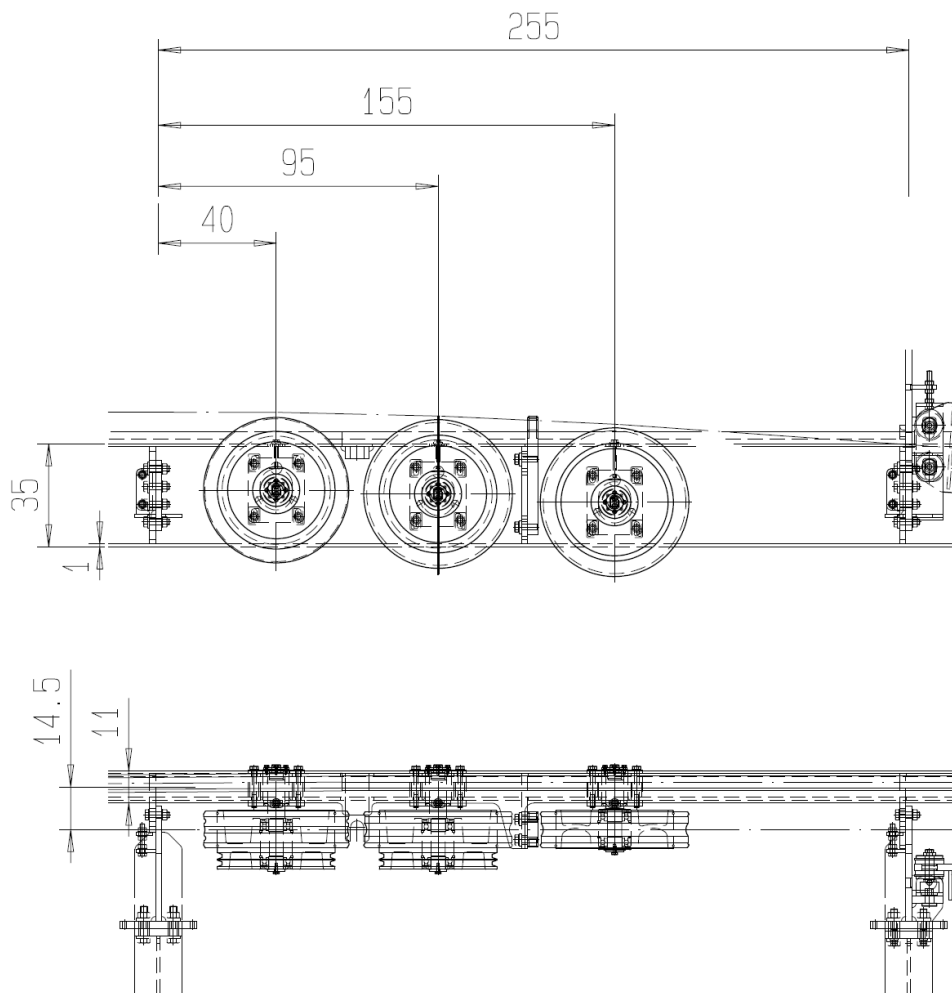
Nel giro stazione, dalla staffa 5 in poi, la trave è invece realizzata mediante profilato rettangolare pieno.

Le azioni sismiche non hanno influenza particolare sulle travi, dato che il carico dominante è quello da tiro fune e da veicolo e non da pesi propri. Il tiro fune, che rimane pressoché costante, e il carico dovuto al passaggio del veicolo vengono valutati assumendo coefficienti pari a 1.5 per tener conto degli effetti delle loro azioni.

Sezione Trave anteriore a cassone

Si considera la campata con i rulli di deviazione verticale. Si considera cautelativamente la trave a due appoggi, inoltre non si considera il carico da cinghie, in quanto scaricante.

FIG.2



I dati statici della sezione del tubolare quadro saldato in materiale S355J2 sono (vedi fig. 2), ove per tener conto delle forature laterali si considera solo metà della sezione dell'anima:

A =	55,0	cm ²	altezza h	35	cm
Ay =	33,0	cm ²	larghezza b	11	cm
Wx =	534,5	cm ³	spessore ala t	1	cm
Wy =	148,8	cm ³	spessore anima s	0,5	cm = ½ , per via dei fori
Wt =	289,0	cm ³	rientro r	1	cm
			sezione minima a	0,5	cm

In esercizio

Equilibrio attorno all'appoggio anteriore della trave nella campata (vedi fig. 2), con veicolo sul secondo rullo:

Distanza appoggi L 255 cm

in esercizio

Descrizione	carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	L1 (cm)	Mx (kNcm)
1. Rullo peso + carico			1,5*13	40	780
2. Rullo			1,5*13	95	1852,5
3. Rullo			1,5*13	155	3022,5
veicolo			1,5*10	95	1425
2 * Carico su gomma acceleratore			1,5*7,0	95	997,5

Somma carichi su sezione 0 84 0 8077,5

Da cui risultano i seguenti sforzi di appoggio, lungo gli assi principali della trave:

$$\begin{aligned} F2y &= Mx / L = 8077,5 / 255,0 = 31,7 \text{ kN} \\ F1y &= Ty - F2y = 84,0 - 31,7 = 52,3 \text{ kN} \end{aligned}$$

I carichi nella sezione sotto 2. rullo:

Descrizione carichi	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
F2y		31,7		14,5		160	-5072	0,0	459,7
3. Rullo		-13*0,9		14,5		60	702	0,0	-169,7
Veicolo comp. trasversale F/2 * L/2			-1,5*1,5		18	128	0	-288	40,5
Somma carichi su sezione	0	20	-2,3				-4370	-288	330,5

$$\begin{aligned} \sigma &= N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -8,2 + -1,9 = -10,1 \text{ KN/cm}^2 < 33,8 \\ \tau_y &= c*Ty/Ay = 1,1 * 0,6 = 0,7 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm}/\sqrt{3} = 19,7 \\ \tau_t &= d*Mt/Wt = 1,0 * 1,1 = 1,1 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm}/\sqrt{3} = 19,7 \end{aligned}$$

a fatica

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_c &= 5,0 \text{ kN/cm}^2 \text{ Tab. 8.5 (1) da EN 1993-1-9} \\ n_A &= 2.000.000 \text{ cicli} \\ n_D &= 5.000.000 \text{ cicli} \\ \Delta\sigma_D &= 3,7 \text{ kN/cm}^2 \text{ da } \Delta\sigma_A \text{ e } \Delta\sigma^3 \times n = \text{cost} \\ \Delta\sigma_L &= 2,0 \text{ kN/cm}^2 \text{ da } \Delta\sigma_D \text{ e } \Delta\sigma^5 \times n = \text{cost} \end{aligned}$$

Descrizione carichi	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Veicolo in centro campata F/2 x L/2		5				128	-640	0	0
2 * Carico su gomma acceleratore /2		3,5				128	-448	0	0,0
Somma carichi su sezione	0	8,5	0				-1088	0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -2,0 + 0,0 = -2,0 \text{ KN/cm}^2 \leq \Delta\sigma_L$$

Sezione piena

I dati statici della sezione del profilo quadro in materiale S355J2 sono:

$$\begin{aligned} A &= 78,0 \text{ cm}^2 \text{ altezza } 26 \text{ Cm} \\ A_y &= 78,0 \text{ cm}^2 \text{ larghezza } 3,0 \text{ Cm} \\ W_x &= 338,0 \text{ cm}^3 \\ W_y &= 39,0 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$Wt = 80,5 \text{ cm}^3$$

In esercizio

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Veicolo in centro campata F/2 x L/2		1,5*5,0				128	-960	0	0,0
Veicolo comp. trasversale F/2 * L/2			-1,5*1,5			128	0	-288	0,0
2 * Carico su gomma acceleratore /2		1,5*3,5				128	-672	0	0,0
Somma carichi su sezione	0	12,8	-2,3				-1632	-288	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -4,8 + -7,4 = -12,2 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau = a*Ty/At + Mt/Wt = 1,5 * 0,2 + 0,0 = 0,3 \text{ KN/cm}^2 < 19,7$$

a fatica

$$\Delta\sigma_c = 7,1 \text{ kN/cm}^2 \text{ Tab. 8.2 (9) da EN 1993-1-9}$$

$$nA = 2.000.000 \text{ cicli}$$

$$nD = 5.000.000 \text{ cicli}$$

$$\Delta\sigma_D = 5,2 \text{ kN/cm}^2 \text{ da } \Delta\sigma_A \text{ e } \Delta\sigma^3 \times n = \text{cost}$$

$$\Delta\sigma_L = 2,9 \text{ kN/cm}^2 \text{ da } \Delta\sigma_D \text{ e } \Delta\sigma^5 \times n = \text{cost}$$

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Veicolo in centro campata F/2 x L/2		3,5				128	-448	0	0,0
2 * Carico su gomma acceleratore /2		3,5				128	-448	0	0,0
Somma carichi su sezione	0	7	0				-896	0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -2,7 + 0,0 = -2,7 \text{ KN/cm}^2 < \Delta\sigma_L$$

nell'arco

Al carico flessionale si somma un momento torcente:

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Veicolo in centro campata F/2 x L/2		1,5*3,5		17		70	-367,5	0	89,3
2 * Carico su gomma acceleratore /2		1,5*3,5		17		70	-367,5	0	89,3
Somma carichi su sezione	0	10,5	0				-735	0	178,6

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -2,2 + 0,0 = -2,2 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau = a*Ty/At + Mt/Wt = 1,5 * 0,1 + 2,2 = 2,4 \text{ KN/cm}^2 < 19,7$$

$$\sigma_{id1} = \sqrt{((N/A + Mx/Wx)^2 + 3*(b*\tau*Mt)^2)} = \sqrt{(2,2^2 + 3*(0,75 * 2,2)^2)} = 3,6 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\sigma_{id2} = \sqrt{((N/A + My/Wy)^2 + 3*\tau^2)} = \sqrt{(0,0^2 + 3*(2,4)^2)} = 4,2 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

con magazzino in stazione

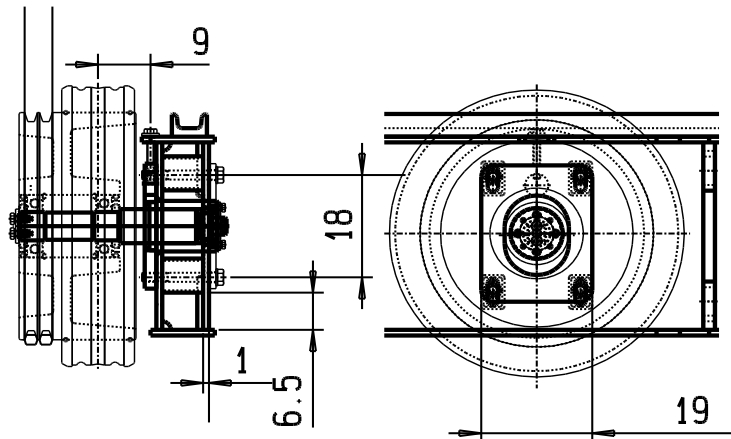
carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
5,1 kN/m * 2,55m/2 l/4		1,5*7,5				64	-720	0	0,0
Somma carichi su sezione	0	11,3	0				-720	0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -2,1 + 0,0 = -2,1 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Anima trave lancio in zona attacco rulli verticali di deviazione

Le anime vengono flesse dalla coppia di sforzi da bullone N. Per via del collegamento tra le anime, esse reagiscono entrambe a tale sforzo. Come lunghezza flettente si considera la metà distanza fra distanziale in corrispondenza del bullone e ala trave, in quanto l'anima è incastrata su entrambi i bordi.

Dalla coppia di sforzi sugli appoggi in corrispondenza dei bulloni si trova:
 $N = 11 \text{ kN (peso + carico)} * 9 \text{ cm} / 18 \text{ cm (distanza bulloni)} / 2 \text{ (bulloni)} = 2,75 \text{ kN}$

FIG.3

I dati statici della sezione del profilo quadro in materiale S355J2 sono:

A =	13,3	cm ²	altezza	0,7	Cm Saldatura
Ay =	13,3	cm ²	larghezza	19	Cm = larghezza flangia
Wx =	1,6	cm ³			
Wy =	42,1	cm ³			
Wt =	4,2	cm ³			
b =	1,342				

In esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
2 (bulloni) * N / 2 (anime) L=6,5/2		1,5*2,75				3,3	-13,61	0,0	0,0
Somma carichi su sezione	0	4,13	0				-13,61	0,0	0,0
$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy =$	0,0	+	-8,5	+	0,0	=	-8,5	KN/cm ² <	35,5*0,7

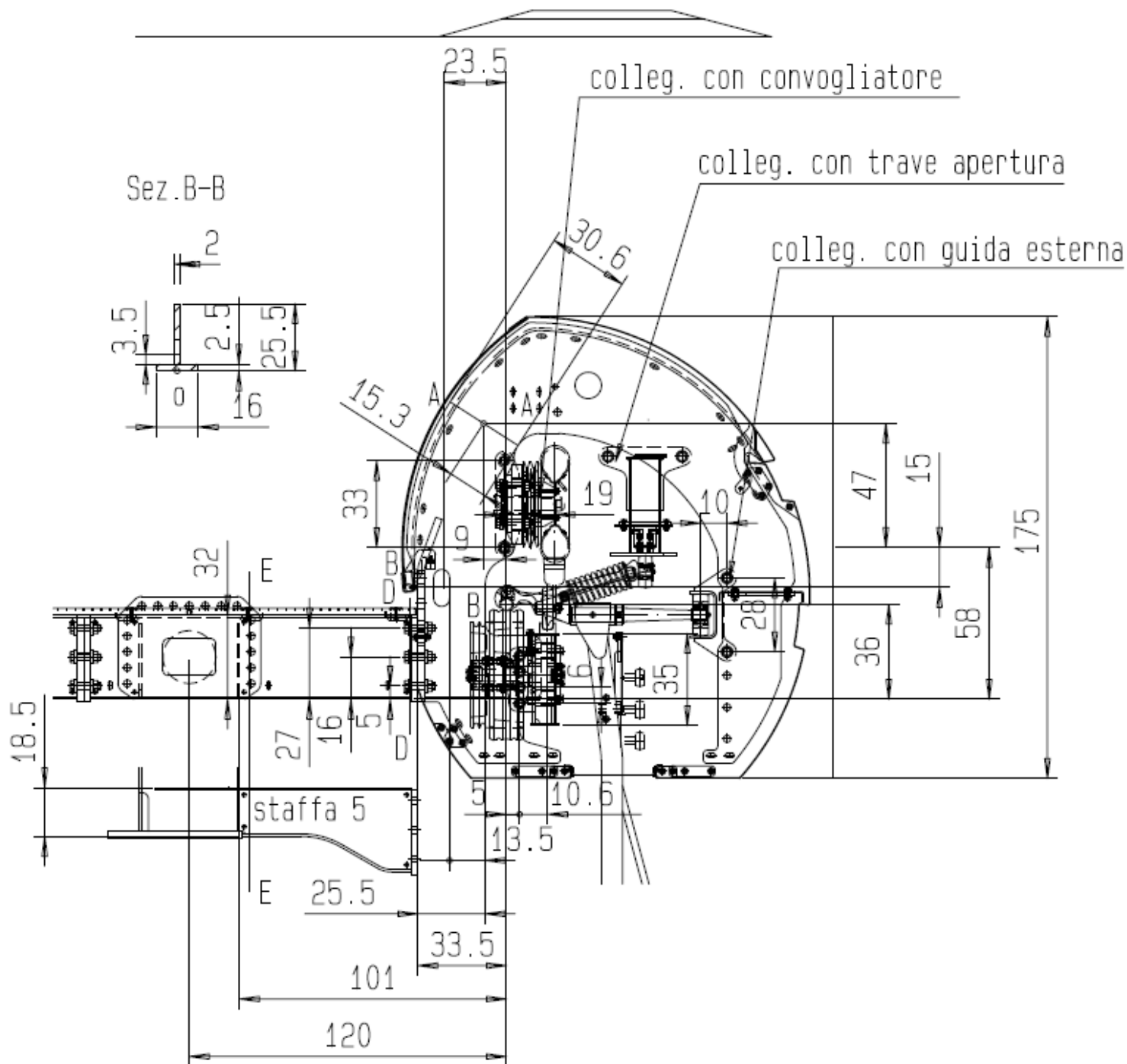
STAFFE

Le staffe sono fissate a sbalzo alle mensole di supporto solidali alla trave principale e supportano i meccanismi di stazione e la trave di lancio (vedi anche "Struttura di forza, elementi e Materiali").
Le sezioni di verifica sono caricate a sbalzo dai carichi esterni alla sezione.

Le staffe sono di geometria identica tra di loro, a meno dei collegamenti tra staffa e strutture interne.
Inoltre le staffe 7 e 8 nell'arco hanno sezioni leggermente differenti, trovandosi in posizione obliqua.
Per i vari casi di assemblaggio quello con **copertura locale** dei meccanismi risulta senz'altro la condizione più grave, dato che il carico neve si scarica sulle staffe.

Per i carichi e le leve vedi anche fig. 1.

FIG. 4



Sez. A-A Staffa 1-6, lamiera

vedi fig. 4

I dati statici del punto maggiormente sollecitato sono per la sezione in materiale S355J2, indicata in figura 4:

I dati statici della sezione del profilo quadro in materiale S355J2 sono:

A =	61,2	cm ²	altezza	30,6	Cm
Ay =	61,2	cm ²	larghezza	2	Cm
Wx =	312,1	cm ³			
Wy =	20,4	cm ³			
Wt =	40,8	cm ³			
b =	0,745				

Staffa 2 in esercizio

Le leve dei carichi definiti nel capitolo Geometria...si modificano rispetto al centro fune del valore 9 cm (centro fune – baricentro sezione).

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
Staffa	1,5*1,7				40		102	0,0	0
copertura esterna	1,5*1,2				107		192,6	0,0	0
copertura superiore	1,5*1,1				46		75,9	0,0	0
guida esterna	1,5*0,6				83		74,7	0,0	0
convogliatore	1,5*2,2				15		49,5	0,0	0
pedane esterne	1,5*0,4				105		63	0,0	0
Azionamento convogliatore	1,5*0,5				9		6,8	0,0	0
cinghie di azionamento 2/3 1,1kN*8	1,5*6,0				9		81	0,0	0
Varie	1,5*1				9		13,5	0,0	0
neve su copertura	1,5*3,9				46		269,1	0,0	0
vento su cop. . =1,75*2,55*1,2*0,3		-1,6*1,5				47	112,8	0	0,0
carico da rullo esterno morsa	1,5*10				83		1245	0,0	0
Somma carichi su sezione	42,9	-2,4	0				2285,9	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,7 + 7,3 + 0,0 = 8,0 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Staffa 2 fuori esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
staffa	1,5*1,7				40		102	0,0	0
copertura esterna	1,5*1,2				107		192,6	0,0	0
copertura superiore	1,5*1,1				46		75,9	0,0	0
guida esterna	1,5*0,6				83		74,7	0,0	0
convogliatore	1,5*2,2				15		49,5	0,0	0
pedane esterne	1,5*0,4				105		63	0,0	0
Azionamento convogliatore	1,5*0,5				9		6,8	0,0	0
cinghie di azionamento 2/3 1,1kN*8	1,5*6,0				9		81	0,0	0
Varie	1,5*1				9		13,5	0,0	0
neve su copertura	1,5*15,6				46		1076,4	0,0	0
vento su cop. . =1,75*2,55*1,2*2,8		-15*1,5				47	1057,5	0	0,0
Somma carichi su sezione	45,5	-22,5	0				2792,9	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,7 + 8,9 + 0,0 = 9,6 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Staffa 2 con azioni sismiche

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
staffa	1,7*1,4				40		95,2	0,0	0

copertura esterna	1,2*1,4	107	179,8	0,0	0
copertura superiore	1,1*1,4	46	70,8	0,0	0
guida esterna	0,6*1,4	83	69,7	0,0	0
convogliatore	2,2*1,4	15	46,2	0,0	0
pedane esterne	0,4*1,4	105	58,8	0,0	0
Azionamento convogliatore	0,5*1,4	9	6,3	0,0	0
cinghie di azionamento	2/3 6,0*1,4	9	75,6	0,0	0
1,1kN*8					
Varie	1*1,4	9	12,6	0,0	0
neve su copertura	15,6*0,28	46	200,93	0,0	0
azione sismica orizzontale	-17,8*0,6		15 160,2	0	0,0
Somma carichi su sezione	24,95 -10,7 0		976,13	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,4 + 3,1 + 0,0 = 3,5 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

È da notare dalle verifiche che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce i criteri di resistenza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore del 60% del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante. Si può pertanto asserire che la combinazione di carico più gravosa risulta essere quella senza l'azione del sisma ma considerando l'azione del vento per la condizione di f.e. Da sottolineare infine che nella combinazione delle componenti sismiche sono stati utilizzati, a favore della sicurezza, coefficienti moltiplicativi pari a 1.

Verifica di stabilità all'imbozzamento:

Effettivamente le staffe sono tenute trasversalmente in più posizioni. Infatti, sia la trave di accelerazione che la guida esterna, oltre che gli elementi di copertura esterni e la trave di apertura per le prime 5 staffe, evitano nelle zone terminali o centrali uno spostamento laterale ed una rotazione delle sezioni.

Non considerando tali effetti, una verifica esatta della stabilità risulta alquanto difficile, da cui si opta per un modello semplificato di una trave a sezione identica e costante, invece del notevole rinforzo della sezione effettiva, e con lunghezza inflessa pari a 140 cm, ampiamente maggiore dell'estensione della staffa stessa, pressoinflessa dai carichi massimi sopra ricavati, con componente a compressione massima.

I dati statici della sezione del tubolare quadro in materiale S355J2 sono: classe sez. 3 secondo Eurocode (5.53):

$f_y =$	35,5	kN/cm ²			
$A =$	61,2	cm ²	altezza h	30,6	cm
$A_y =$	61,2	cm ²	larghezza b	2	cm
$W_x =$	312,1	cm ³	spessore ala t	0	cm
$W_y =$	20,4	cm ³	spessore anima s	1	Cm
$W_t =$	61,2	cm ³	rientro r	0	cm
$\lambda_{x/y} =$	16	242	sezione minima a	1	cm
$\bar{\lambda}_{x/y} =$	0,21	3,17	lunghezza asta Lx	140	cm
$\alpha_{x/y} =$	0,49	0,49	lunghezza asta Ly	140	cm
$\chi_{s,98} =$	0,99	0,09			
$C_m_{x/y} =$	1	1	1993-1-1 App.B		
$k_{x/y} =$	1,00	1,13			

Fuori esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
	45,4						2793	0,0	0
Summe Einwirkungen auf Schnitt	45,4	0	0				2793	0,0	0
$\sigma_s = N/\chi A + k_x M_x/W_x + k_y M_y/W_y =$		8,2	+	8,9	+	0,0	= 17,1	KN/cm ² <	35,5
$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y =$		0,7	+	8,9	+	0,0	= 9,6	KN/cm ² <	35,5

Da cui si nota che nonostante le aggravanti scelte per il modello risulta garantita la stabilità.

a fatica

Si considera il passaggio di un veicolo:

carico massimo

$$Q_v' = \pm 5 \text{ kN}$$

L'ampiezza sforzi sulla sezione risulta così:

$$\Delta M = 2 \cdot Q_v' \cdot (74+9) \text{ cm} = 830 \text{ kNcm}$$

$\Delta \sigma_c =$	14,0	kN/cm ²	Tab. 8.1 (4) da EN 1993-1-9
$n_A =$	2.000.000	cicli	
$n_D =$	5.000.000	cicli	
$\Delta \sigma_D =$	10,3	kN/cm ²	da $\Delta \sigma_A$ e $\Delta \sigma^3 \times n = \text{cost}$
$\Delta \sigma_L =$	5,7	kN/cm ²	da $\Delta \sigma_D$ e $\Delta \sigma^5 \times n = \text{cost}$

La sollecitazione a flessione risulta, considerando il modulo d'inerzia di cui sopra:

$$\Delta \sigma = M / W = 830 / 312,1 = 2,7 \text{ kN/cm}^2 < \Delta \sigma_L$$

Sez. A-A Staffa 7 e 8 lamiera

vedi fig. 5

La sezione è per queste staffe leggermente ridotta:

I dati statici del punto maggiormente sollecitato sono per la sezione in materiale S355J2, indicata in figura 5:

A =	52,0	cm ²	altezza	26	Cm
A _y =	52,0	cm ²	larghezza	2	Cm
W _x =	225,3	cm ³			
W _y =	17,3	cm ³			
W _t =	44,7	cm ³			
b =	0,745				

Staffa 7 in esercizio

Leve vedi fig. 5. Leva binario da magazzino vedi fig. 7, L=135-23 = 117cm

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	T _y (kN) dir.asse y	T _x (kN) dir.asse x	L _x (cm) leva in x	L _y (cm) leva in y	L _z (cm) in asse tr.	M _x (kNcm) N ^o Ly-Ty ^o Lz	M _y (kNcm) -N ^o Lx+Tx ^o Lz	M _t (kNcm) Ty ^o Lx-Tx ^o Ly
Descrizione carichi									
staffa	1,7*1,5				50		127,5	0,0	0
copertura esterna	0,8*1,5				120		144	0,0	0
copertura superiore	0,5*1,5				49		36,8	0,0	0
guida esterna	0,4*1,5				98		58,8	0,0	0
convogliatore	1,3*1,5				19		37,1	0,0	0
pedane esterne	0,3*1,5				120		54	0,0	0
varie	1*1,5				25		37,5	0,0	0
neve cop. 2,0 kN/m ² *0,77m*2,55m	2,3*1,5				49		169,1	0,0	0
binario di magazzino / 2	5*1,5				117		877,5	0,0	0
neve su binario 2,5m ² *6kN/m ² / 2	7,5*1,5				117		1316,3	0,0	0
Somma carichi su sezione	31,2	0	0				2858,6	0,0	0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,6 + 12,7 + 0,0 = 13,3 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Staffa 7 fuori esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	T _y (kN) dir.asse y	T _x (kN) dir.asse x	L _x (cm) leva in x	L _y (cm) leva in y	L _z (cm) in asse tr.	M _x (kNcm) N ^o Ly-Ty ^o Lz	M _y (kNcm) -N ^o Lx+Tx ^o Lz	M _t (kNcm) Ty ^o Lx-Tx ^o Ly
Descrizione carichi									
staffa	1,7*1,5				50		127,5	0,0	0
copertura esterna	0,8*1,5				120		144	0,0	0
copertura superiore	0,5*1,5				49		36,8	0,0	0
guida esterna	0,4*1,5				98		58,8	0,0	0
convogliatore	1,3*1,5				19		37,1	0,0	0

pedane esterne	0,3*1,5	120	54	0,0	0
varie	1*1,5	25	37,5	0,0	0
neve su cop. 8kN/m²	9,2*1,5	49	676,2	0,0	0
binario di magazzino / 2	5*1,5	117	877,5	0,0	0
neve su binario 2,5m² *8kN/m² / 2	10*1,5	117	1755	0,0	0
v. su binario . =4m²*2,8*1,2 / 2	6,7*0,9	-74	446,2	0	0,0
vento su cop. . =1,75*1,5*1,2*2,8	8,8*1,5	-46	607,2	0	0,0
Somma carichi su sezione	45,3	19,2	0	4857,8	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,9 + 21,6 + 0,0 = 22,5 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Staffa 7 durante fasi magazzino

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
staffa	1,7*1,5				50		127,5	0,0	0
copertura esterna	0,8*1,5				120		144	0,0	0
copertura superiore	0,5*1,5				49		36,8	0,0	0
guida esterna	0,4*1,5				98		58,8	0,0	0
convogliatore	1,3*1,5				19		37,1	0,0	0
pedane esterne	0,3*1,5				120		54	0,0	0
varie	1*1,5				25		37,5	0,0	0
neve cop. 2,0 kN/m²*0,77m*2,55m	2,3*1,5				49		169,1	0,0	0
binario di magazzino / 2	5*1,5				117		877,5	0,0	0
neve su binario 2,5m² *6kN/m² / 2	7,5*1,5				117		1316,3	0,0	0
Veicoli su binario	20*1,5				117		3510	0,0	0
Somma carichi su sezione	61,2	0	0				6368,6	0,0	0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 1,2 + 28,3 + 0,0 = 29,5 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Staffa 7 con azioni sismiche

Da un esame dei calcoli e visto quanto riscontrato nella verifica della staffa 2 si può asserire che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce i criteri di resistenza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore del 60% del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante. Per tale motivo si ritiene di poter tralasciare ogni ulteriore verifica.

Verifica di stabilità all'imbozzamento:

Si ripetono i ragionamenti della staffa 1-6, per il caso di carico fasi magazzino. È da notare che tra le 2 staffe supportanti il magazzino è inserita un'ulteriore traversa di collegamento stabilizzante.

I dati statici della sezione del tubolare quadro in materiale S355J2 sono:

A = 52,0	cm²	altezza h	26	cm
Ay = 52,0	cm²	larghezza b	2	cm
Wx = 225,3	cm³	spessore ala t	0	cm
Wy = 17,3	cm³	spessore anima s	1	cm
Wt = 52,0	cm³	rientro r	0	cm
λ	ϖ	sezione minima a	1	cm
x 19	1,0	lunghezza asta Lx	140	cm
y 243	7,25	lunghezza asta Ly	140	cm

In esercizio

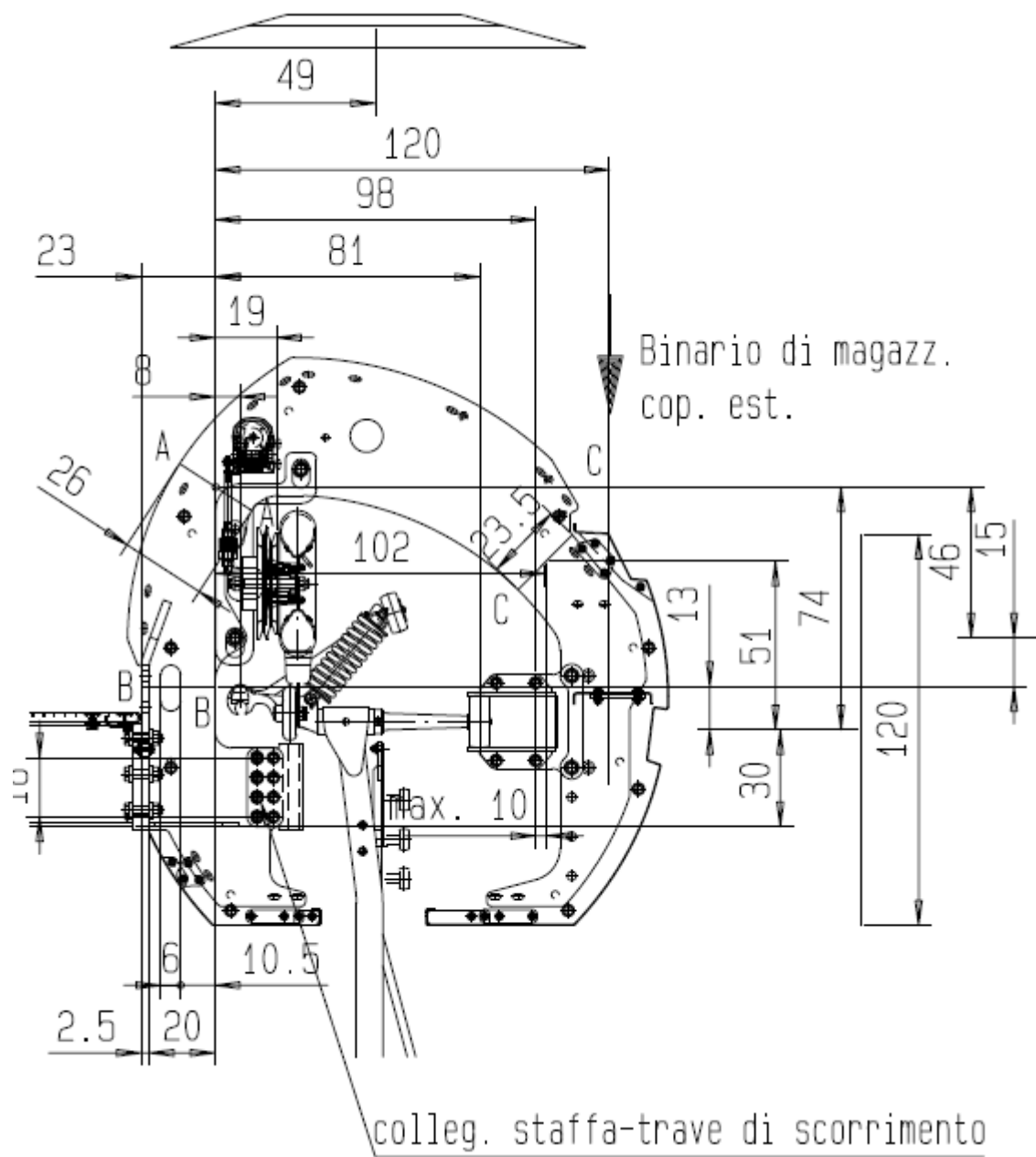
carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Carico a compressione max.	1,5*35,8						0,0	0,0	0
							5491,5	0	0

$$v(I 1,5, II 1,33) = 1,5$$

Somma carichi su sezione	53,7	0	0	5491,5	0,0	0
--------------------------	------	---	---	--------	-----	---

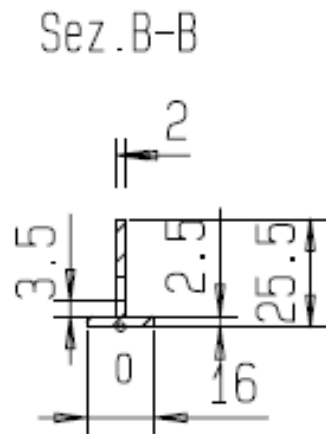
$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} / (1 - \nu \cdot N / \sigma_{crx} / A) + \frac{M_y}{W_y} / (1 - \nu \cdot N / \sigma_{cry} / A) = 7,5 + 24,4 + 0,0 = 31,9 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

FIG. 5



Sez. B-B Staffa 1-6

vedi fig. 4



I dati statici del punto maggiormente sollecitato sono per la sezione tubolare saldata in materiale S355J2, indicata in figura 4:

La posizione di ogni singola lamiera è definita dalla posizione (x_0 , y_0) di uno spigolo rispetto al punto o scelto al centro base della T, dall'altezza h , negativa se sotto lo spigolo scelto, e larghezza b , negativa se a sinistra dello spigolo.

A sezione totale =	74	cm ²		x_0	y_0	H	b	A_i	I_{x0}	I_{y0}	S_{x0}	S_{y0}
Ay a taglio dir. y =	0,0	cm ²	ala superiore.	-8	0	2,5	16	40,0	83,33	853,33	50	0,0
Ax a taglio dir. x =	74	cm ²	anima superiore	-8	2,5	3,5	2	7,0	133,58	345,33	29,75	-49
x_0 baricentro =	-3,22	cm		-8	25,5	-13,5	2	27,0	9902,25	1332	506,25	-189
y_0 baricentro =	7,92	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
								0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
x_0 punto verific. =	8,00	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
y_0 punto verific. =	25,50	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$s(W_t)$ (cm) / η (Dubbelt) =	2,5	1						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
W_x nel punto verific. =	311,57	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
W_y nel punto verific. =	157,17	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
W_t (s (W_t)) =	51,47	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Staffa 2 in esercizio

Le leve dei carichi definiti nel capitolo Geometria..., vedi fig. 1 e 4, si modificano rispetto al centro fune del valore:

= 33,5cm (centro fune – O) – 7,92cm (O – baricentro, vedi sopra) = 25,6cm < 26cm

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir. asse y	dir. asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
Staffa L=31+26	1,7*1,5				57		145,4	0,0	0
copertura esterna	1,2*1,5				124		223,2	0,0	0
copertura superiore	1,1*1,5				63		104	0,0	0
guida esterna	0,6*1,5				100		90	0,0	0
convogliatore	2,2*1,5				32		105,6	0,0	0
pedane esterne	0,4*1,5				122		73,2	0,0	0
Azionamento convogliatore	0,5*1,5				26		19,5	0,0	0
cinghie di azionamento 2/3	6,0*1,5				16		144	0,0	0
1,1kN*8									
Varie	1*1,5				26		39	0,0	0
neve su copertura	3,9*1,5				63		368,6	0,0	0
vento su cop. = 1,75*2,55*1,2*0,3		-1,6*1,5				15	36	0	0,0
carico da rullo esterno morsa	10*1,5				100		1500	0,0	0
Somma carichi su sezione	42,9	-2,4	0				2848,5	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,6 + 9,1 + 0,0 = 9,7 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Staffa 2 fuori esercizio

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
staffa	1,7*1,5				57		145,4	0,0	0
copertura esterna	1,2*1,5				124		223,2	0,0	0
copertura superiore	1,1*1,5				63		104	0,0	0
guida esterna	0,6*1,5				100		90	0,0	0
convogliatore	2,2*1,5				32		105,6	0,0	0
pedane esterne	0,4*1,5				122		73,2	0,0	0
Azionamento convogliatore	0,5*1,5				26		19,5	0,0	0
cinghie di azionamento 2/3 1,1kN*8	6,0*1,5				16		144	0,0	0
Varie	1*1,5				26		39	0,0	0
neve su copertura	15,6*1,5				63		1474,2	0,0	0
vento su cop. =1,75*2,55*1,2*2,8		-15*1,5				15	337,5	0	0,0
Somma carichi su sezione	45,5	-22,5	0				2755,6	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,6 + 8,8 + 0,0 = 9,4 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Staffa 2 con azioni sismiche

Da un esame dei calcoli e visto quanto riscontrato nella verifica della Sez. A-A si può asserire che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce i criteri di resistenza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore del 60% del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante. Per tale motivo si ritiene di poter tralasciare ogni ulteriore verifica.

a fatica

Si considera il passaggio di un veicolo:

$$\text{carico massimo} \quad Q_v' = \pm 5 \text{ kN}$$

La ampiezza sforzi sulla sezione risulta così:

$$\Delta M = 2 * Q_v' * (74 + 26 \text{ cm}) = 1000 \text{ kNcm}$$

Lato non saldato

$$\Delta \sigma_c = 14,0 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{Tab. 8.1 (4) da EN 1993-1-9}$$

$$n_A = 2.000.000 \text{ cicli}$$

$$n_D = 5.000.000 \text{ cicli}$$

$$\Delta \sigma_D = 10,3 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{da } \Delta \sigma_A \text{ e } \Delta \sigma^3 \times n = \text{cost}$$

$$\Delta \sigma_L = 5,7 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{da } \Delta \sigma_D \text{ e } \Delta \sigma^5 \times n = \text{cost}$$

La sollecitazione a flessione risulta, considerando il modulo d'inerzia di cui sopra:

$$\Delta \sigma = M / W = 1000 / 311,6 = 3,2 \text{ kN/cm}^2 < \Delta \sigma_L$$

Lato saldato

$$\Delta \sigma_c = 10,0 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{Tab. 8.2 (5) da EN 1993-1-9}$$

$$n_A = 2.000.000 \text{ cicli}$$

$$n_D = 5.000.000 \text{ cicli}$$

$$\Delta \sigma_D = 7,4 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{da } \Delta \sigma_A \text{ e } \Delta \sigma^3 \times n = \text{cost}$$

$$\Delta \sigma_L = 4,0 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{da } \Delta \sigma_D \text{ e } \Delta \sigma^5 \times n = \text{cost}$$

La sollecitazione a flessione risulta, considerando il modulo d'inerzia sul lato o, ove si trova la saldatura (per i dati statici vedi sopra):

$$\Delta \sigma = M / W = 1000 / 311,6 * 7,9 / (25,5 - 7,9) = 1,4 \text{ kN/cm}^2 < \Delta \sigma_L$$

Sez. B-B Staffa 7 e 8

vedi fig. 5

La sezione è per queste staffe leggermente ridotta:

I dati statici del punto maggiormente sollecitato sono per la sezione saldata in materiale S355J2, indicata in figura 5:

La posizione di ogni singola lamiera è definita dalla posizione (xo, yo) di uno spigolo rispetto al punto o scelto al centro base della T, dall'altezza h, negativa se sotto lo spigolo scelto, e larghezza b, negativa se a sinistra dello spigolo. Si tiene inoltre conto della foratura per canalina elettrica.

A sezione totale =	68	cm ²		xo	yo	h	b	Ai	lixo	liyo	Sxo	Syo
Ay a taglio dir. y =	0,0	cm ²	ala superiore	-8	0	2,5	16	40,0	83,33	853,33	50	0,0
Ax a taglio dir. x =	68	cm ²	anima	-1	2,5	3,5	2	7,0	133,58	2,33	29,75	0,0
xo baricentro =	0,00	cm		-1	12,5	10,5	2	21,0	6809,25	7	372,75	0,0
yo baricentro =	6,65	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
								0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
xo punto verific. =	8,00	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
yo punto verific. =	23,00	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
s(Wt) (cm) / η (Dubbelt) =	2,5	1						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wx nel punto verific. =	245,81	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wy nel punto verific. =	107,83	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wt (s (Wt)) =	48,27	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

in esercizio

Le leve dei carichi definiti nel capitolo Geometria...aumentano rispetto alla sezione A-A di ca., vedi fig. 5 :

 $\Delta = 23\text{cm} - 6,7 \text{ (dist. 0 - baricentro)} = 16 \text{ cm}$

Leva binario da magazzino vedi fig. 7, L=135-6,6 = 128cm

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	(cm)	(cm)	(kNcm)	(kNcm)	(kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa	1,7*1,5				66		168,3	0,0	0
copertura esterna	0,8*1,5				136		163,2	0,0	0
copertura superiore	0,5*1,5				65		48,8	0,0	0
guida esterna	0,4*1,5				114		68,4	0,0	0
convogliatore	1,3*1,5				35		68,3	0,0	0
pedane esterne	0,3*1,5				136		61,2	0,0	0
varie	1*1,5				41		61,5	0,0	0
neve cop. 2,0 kN/m²*0,77m*2,55m	2,3*1,5				65		224,3	0,0	0
binario di magazzino / 2	5*1,5				128		960	0,0	0
neve su binario 2,5m² *6kN/m² / 2	7,5*1,5				128		1440	0,0	0
Somma carichi su sezione	31,2	0	0				3264	0,0	0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,5 + 13,3 + 0,0 = 13,8 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

fuori esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa	1,7*1,5				66		168,3	0,0	0
copertura esterna	0,8*1,5				136		163,2	0,0	0
copertura superiore	0,5*1,5				65		48,8	0,0	0
guida esterna	0,4*1,5				114		68,4	0,0	0
convogliatore	1,3*1,5				35		68,3	0,0	0
pedane esterne	0,3*1,5				136		61,2	0,0	0
varie	1*1,5				41		61,5	0,0	0
neve su cop. 8kN/m²	9,2*1,5				65		897	0,0	0
binario di magazzino / 2	5*1,5				128		960	0,0	0
neve su binario 2,5m² *8kN/m² / 2	10*1,5				128		1920	0,0	0
v. su binario . =4m²*2,4*1,2 / 2		-6,7*1,5				-13	-130,7	0	0,0
vento su cop. . =1,75*1,5*1,2*2,8		-8,8*1,5				15	198	0	0,0

Somma carichi su sezione	45,3	-23,3	0		4484	0,0	0,0
---------------------------------	-------------	--------------	----------	--	-------------	------------	------------

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,7 + 18,2 + 0,0 = 18,9 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

durante fasi magazzino

carichi / leve / momenti		N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi		(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	(cm)	(cm)	(kNcm)	(kNcm)	(kNcm)
		normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa		1,7*1,5				66		168,3	0,0	0
copertura esterna		0,8*1,5				136		163,2	0,0	0
copertura superiore		0,5*1,5				65		48,8	0,0	0
guida esterna		0,4*1,5				114		68,4	0,0	0
convogliatore		1,3*1,5				35		68,3	0,0	0
pedane esterne		0,3*1,5				136		61,2	0,0	0
varie		1*1,5				41		61,5	0,0	0
neve cop. 2,0 kN/m²*0,77m*2,55m		2,3*1,5				65		224,3	0,0	0
binario di magazzino / 2 L=135-		5*1,5				128		960	0,0	0
neve su binario 2,5m² *6kN/m² / 2		7,5*1,5				128		1440	0,0	0
Veicoli su binario		20*1,5				128		3840	0,0	0
Somma carichi su sezione		61,2	0	0				7104	0,0	0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,9 + 28,9 + 0,0 = 29,8 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Con azioni sismiche

Da un esame dei calcoli e visto quanto riscontrato nella verifica della Sez. A-A della staffa 2 si può asserire che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce i criteri di resistenza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore del 60% del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante. Per tale motivo si ritiene di poter tralasciare ogni ulteriore verifica.

a fatica

Non rilevante, vedi staffe 1-6

Sez. C-C Staffa 7 e 8

vedi fig. 5

I dati statici della sezione del profilo quadro in materiale S355J2 sono:

A =	47,0	cm²	altezza	23,5	Cm
Ay =	47,0	cm²	larghezza	2	Cm
Wx =	184,1	cm³			
Wy =	15,7	cm³			
Wt =	37,2	cm³			
b =	0,745				

fuori esercizio

Leve rispetto a sez. A -102cm

carichi / leve / momenti		N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi		(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	(cm)	(cm)	(kNcm)	(kNcm)	(kNcm)
		normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa		0,5*1,0				-18		-9	0,0	0
copertura esterna		0,8*1,0				-18		-14,4	0,0	0
guida esterna		0,4*1,5				3		1,8	0,0	0
pedane esterne		0,3*1,0				-18		-5,4	0,0	0
binario di magazzino / 2		5*1,5				3		22,5	0,0	0
vento su cop. . = 1,2*1,5*1,2*2,8			-6,1*1,5				46	420,9	0	0,0
v. su binario . = 4m²*2,8*1,2 / 2			-6,7*1,5				46	462,3	0	0,0
Somma carichi su sezione		9,7	-19,2	0				878,7	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,2 + 4,8 + 0,0 = 5,0 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

durante fase magazzino

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir. asse y	Tx (kN) dir. asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) Leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
Staffa	0,5*1,0				-18		-9	0,0	0
Copertura esterna	0,8*1,0				-18		-14,4	0,0	0
Guida esterna	0,4*1,5				3		1,8	0,0	0
Pedane esterne	0,3*1,0				-18		-5,4	0,0	0
Binario di magazzino / 2	5*1,5				-18		-135	0,0	0
Veicoli su binario	20*1,5				-18		-540	0,0	0
Somma carichi su sezione	39,7	0	0				-702	0,0	0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,8 + -3,8 + 0,0 = -3,0 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Con carichi sismici

Da un esame dei calcoli e visto quanto riscontrato nella verifica della Sez. A-A della staffa 2 si può asserire che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce i criteri di resistenza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore del 60% del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante. Per tale motivo si ritiene di poter tralasciare ogni ulteriore verifica.

Sez. D-D Staffa, collegamento bullonato M24

Vedi fig. 4

I **dati statici** per il collegamento M24 8.8, (quote da o vedi fig. 4) sono, dove se ad appoggio fisso i carichi normali N non saranno considerati:

As per bullone =	3,53	cm ²		ni	y0	lixo	ni	x0	liyo	Sxo	Syo
N bulloni =	6	Cm		2	27	1458	3	5	75	54	15
A sezione totale =	21,2	cm ²		2	16	512	3	-5	75	32	-15
				2	5	50			0	10	0
						0			0	0	0
Pos. bullone verificato	y	x				0			0	0	0
App. fisso (0) / baric. (1)	27	5	Cm			0			0	0	0
	0	1	Cm			0			0	0	0
Pos. baricentro (g)	16,0	0,0	Cm			0			0	0	0
Politbjuro da assi rot.(a)	27,0	5,0	cm			0			0	0	0
pos. bull. da baric.(g)	11,0	5,0	cm ³			0			0	0	0
Iay / Iax =	529,5	7130,6	cm ³			0			0	0	0
It = Igy + Igy =	2238,0	Cm ³				0			0	0	0

Le leve dei carichi definiti nel capitolo Geometria...aumentano di 33,5 cm. In tale capitolo sono stati verificati anche i carichi complessivi della staffa.

Staffa 2 in esercizio

Carico da deviazione fune sui rulli sulla staffa

Equilibrio attorno all'appoggio anteriore 1 della trave nella campata:

Distanza appoggi L 255 cm

in esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	L1 (cm)	Mx (kNcm)
Descrizione				
1. Rullo		12*1,5	40	720
2. Rullo		12*1,5	95	1710
3. Rullo		12*1,5	155	2790

Somma carichi su sezione**0 54 0 5220**

Da cui risultano i seguenti sforzi di appoggio, lungo gli assi principali della trave:

$$F2y = Mx / L = 5220,0 / 255,0 = 20,5 \text{ kN}$$

$$F1y = Ty - F2y = 54,0 - 20,5 = 33,5 \text{ kN}$$

Carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) Leva in x	Ly (cm) Leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
Staffa completa S2 Lz=25+33,5		15*1,5				59	-1327,5	0	0,0
Neve cop. 2,0 kN/m ² Lz=37+33,5		3,9*1,5				71	-415,4	0	0,0
Veicolo in entrata		10*1,5				34	-510	0	0,0
Carico rulli F1y		22,4*1,5				34	-1142,4	0	0,0
Mom. rullo esterno morsa Lz=74-14		10*1,5				60	-900	0	0,0
Vento. Cop. . =1,75*2,55*1,2*0,3	-1,6*1,5				58		-139,2	0,0	0
Somma carichi su sezione	-2,4	92	0				-4434,5	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx*ya/lax + My*xa/lay = 0,0 + 16,8 + 0,0 = 16,8 \text{ KN/cm}^2 < 57,6$$

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*xg/It)^2 + (Tx/A + Mt*yg/It)^2} = \sqrt{(4,3 + 0,0)^2 + (0,0 + 0,0)^2} = 4,3 \text{ KN/cm}^2 < 32$$

$$\sigma/1.4\sigma_{t,Rd} + \tau/\tau_{v,Rd} = 0,21 + 0,13 = 0,34 < 1$$

Fuori esercizio

Carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) Leva in x	Ly (cm) Leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
Staffa completa S2 Lz=25+33,5		15*1,5				59	-1327,5	0	0,0
Carico rulli F1y		22,4*1,5				34	-1142,4	0	0,0
Neve cop. 8,0 kN/m ² Lz=37+33,5		15,6*1,5				71			
Vento. Cop. . =1,75*2,55*1,2*2,8	-15*1,5				58		-1305	0,0	0
Somma carichi su sezione	-22,5	79,5	0				-5436,3	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx*ya/lax + My*xa/lay = 0,0 + 20,6 + 0,0 = 20,6 \text{ KN/cm}^2 < 57,6$$

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*xg/It)^2 + (Tx/A + Mt*yg/It)^2} = \sqrt{(3,8 + 0,0)^2 + (0,0 + 0,0)^2} = 3,8 \text{ KN/cm}^2 < 32$$

$$\sigma/1.4\sigma_{t,Rd} + \tau/\tau_{v,Rd} = 0,26 + 0,12 = 0,38 < 1$$

Staffa 3 in esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) Leva in x	Ly (cm) Leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
Staffa completa S3 Lz=25+33,5		15*1,5				59	-1327,5	0	0,0
Neve cop. 2,0 kN/m ² Lz=37+33,5		3,9*1,5				71	-415,4	0	0,0
Veicolo in entrata		10*1,5				34	-510	0	0,0
Carico rulli F2y		13,6*1,5				34	-693,6	0	0,0
Carico da rulli orizzontali 2*12 kN	-24*1,5			7	-7,8		280,8	252	0,0
Mom. rullo esterno morsa Lz=74-14		10*1,5				60	-900	0	0,0
Vento. Cop. . =1,75*2,55*1,2*0,3	-1,6*1,5				58		-139,2	0,0	0
Mom. di trasp. somma carico norm.	-38,4			-1	0		0,0	-38,4	0
Somma carichi su sezione	-38,4	78,8	0				-3704,9	213,6	0,0

$$\sigma = N/A + Mx*ya/lax - My*xa/lay = 0,0 + 14,0 - 2,0 = 12,0 \text{ KN/cm}^2 < 57,6$$

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*xg/It)^2 + (Tx/A + Mt*yg/It)^2} = \sqrt{(3,7 + 0,0)^2 + (0,0 + 0,0)^2} = 3,7 \text{ KN/cm}^2 < 32$$

$$\sigma/1.4\sigma_{t,Rd} + \tau/\tau_{v,Rd} = 0,15 + 0,12 = 0,27 < 1$$

Con carichi sismici

È da notare dalle verifiche che un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce ampiamente i criteri di resistenza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore del 60% del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da

vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante. Per tale motivo si ritiene di poter tralasciare ogni ulteriore verifica.

Saldatura flangia lato staffa:

Il carico massimo per i bulloni superiori vale (vedi sopra):

$$N = 20,6 \text{ kN/cm}^2 \cdot 3,53 \text{ cm}^2 = 72,7 \text{ kN}$$

La lunghezza di saldatura è inferiormente pari alla metà della distanza tra i bulloni, superiormente pari al doppio della distanza bullone – saldatura:

$$l = 11/2 + (5-1) \cdot 2 = 13,5 \text{ cm}$$

La tensione nella saldatura $a=8\text{mm}$, per lato:

$$\sigma = N/A = 72,7 \text{ kN} / 13,5 / 0,8 = 6,7 \text{ kN/cm}^2 < 0,7 \cdot 35,5 \text{ kN/cm}^2$$

Sez. E-E Mensola trave - Staffa

vedi fig. 4

I dati statici della sezione del profilo ad I saldato in materiale S355J2 sono:

A =	62,0	cm ²	Altezza	32	Cm
Ay =	30,0	Cm ²	Larghezza	16	Cm
Wx =	621,3	cm ³	Spessore ala	1	Cm
Wy =	85,3	Cm ³	Spessore anima	1	Cm
Wt =	26,7	cm ³			

Le leve dei carichi definiti nel capitolo Gemoetria...aumentano di 101 cm

Staffa due in esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir. asse y	dir. asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa completa S2 Lz=25+101		15*1,5				126	-2835	0	0,0
Peso mensola con pedane		0,8*1,5				34	-40,8	0	0,0
neve cop. 2,0 kN/m ² Lz=37+101		3,9*1,5				138	-807,3	0	0,0
neve pedana 2,0 kN/m ² Lz=74/2		3,8*1,5				37	-210,9	0	0,0
Veicolo in entrata		10*1,5				101	-1515	0	0,0
Carico rulli F1y vedi sez. D-D		22,4*1,5				101	-3393,6	0	0,0
Mom. rullo esterno morsa Lz=74+14		10*1,5				60	-900	0	0,0
vento. cop. . = 1,75*2,55*1,2*0,3	-1,6*1,5				58		-139,2	0,0	0
Somma carichi su sezione	-2,4	98,9	0				-9841,8	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -15,8 + 0,0 = -15,8 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a \cdot Ty / Ay = 1,1 \cdot 3,3 = 3,6 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

Staffa 2 fuori esercizio

Non rilevante, in quanto anche un aumento del carico neve x4 e del carico vento x 9.3 non raddoppiano i momenti sollecitanti.

Staffa 3 in esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir. asse y	dir. asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa completa S3 Lz=25+101		15*1,5				126	-2835	0	0,0
Peso mensola con pedane		0,8*1,5				34	-40,8	0	0,0
neve cop. 2,0 kN/m ² Lz=37+101		3,9*1,5				138	-807,3	0	0,0
neve pedana 2,0 kN/m ² Lz=74/2		3,8*1,5				37	-210,9	0	0,0
Veicolo in entrata		10*1,5				101	-1515	0	0,0
Carico rulli F2y vedi sez. D-D		13,6*1,5				101	-2060,4	0	0,0
Carico da rulli orizzontali 2*12 kN	-24*1,5			-7	-7,8		280,8	-252	0,0
Mom. rullo esterno morsa Lz=74+14		10*1,5				60	-900	0	0,0
vento. cop. . = 1,75*2,55*1,2*0,3	-1,6*1,5				58		-139,2	0,0	0
Somma carichi su sezione	-38,4	85,7	0				-8227,8	-252	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = -0,6 + -13,2 + -3,0 = -16,8 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a \cdot T_y / A_y = 1,1 \cdot 2,9 = 3,2 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

Staffa 7 fuori esercizio

Leva binario da magazzino vedi fig. 7, L=135+101-33,5 = 202 cm

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
staffa completa S7 Lz=28+101		8*1,5				129	-1548	0	0,0
Peso mensola con pedane		0,8*1,5				34	-40,8	0	0,0
neve 8,0 kN/m² Lz=3+101		14*1,5				104	-2184	0	0,0
vento. cop. . =1,75*2,55*1,2*2,8	-15*1,5				58		-1305	0,0	0
binario magaz/2 Lz=101+98+22,5		5*1,5				202	-1515	0	0,0
neve su binario 2,5m² *8kN/m² / 2		10*1,5				202	-3030	0	0,0
v. su binario . =4m²*2,8*1,2 / 2	-6,7*1,5				30		-301,5	0,0	0
vento su cop. . =1,75*1,5*1,2*2,8	-8,8*1,5				58		-765,6	0,0	0
Somma carichi su sezione	-45,8	56,7	0				-10689,9	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = -0,7 + -17,2 + 0,0 = -17,9 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a \cdot T_y / A_y = 1,1 \cdot 1,9 = 2,1 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

Staffa 7 durante fasi magazzino

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
Staffa completa S7 Lz=28+101		8*1,5				129	-1548	0	0,0
Peso mensola con pedane		0,8*1,5				34	-40,8	0	0,0
neve 8,0 kN/m² Lz=3+101		3,5*1,5				104	-546	0	0,0
binario magaz/2 Lz=101-33,5+135		5*1,5				202	-1515	0	0,0
Neve su binario 2,5m² *6kN/m² / 2		7,5*1,5				202	-2272,5	0	0,0
Veicoli su binario		20*1,5				202	-6060	0	0,0
Somma carichi su sezione	0	67,2	0				-11982,3	0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -19,3 + 0,0 = -19,3 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a \cdot T_y / A_y = 1,1 \cdot 2,2 = 2,4 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

Con carichi sismici

È da notare dalle verifiche che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce ampiamente i criteri di sicurezza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore del 60% del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante. Per tale motivo si ritiene di poter tralasciare ogni ulteriore verifica.

a fatica per la staffa 2

$$\Delta\sigma_c = 8,0 \text{ kN/cm}^2 \text{ Tab. 8.5 (1) da EN 1993-1-9}$$

$$n_A = 2.000.000 \text{ cicli}$$

$$n_D = 5.000.000 \text{ cicli}$$

$$\Delta\sigma_D = 5,9 \text{ kN/cm}^2 \text{ da } \Delta\sigma_A \text{ e } \Delta\sigma^3 \times n = \text{cost}$$

$$\Delta\sigma_L = 3,3 \text{ kN/cm}^2 \text{ da } \Delta\sigma_D \text{ e } \Delta\sigma^5 \times n = \text{cost}$$

$$\gamma_{Mf} = 1,35$$

Carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) Leva in x	Ly (cm) Leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
Veicolo in entrata		10				101	-1010	0	0
Rullo esterno morsa Lz=74+101		5				175	-875	0	0
Somma carichi su sezione	0	15	0				-1885	0	0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -3,0 + 0,0 = -3,0 \text{ KN/cm}^2 < \Delta\sigma_L$$

Sez.E-E Mensola trave – Staffa 5

vedi fig. 4

I dati statici della sezione del profilo ad I saldato in materiale S355J2 sono:

A =	48,5	cm ²	altezza	18,5	Cm
Ay =	16,5	cm ²	larghezza	16	Cm
Wx =	305,6	cm ³	spessore ala	1	Cm
Wy =	85,3	cm ³	spessore anima	1	Cm
Wt =	20,9	cm ³			

In esercizio

Le leve dei carichi definiti nel capitolo Gemoetria...aumentano di 101 cm

Carichi / leve / momenti	N (Kn) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) Leva in x	Ly (cm) Leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
Staffa completa S6 Lz=26+101		12*1,5				126	-2268	0	0,0
Peso mensola con pedane		0,8*1,5				34	-40,8	0	0,0
Qm neve cop. 2,0 kN/m ²		3,9*1,5				138	-807,3	0	0,0
Neve su pedana 2,0 Kn/m ²		3,8*1,5				37	-210,9	0	0,0
Qv'Veicolo in entrata		10*1,5				101	-1515	0	0,0
vento cop. . =1,75*2,55*1,2*0,3	-1,6*1,5				42		-100,8	0,0	0
Somma carichi su sezione	-2,4	45,8	0				-4942,8	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -16,2 + 0,0 = -16,2 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a \cdot Ty / Ay = 1,1 \cdot 2,8 = 3,1 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

$$\tau_t = b \cdot Mt / Wt = 1,0 \cdot 0,0 = 0,0 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{(N/A + Mx/Wx)^2 + 3 \cdot (\tau_y + s/t \cdot \tau_t)^2} = \sqrt{(16,2)^2 + 3 \cdot (3,1 + 0,0)^2} = 17,1 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

fuori esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
staffa completa S6 Lz=26+101		12*1,5				126	-2268	0	0,0
Peso mensola con pedane		0,8*1,5				34	-40,8	0	0,0
neve cop. 8,0 kN/m ² Lz=37+101		15,6*1,5				138	-3229,2	0	0,0
neve pedana 8,0 kN/m ² Lz=74/2		15,2*1,5				37	-843,6	0	0,0
vento. cop. . =1,75*2,55*1,2*2,8	-15*1,5				58		-1305	0,0	0
Somma carichi su sezione	-22,5	65,4	0				-7686,6	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = -0,5 + -25,2 + 0,0 = -25,7 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a \cdot Ty / Ay = 1,1 \cdot 4,0 = 4,4 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

$$\tau_t = b \cdot Mt / Wt = 1,0 \cdot 0,0 = 0,0 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{(N/A + Mx/Wx)^2 + 3 \cdot (\tau_y + s/t \cdot \tau_t)^2} = \sqrt{(25,7)^2 + 3 \cdot (4,4 + 0,0)^2} = 26,8 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

con carichi sismici

È da notare dalle verifiche che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce i criteri di sicurezza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore del 60% del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante. Per tale motivo si ritiene di poter tralasciare ogni ulteriore verifica.

A fatica

$\Delta\sigma_c =$	8,0	kN/cm ²	Tab. 8.5 (1) da EN 1993-1-9
$n_A =$	2.000.000	cicli	
$n_D =$	5.000.000	cicli	
$\Delta\sigma_D =$	5,9	kN/cm ²	da $\Delta\sigma_A$ e $\Delta\sigma^3 \times n = \text{cost}$
$\Delta\sigma_L =$	3,3	kN/cm ²	da $\Delta\sigma_D$ e $\Delta\sigma^5 \times n = \text{cost}$
$\gamma_{Mf} =$	1,35		

Carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) Leva in x	Ly (cm) Leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
Veicolo in entrata		10				101	-1010	0	0
Somma carichi su sezione	0	10	0				-1010	0	0
$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -3,3 + 0,0 = -3,3 \text{ KN/cm}^2 \leq \Delta\sigma_L$									

Collegamenti M24 tra staffa e trave d'apertura, convogliatore e guida esterna

Vedi fig. 4

I collegamenti possono supportare i carichi a taglio, ma per via dei carichi ciclici occorre il collegamento ad attrito.

Con un precarico pari a 158 kN, un coefficiente d'attrito pari a 0,3 ed un coefficiente di sicurezza allo scorrimento pari a $\gamma_{M3} = 1,25$ si trova una resistenza allo scorrimento pari a:

$$F_{s,Rd} = 158 \text{ kN} \times 0,3 / 1,25 = 37,9 \text{ kN}$$

I carichi sono:

Per la **guida esterna**, ripartito simmetricamente su due bulloni:

$$F_{bz} = \gamma (F_{\text{apertura}} + \text{carico dyn.}) / 2 = 1,5 (8 \text{ kN} + 10 \text{ kN}) / 2 = 13,5 \text{ kN}$$

A questo va sommato vettorialmente la coppia di sforzi per momento di trasporto, pari a:

$$F_{by} = 1,5 (8 + 10) \times 10 \text{ cm} / 28 \text{ cm} = 9,6 \text{ kN}$$

$$F_b = \sqrt{(13,5^2 + 9,6^2)} = 16,6 \text{ kN} < 37,9 \text{ kN}$$

Per la **guida di apertura**, dove per sicurezza si suppone che il carico vada a scaricarsi su un solo bullone:

$$F_b = 1,5 \times 9 \text{ kN} < 37,9 \text{ kN}$$

Per la **trave di accelerazione**:

Carichi massimi in basso, su staffa 2:

$$F_{bz1} = \gamma [2,2 \text{ kN (convogliatore)} + 0,5 \text{ kN (azionamento c.)} + 2/3 \times 8 \times 1,1 \text{ kN (cinghie)}] = 13,1 \text{ kN}$$

Carichi massimi in alto, non considerando la comp. peso scaricante)

$$F_{bz2} = 1,5 \times 2 \times 3,5 \text{ kN (2 gomme schiacciate)} = 10,5 \text{ kN} < 13,1 \text{ kN}$$

Si suppone il carico ripartito simmetricamente su due bulloni:

A questo va sommato vettorialmente la coppia di sforzi per momento di trasporto, minore a:

$$F_{by} = 13,1 \text{ kN} \times 19 \text{ cm} / 33 \text{ cm} = 7,5 \text{ kN}$$

$$F_b = \sqrt{((13,1/2)^2 + 7,5^2)} = 10,0 \text{ kN} < 37,9 \text{ kN}$$

Collegamenti M20 tra staffa e trave di scorrimento

vedi fig. 4

I **dati statici** per il collegamento M20 8.8, (quote da o vedi fig. 5) sono:

As per bullone =	2,45	cm ²	ni	yo	lixo	ni	xo	liyo	Sxo	Syo
n bulloni =	4	cm	1	18	324	1	0,1	0,0	18	0,1
A sezione totale =	9,8	cm ²	1	12	144	1	0,1	0,0	12	0,1
			1	6	36			0	6	0
	y	x	1	0	0			0	0	0
pos. bullone verificato	18	0,1			0			0	0	0
app. fisso(0) / baric.(1)	1	1			0			0	0	0
pos. baricentro (g)	9,0	0,1			0			0	0	0
pos.bull. da assi rot.(a)	9,0	0,0			0			0	0	0

pos. bull. da baric.(g)	9,0	0,0	cm ³	0	0	0	0
I _{ay} / I _{ax} =	-0,1	441,0	cm ³	0	0	0	0
I _t = I _{gx} + I _{gy} =	440,9	cm ³		0	0	0	0

Staffa 1

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
trave		1,5*1,5		9,5			0,0	0,0	21,4
peso rulliera d'entrata		1,5*1,0		-5			0,0	0	-7,5
Carico max su 2. rullo		12*1,5		10,6			0,0	0,0	190,8
Somma carichi su sezione	0	21,8	0				0,0	0,0	204,7

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*xg/I_t)^2 + (Tx/A + Mt*yg/I_t)^2} = \sqrt{(2,2 + 0,0)^2 + (0,0 + 4,2)^2} = 4,7 \text{ KN/cm}^2 < 32,0$$

Staffa 2

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
trave		2,2*1,5		9,5			0,0	0,0	31,4
peso rulliera		3*1,0		-5			0,0	0	-15
rulliera di deviazione Fy1 sez. D-D		22,4*1,0		-5			0,0	0	-112
cinghie di azionamento 2/3 1,1kN*8		-6*1,5		-15,5			0,0	0,0	139,5
Qv'Veicolo in entrata		10*1,5		9,5					
Somma carichi su sezione	0	34,7	0				0,0	0,0	186,4

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*it/I_t)^2 + (Tx/A + Mt*yg/I_t)^2} = \sqrt{(3,5 + 0,0)^2 + (0,0 + 3,8)^2} = 5,2 \text{ KN/cm}^2 < 32,0$$

Ad attrito:

Il carico massimo in esercizio per i bulloni superiori vale (vedi sopra):

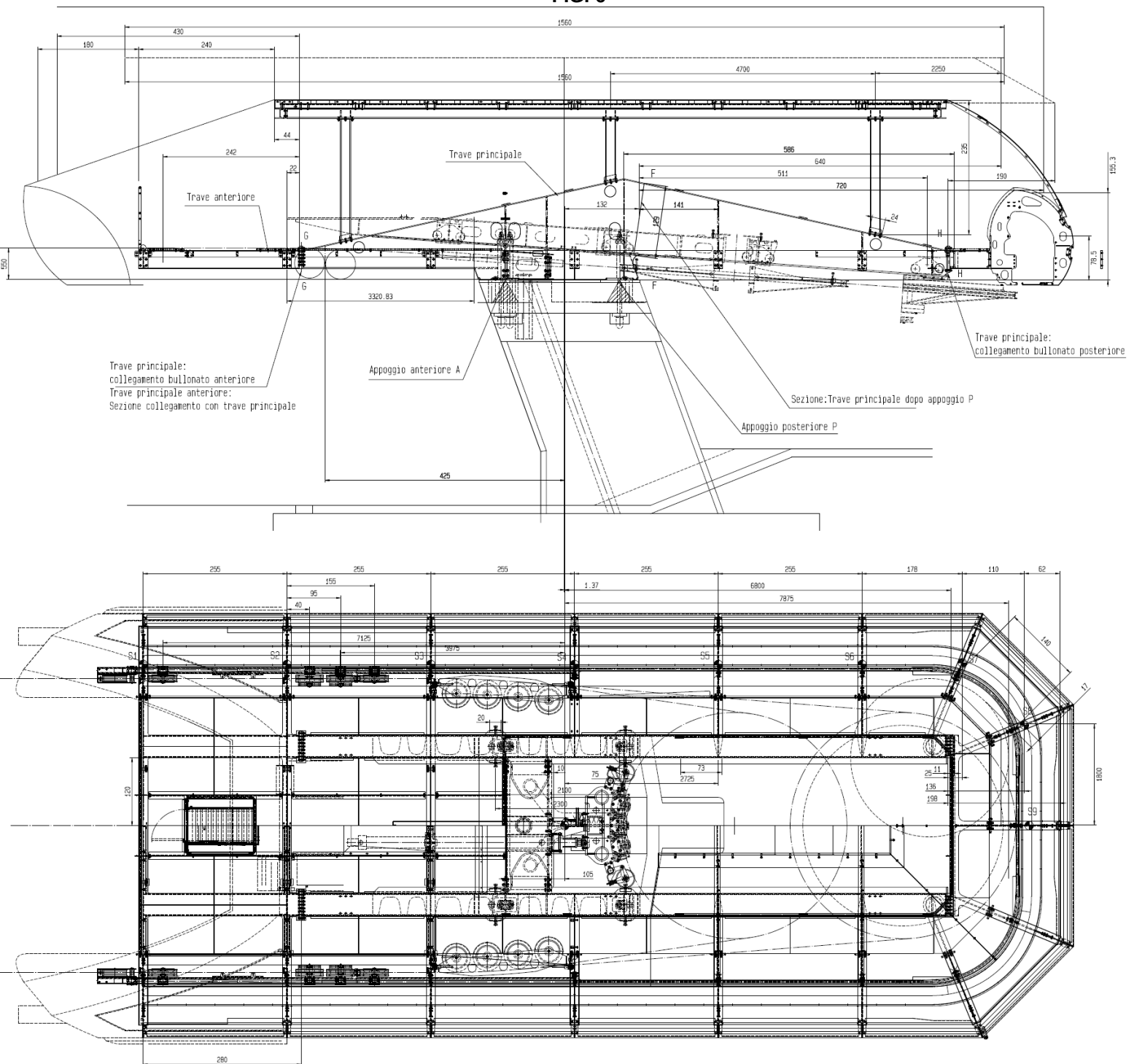
$$N = 4,7 \text{ kN/cm}^2 * 2,45 \text{ cm}^2 = 11,5 \text{ kN}$$

Con un precarico pari a 110 kN ed un coefficiente d'attrito pari a 0,3 si trova:

$$F_{s,Rd} = 110 \text{ kN} * 0,3 / 1,25 = 26,4 \text{ kN}$$

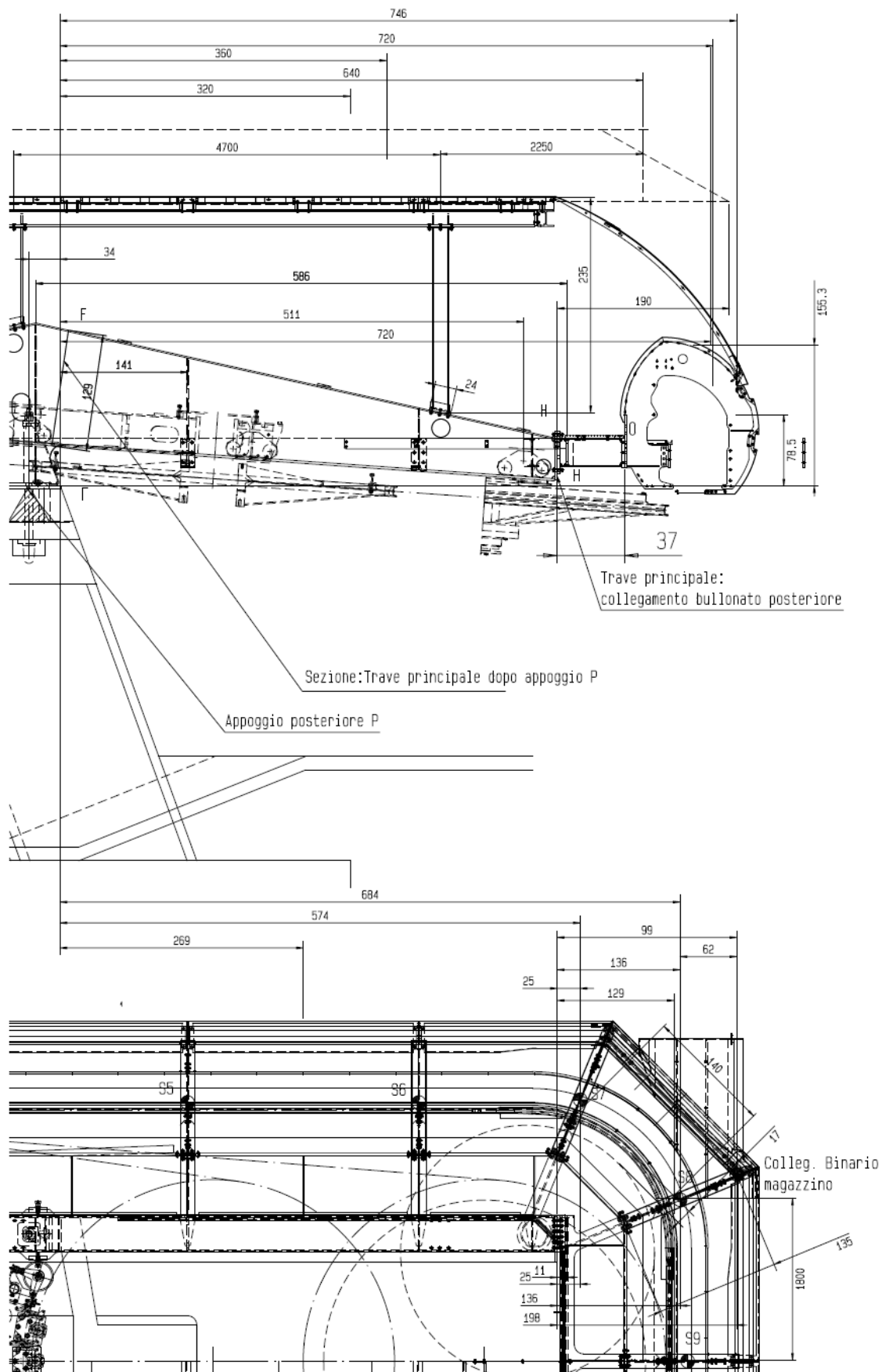
TRAVE PRINCIPALE

Vedi fig. 6

FIG. 6

TRAVE PRINCIPALE – PARTE TRAVE CENTRALE

Fig. 7



Le due travi centrali sono disposte simmetricamente all'asse impianto, e si appoggiano rispettivamente in due punti A e P sulla stele centrale, vedi fig. 6, 11, 20 e 21 (vedi anche "Struttura di forza, elementi e Materiali").

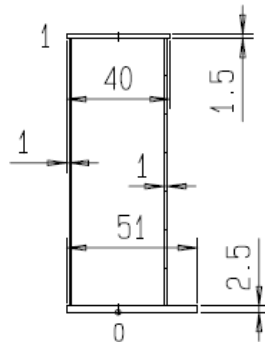
Le sezioni di verifica sono caricate a sbalzo dai carichi esterni alla sezione.

Sez. F-F sezione dopo appoggio P

vedi fig. 6 e 7

La combinazione più gravosa è senz'altro con tetto e argano in esercizio, dato che in questo caso il carico da momento motore ed il carico massimo da neve sono in concomitanza. Unica eccezione è la sezione del collegamento posteriore.

FIG. 8



I dati statici del punto 1 maggiormente sollecitato sono per la sezione tubolare rettangolare saldata in materiale S355J2, indicata in figura 8:

La posizione d'ogni singola lamiera è definita dalla posizione (x0, y0) di uno spigolo rispetto al punto centrale inferiore indicato in fig.8, dall'altezza h, negativa se sotto lo spigolo scelto, e larghezza b, negativa se a sinistra dello spigolo.

A sezione totale =	437,5	cm ²		x0	y0	h	b	Ai	lixo	liyo	Sxo	Syo
Ay a taglio dir. y =	250	cm ²	ala inf.	-20	0	2,5	51	127,5	265,63	31492,5	159,38	701,25
Ax a taglio dir. x =	187,5	cm ²						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
xo baricentro =	1,60	cm	ala sup.	-20	129	-1,5	40	60,0	986895	8000	7695	0,0
yo baricentro =	55,10	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			anima sin.	-19	2,5	125	1	125,0	690885,42	42791,67	8125	2312,5
xo punto verific. =	-20	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
yo punto verific. =	129,00	cm	anima dest.	19	2,5	125	-1	125,0	690885,42	42791,67	8125	2312,5
s(Wt) (cm) / η (Dubbel) =	0,5	0						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wx nel punto verific. =	14434,3	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wy nel punto verific. =	5738,70	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wt (s (Wt)) =	4699,00	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

con tetto e argano a ponte posteriore in esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
st. 5,6 Lz = 141+255/2 Lx=120+26		-24*1,5		-146		-269	-9684	0	5256
staffa 7 Lz = 141+255+178		-8*1,5		0		-574	-6888	0	0,0
st. 8 e 9/2 Lz = 574 + 110		-12*1,5		0		-684	-12312	0	0,0
Trave principale e traverse		-20*1,5		0		-241	-7230	0	0,0
tetto con strutture 2,0 kN/m*6,4m		-		0		-320	-6144	0	0,0
	12,8*1,5								
binario di magazzino		-10*1,5				-746	-11190	0	0,0
P argano in pos. post.		-66*1,5		38		-511	-50589	0	-3762
neve post. 100% 6,4x2,5x 8kN/m ²		-128*1,5				-320	-61440	0	0,0
neve su binario 2,5m ² *6kN/m ²		-15*1,5				-746	-16785	0	0,0
vento 3,3m*7,2m*0,3kN/cm ² *1,2/2			4,3*1,5			-360	0	-2322	0,0
vento su bin. 4m ² *0,3kN/cm ² *1,2/2			0,7*1,5			-746	0	-783,3	0,0
2 veicoli per lato nel giro		-14*1,5				-678	-14238	0	0,0
Sforzo da momento motore / 2			35*1,5			-511	0	-26827,5	0,0

Somma carichi su sezione	0	-464,7	60	-196500	-29932,8	1494
--------------------------	---	--------	----	---------	----------	------

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -13,6 + -5,2 = -18,8 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = \alpha \cdot T_y / A_y = 1,0 \cdot -1,9 = -1,9 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

con tetto e argano sotterraneo in posizione centrale tra gli estremi in esercizio

Si assume una distribuzione dei carichi trasversali come esplicito nel capitolo CARICHI TRASVERSALI.

carichi orizzontali:

Eseguito i calcoli esplicati inizialmente si trova per i seguenti dati geometrici:

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Lx-Ty*Lz	-N*Ly+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
st. 5,6 Lz = 141+255/2 Lx=120+26		-24*1,5		-146		-269	-9684	0	5256
staffa 7 Lz = 141+255+178		-8*1,5		0		-574	-6888	0	0,0
st. 8 e 9/2 Lz = 574 + 110		-12*1,5		0		-684	-12312	0	0,0
Trave principale e traverse		-20*1,5		0		-241	-7230	0	0,0
tetto con strutture 2,0 kN/m*6,4m		-12,8*1,5		0		-320	-6144	0	0,0
binario di magazzino		-10*1,5				-746	-11190	0	0,0
P argano in pos. centrale		-60*1,5		38		-361	-32490	0	-3420
A argano in pos. centrale		-30*1,5		38		-11	-495	0	-1710
neve post. 100% 6,4x2,5x 8kN/m²		-128*1,5				-320	-61440	0	0,0
neve su binario 2,5m² *6kN/m²		-15*1,5				-746	-16785	0	0,0
vento 3,3m*7,2m*0,3kN/cm²*1,2/2			4,3*1,5			-360	0	-2322	0,0
vento su bin. 4m²*0,3kN/cm²*1,2/2			0,7*1,5			-746	0	-783,3	0,0
2 veicoli per lato nel giro		-14*1,5				-678	-14238	0	0,0
Sforzo da momento motore			80*1,5			-361	0	-43320	0,0
trave opposta (v.Carichi Trasv.)			-20*1,0			-557			
Somma carichi su sezione	0	-500,7	107,5				-178896	-35285,3	126

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -12,4 + -6,1 = -18,5 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a \cdot T_y / A_y = 1,0 \cdot -2,0 = -2,0 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

fuori esercizio

Ai carichi in esercizio va sommato un carico trasversale da vento dell'ordine di grandezza di:

$$F_y = 3,4\text{m (altezza)} * 7,2\text{m (lunghezza tetto post.)} * 2,8\text{kN/cm}^2 * 1,2 = 82.2 \text{ kN}$$

D'altro canto non vi sarà il carico da momento motore, di grandezza inferiore (pari a 70 kN) ma con braccio maggiore: la verifica di sicurezza risulta, pertanto, ugualmente rispettata.

Con carichi sismici

con tetto e argano a ponte posteriore in esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
st. 5,6 Lz = 141+255/2 Lx=120+26		-24*1,4	24*0,6	-146		-269	-9038,4	-3873,6	4905,6
staffa 7 Lz = 141+255+178		-8*1,4	8*0,6	0		-574	-6428,8	-2755,2	0,0
st. 8 e 9/2 Lz = 574 + 110		-12*1,4	12*0,6	0		-684	-11491,2	-4924,8	0,0
Trave principale e traverse		-20*1,4	20*0,6	0		-241	-6748	-2892	0,0
tetto con strutture 2,0 kN/m*6,4m		-12,8*1,4	12,8*0,6	0		-320	-5734,4	-2457,6	0,0
binario di magazzino		-10*1,4	10*0,6			-746	-10444	-4476	0,0
P argano in pos. post.		-66*1,4	66*0,6	38		-511	-47216,4	-20235,6	-3511,2
neve post. 100% 6,4x2,5x 8kN/m²		-128*0,28	25,6*0,6			-320	-11468,8	-4915,2	0,0
neve su binario 2,5m² *6kN/m²		-15*0,28	3,0*0,6			-746	-3133,2	-1342,8	0,0
							0	0	0
2 veicoli per lato nel giro		-14*1,4				-678	-13288,8	0	0,0
Sforzo da momento motore / 2			35*1,0			-511	0	-17885	0,0
Somma carichi su sezione	0	- 273,56	143,8				-124992	-65757,8	1394,4

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -8,7 + -11,5 = -20,2 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

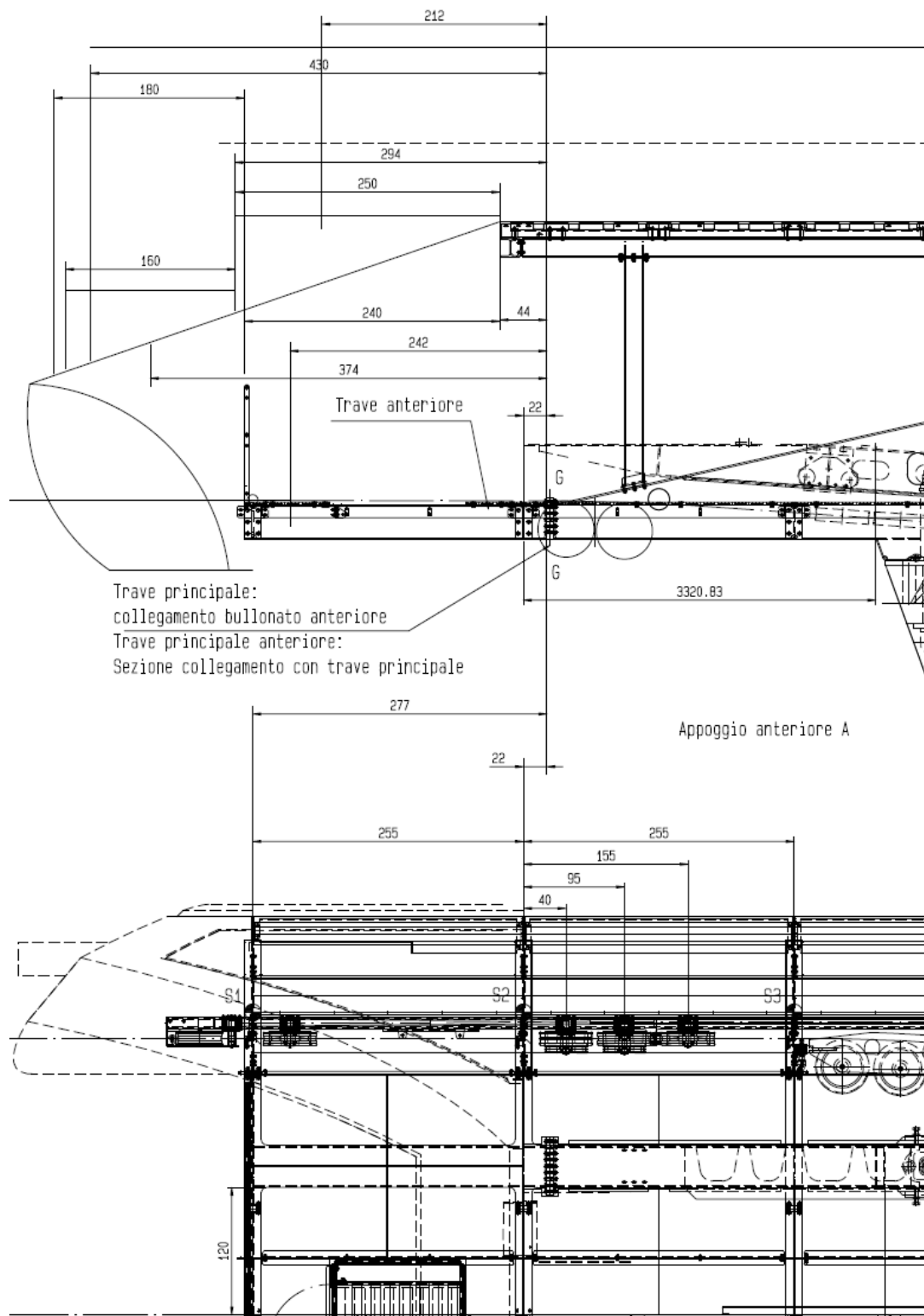
$$\tau_v = a^* T_v / A_y = 1,0 \cdot -1,1 = -1,1 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,5$$

$$\tau_x = a \cdot T_x / A_x = 1,0 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,5$$

È da notare dalle verifiche che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% e carichi trasversali, quale azione sismica orizzontale, pari al 60% dei carichi verticali, garantiscono ampiamente il rispetto dei criteri di resistenza. Si può pertanto asserire che la combinazione sismica non genera incrementi significativi di sollecitazione rispetto alle condizioni di esercizio e di fuori esercizio. Da sottolineare infine che nella combinazione delle componenti sismiche sono stati utilizzati, a favore della sicurezza, coefficienti moltiplicativi pari a 1.

Sez. G-G collegamento bullonato anteriore

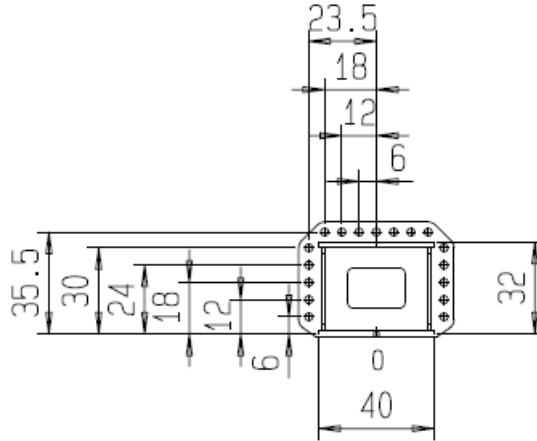
FIG. 9



Il collegamento collega la trave principale anteriore a quella centrale. La trave anteriore è interamente a sbalzo, vedi anche fig. 9.

I carichi principali: La parte anteriore della copertura centrale appoggia sia sulla prima traversa che sulla traversa della struttura del tetto. Le coperture dell'entrata rampa di accelerazione invece si appoggiano totalmente sulla traversa anteriore.

FIG. 10



I dati statici per il collegamento M24 8.8 (quote da o vedi fig. 10) sono:

As per bullone =	3,53	cm ²	ni	yo	lixo	ni	xo	liyo	Sxo	Syo
n bulloni =	17	cm	7	35,5	8821,8	4	23,5	2209	248,5	94
A sezione totale =	60,0	cm ²	2	30	1800	1	18	324	60	18
			2	24	1152	1	12	144	48	12
			2	18	648	1	6	36	36	6
			2	12	288	1	0	0	24	0
			2	6	72	1	-6	36	12	-6
pos. bullone verificato	35,5	23,5	cm							
pos. asse di rotazione	0	0,0	cm							
pos. baricentro (g)	25,2	0,0	cm							
pos.bull. da assi rot.(a)	35,5	23,5	cm							
pos. bull. da baric.(g)	10,3	23,5	cm ³							
Iay / Iax =	19153,8	45119,8	cm ³							
It = Igx + Igy =	26164,8	cm ³								

In esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 1		-12*1,5				277	4986	0	0,0
staffa 2		-15*1,5				22	495	0	0,0
Trave principale e traverse		-5*1,5				137	1027,5	0	0,0
ped.centrali 3mx1,2mx0,5kN/m ²		-1,8*1,5				137	369,9	0	0,0
Tetto 2,0 kN/m*2,5 / 2 Lz=47+250		-2,5*1,5				294	1102,5	0	0,0
neve su tetto 8 kN/m*2,5*2,5 / 2		-25*1,5				294	11025	0	0,0
neve su cop. entrata 6 kN/m*1,6*0,6		-5,8*1,5				374	3253,8	0	0,0
vento 3,3m*4,3m*0,3kN/m ² *1,2/2/2			-1,3*1,5			212	0	-413,4	0,0
carico su rulli entrata max		-12*1,5				242	4356	0	0,0
carico di dev. fune 30 kN * 160 / 255		-19*1,5				22	627	0	0,0
Somma carichi su sezione	0	-147,2	-2				27242,7	-413,4	0,0

$$\sigma = N/A + Mx*ya/Iax - My*xa/Iay = 0,0 + 21,4 - -0,5 = 21,9 \text{ KN/cm}^2 < 57,6$$

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*xg/It)^2 + (Tx/A + Mt*yg/It)^2} = \sqrt{(2,5 + 0,0)^2 + (0,0 + 0,0)^2} = 2,5 \text{ KN/cm}^2 < 32$$

$$\sigma/1.4\sigma_t, Rd + \tau/\tau_v, Rd = 0,27 + 0,08 = 0,35 < 1$$

fuori esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly

staffa 1	-12*1,5	277	4986	0	0,0	
staffa 2	-15*1,5	19	427,5	0	0,0	
Trave principale e traverse	-5*1,5	137	1027,5	0	0,0	
Ped.Centrali 3mx1,2mx0,5kN/m²	-1,8*1,5	137				
Tetto 2,0 Kn/m*2,5 / 2 Lz=47+250	-2,5*1,5	294	1102,5	0	0,0	
carico su rulli entrata	-2*1,5	242	726	0	0,0	
carico di dev. fune 30 kN * 160 / 255	-19*1,5	19	541,5	0	0,0	
Neve su tetto 8 kN/m*2,5*2,5 /2	-25*1,5	294	11025	0	0,0	
Neve su cop. entrata 8 kN/m*1,6*0,6	-7,7*1,5	374	4319,7	0	0,0	
Vento 3,3m*4,3m*2,8kN/m²*1,2/2/2	-11,9*1,5	212	0	-3784,2	0,0	
Somma carichi su sezione	0	-135	-17,9	24525,6	-3784,2	0,0

$$\sigma = N/A + M_x \cdot y_a / I_{ax} - M_y \cdot x_a / I_{ay} = 0,0 + 19,3 - -4,6 = 23,9 \text{ KN/cm}^2 < 57,6$$

$$\tau = \sqrt{(T_y/A + M_t \cdot x_g / I_t)^2 + (T_x/A + M_t \cdot y_g / I_t)^2} = \sqrt{(2,3 + 0,0)^2 + (0,3 + 0,0)^2} = 2,3 \text{ KN/cm}^2 < 32$$

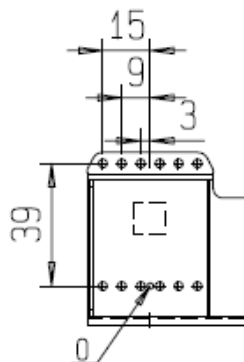
$$\sigma / 1.4 \sigma_{t,Rd} + \tau / \tau_{v,Rd} = 0,30 + 0,07 = 0,37 < 1$$

Con carichi sismici

È da notare dalle verifiche che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce ampiamente i criteri di resistenza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore di una quota parte del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante.

Sez. H-H collegamento bullonato posteriore

FIG. 11



I dati statici del collegamento M24 8.8, (quote da o vedi fig. 11) sono:

As per bullone =	3,53	cm²	ni	yo	lixo	ni	xo	liyo	Sxo	Syo
n bulloni =	12	cm	6	39	9126	2	15	450	234	30
A sezione totale =	42,4	cm²	6	0	0	2	9	162	0	18
					0	2	3	18	0	6
					0	2	-3	18	0	-6
pos. bullone verificato	39	15	cm		0	2	-9	162	0	-18
pos. asse di rotazione	0	0,0	cm		0	2	-15	450	0	-30
pos. baricentro (g)	19,5	0,0	cm		0			0	0	0
pos. bull. da assi rot.(a)	39,0	15,0	cm		0			0	0	0
pos. bull. da baric.(g)	19,5	15,0	cm³		0			0	0	0
Iay / Iax =	4447,8	32214,8	cm³		0			0	0	0
It = Igx + Igy =	20555,2	cm³			0			0	0	0

In esercizio con copertura locale

Per le leve vedi fig.7:

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 7 Lz = 141+255+178		-8*1,5		0		-25	-300	0	0,0
st. 8 e 9/2 Lz = 574 + 110		-12*1,5		0		-136	-2448	0	0,0
2 veicoli per lato nel giro		-14*1,5				-129	-2709	0	0,0
mom. m. da traversa trave opposta			-35*1,5			-10	0	525	0,0
binario di magazzino		-10*1,5				-198	-2970	0	0,0
neve su staffa 7		-3,5*1,5		0		-25	-131,3	0	0,0
neve st. 8 e 9/2		-5,3*1,5		0		-136	-1081,2	0	0,0
neve su binario 2,5m² *6kN/m²		-15*1,5				-198	-4455	0	0,0
vento 3,3m*1,9m*0,3kN/cm²*1,2/2/2			-0,6*1,5			-95	0	85,5	0,0
vento su bin. 4m²*0,3kN/cm²*1,2/2			-0,7*1,5			-198	0	207,9	0,0
Somma carichi su sezione	0	-101,7	-54,5				-14094,5	818,4	0,0

$$\sigma = N/A + Mx*ya/lax - My*xa/lay = 0,0 + -17,1 - 2,8 = -19,9 \text{ KN/cm}^2 < 57,6$$

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*xg/It)^2 + (Tx/A + Mt*yg/It)^2} = \sqrt{(2,4 + 0,0)^2 + (1,3 + 0,0)^2} = 2,7 \text{ KN/cm}^2 < 32$$

$$\sigma/1.4x\sigma_{t,Rd} + \tau/\tau_{v,Rd} = -0,25 + 0,08 = 0,33 < 1$$

fuori esercizio con copertura locale

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 7 Lz = 141+255+178		-8*1,5		0		-25	-300	0	0,0
st. 8 e 9/2 Lz = 574 + 110		-12*1,5		0		-136	-2448	0	0,0
veicoli immagazzinati 1,8 m * 5,9		-10,6*1,5				-129	-2051,1	0	0,0
binario di magazzino		-10*1,5				-198	-2970	0	0,0
neve su staffa sette		-14*1,5		0		-25	-525	0	0,0
neve st. 8 e 9/2		-21*1,5		0		-136	-4284	0	0,0
neve su binario 2,5m² *8kN/m²		-20*1,5				-198	-5940	0	0,0
vento 3,3m*1,9m*2,8kN/m²*1,2/2/2			-5,3*1,5			-95	0	755,3	0,0
vento su bin. 4m²*2,8kN/m²*1,2/2			-6,7*1,5			-198	0	1989,9	0,0
Somma carichi su sezione	0	-143,4	-18				-18518,1	2745,2	0,0

$$\sigma = N/A + Mx*ya/lax - My*xa/lay = 0,0 + -22,4 - 9,3 = -31,7 \text{ KN/cm}^2 < 57,6$$

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*xg/It)^2 + (Tx/A + Mt*yg/It)^2} = \sqrt{(3,4 + 0,0)^2 + (0,4 + 0,0)^2} = 3,4 \text{ KN/cm}^2 < 32$$

$$\sigma/1.4x\sigma_{t,Rd} + \tau/\tau_{v,Rd} = -0,39 + 0,11 = 0,50 < 1$$

durante fasi magazzino

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 7 Lz = 141+255+178		-8*1,5		0		-25	-300	0	0,0
st. 8 e 9/2 Lz = 574 + 110		-12*1,5		0		-136	-2448	0	0,0
veicoli su binario di magazzino		-20*1,5				-198	-5940	0	0,0
binario di magazzino		-10*1,5				-198	-2970	0	0,0
neve su staffa 7		-3,5*1,5		0		-25	-131,3	0	0,0
neve st. 8 e 9/2		-5,3*1,5		0		-136	-1081,2	0	0,0
neve su binario 2,5m² *6kN/m²		-15*1,5				-198	-4455	0	0,0
vento 3,3m*1,9m*0,3kN/m²*1,2/2/2			-0,6*1,5			-95	0	85,5	0,0
vento su bin. 4m²*0,3kN/m²*1,2/2			-0,7*1,5			-198	0	207,9	0,0
Somma carichi su sezione	0	-110,7	-2				-17325,5	293,4	0,0

$$\sigma = N/A + Mx*ya/lax - My*xa/lay = 0,0 + -21,0 - 1,0 = -22,0 \text{ KN/cm}^2 < 57,6$$

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*xg/It)^2 + (Tx/A + Mt*yg/It)^2} = \sqrt{(2,6 + 0,0)^2 + (0,0 + 0,0)^2} = 2,6 \text{ KN/cm}^2 < 40,7$$

$$\sigma/1.4x\sigma_{t,Rd} + \tau/\tau_{v,Rd} = -0,27 + 0,06 = 0,33 < 1$$

con carichi sismici

È da notare dalle verifiche che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce i criteri di resistenza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore di una

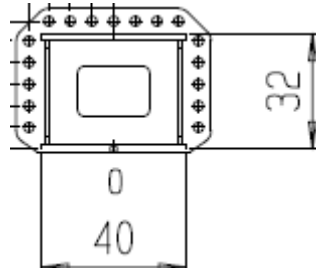
quota parte del carico verticale 8azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante.

TRAVE PRINCIPALE - PARTE ANTERIORE

Sez. G-G Sezione base

I carichi sono gli stessi del collegamento bullonato anteriore trave principale.

FIG. 12



I dati statici della sezione del tubolare quadro saldato in materiale S355J2 sono (vedi fig. 12):

A = 140,0	cm ²	altezza h	32	cm
Ay = 60,0	cm ²	larghezza b	40	cm
Wx = 1497,7	cm ³	spessore ala t	1,0	cm
Wy = 1560,3	cm ³	spessore anima s	1,0	Cm
Wt = 1147,0	cm ³	rientro r	1	cm
		sezione minima a	0,5	cm

In esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 1		-12*1,5				277	4986	0	0,0
staffa 2		-15*1,5				19	427,5	0	0,0
Trave principale e traverse		-5*1,5				137	1027,5	0	0,0
ped.centrali 3mx1,2mx0,5kN/m ²		-1,8*1,5				137	369,9	0	0,0
Tetto 2,0 kN/m*2,5 / 2 Lz=47+250		-2,5*1,5				294	1102,5	0	0,0
neve su tetto 8 kN/m*2,5*2,5 / 2		-25*1,5				294	11025	0	0,0
neve su cop. entrata 6 kN/m*1,6*0,6		-5,8*1,5				374	3253,8	0	0,0
vento 3,3m*4,3m*0,3kN/m ² *1,2/2/2			1,3*1,5			212	0	413,4	0,0
carico max. su 2. rullo		-12*1,5				207	3726	0	0,0
carico di dev. fune 30 kN * 160 / 255		-19*1,5				22	627	0	0,0
Somma carichi su sezione	0	-147,2	2				26545,2	413,4	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + 17,7 + 0,3 = 18,0 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = c \cdot Ty / Ay = 1,1 \cdot -2,5 = -2,8 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

fuori esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 1		-12*1,5				277	4986	0	0,0
staffa 2		-15*1,5				19	427,5	0	0,0
Trave principale e traverse		-5*1,5				137	1027,5	0	0,0
Ped.Centrali 3mx1,2mx0,5kN/m ²		-1,8*1,5				137	369,9	0	0,0
Tetto 2,0 Kn/m*2,5 / 2 Lz=47+250		-2,5*1,5				294	1102,5	0	0,0
carico su 2. rullo		-2*1,5				207	621	0	0,0
carico di dev. fune 30 kN * 160 / 255		-19*1,5				22	627	0	0,0
Neve su tetto 8 kN/m*2,5*2,5 / 2		-25*1,5				294	11025	0	0,0
Neve su cop. entrata 8 kN/m*1,6*0,6		-7,7*1,5				374	4319,7	0	0,0
Vento 3,3m*4,3m*2,4kN/m ² *1,2/2/2			11,9*1,5			212	0	3784,2	0,0

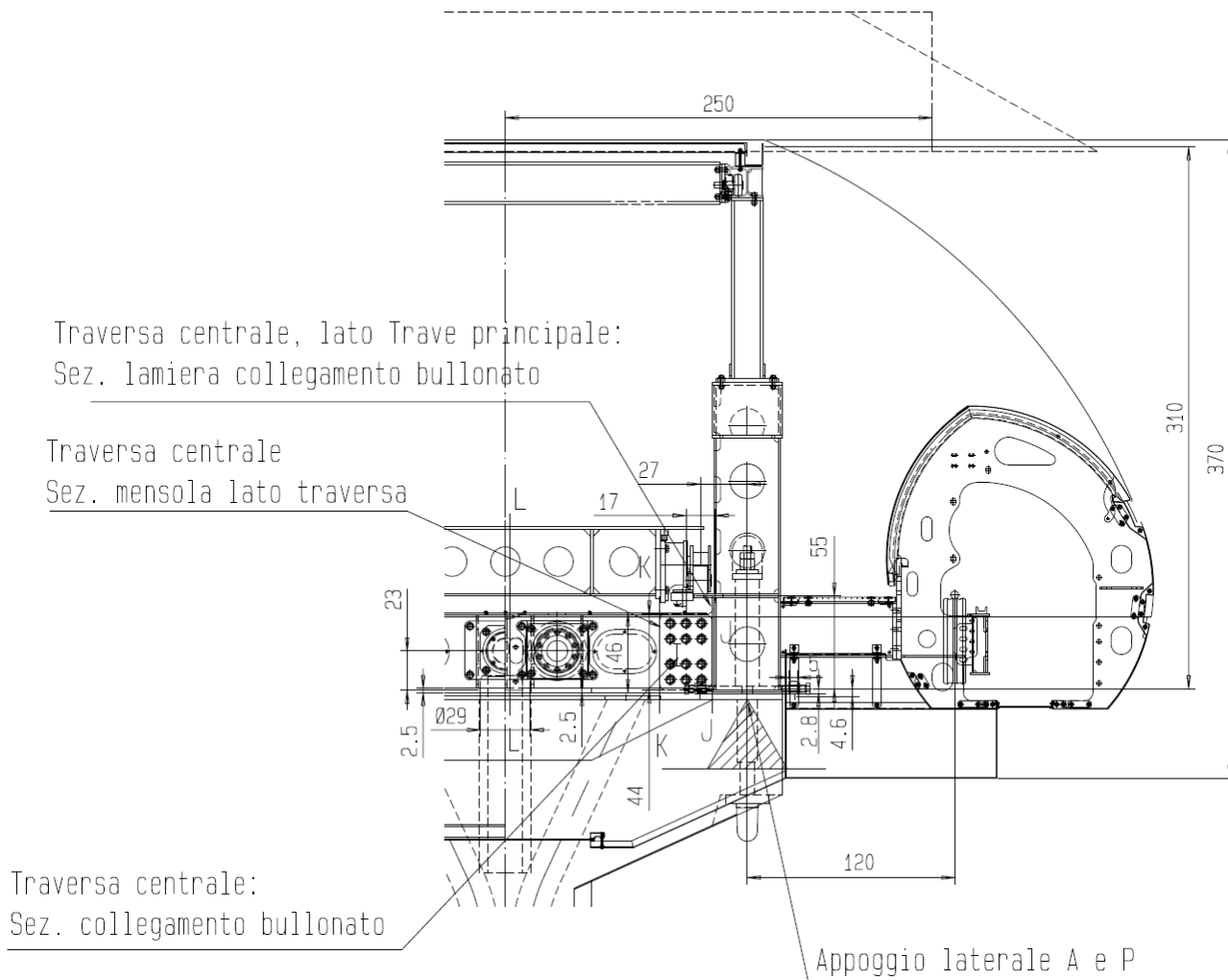
Somma carichi su sezione	0	-135	17,9		24506,1	3784,2	0,0	
$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y =$	0,0	+	16,4	+	2,4	=	18,8	KN/cm ² < 33,8
$\tau_y = c \cdot T_y/A_y =$	1,1	*	-2,3	=	-2,5	KN/cm ² < $\sigma_{adm}/\sqrt{3} =$	19,7	

con carichi sismici

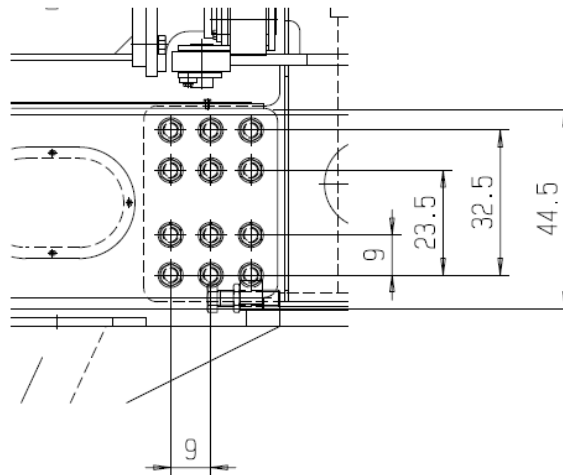
È da notare dalle verifiche che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce i criteri di sicurezza. Inoltre nella condizione di f.e. è stato considerato un carico trasversale da vento maggiore di una quota parte del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante.

TRAVERSA CENTRALE

Vedi fig. 13, dis. 20044895E001401

FIG. 13

La traversa centrale deve mantenere la trave principale in posizione verticale, assunta basculante intorno agli appoggi A e P. Da cui laddove le staffe laterali non hanno connessione trasversale reciproca attraverso le traverse minori, verrà assunto il carico sbilanciato sulla trave. Inoltre il collegamento deve scaricare lo sforzo a torsione sulla traversa indotto dal disassamento verticale tra appoggio carrello – ritenzione su tubo immerso nel c.a.

Sez. I-I Collegamento bullonato alle travi principali**FIG. 14**

I dati statici per il minore dei due collegamenti M30 8.8, (quote dal bullone inferiore centrale vedi fig. 14) sono:

As per bullone =	5,61	cm ²	ni	yo	lixo	ni	xo	liyo	Sxo	Syo
n bulloni =	12	cm	3	32,5	3168,8	3	9	243	97,5	27
A sezione totale =	67,3	cm ²	3	23,5	1656,8	3	0	0	70,5	0
			3	9	243	3	-9	243	27	-27
			3	0	0			0	0	0
Pos. bullone verificato	y	x								
	32,5	9								
pos.asse di rotazione	16,3	0,0								
pos. baricentro (g)	16,3	0,0								
pos.bull. da assi rot.(a)	16,2	9,0								
pos. bull. da baric.(g)	16,2	9,0								
Iay / Iax =	2726,5	10548,6								
It = Igx + Igy =	13275,1	cm ³								

Essendo due collegamenti in parallelo si considera sempre la metà dei carichi per collegamento

In esercizio, carichi rovescianti massimi verso l'esterno

Le leve delle staffe da fune sono definiti nel capitolo "Geometria, materiali e pesi"

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 4 /2 Lx = 120+25		-7,5*1,5		-145			0,0	0	1631,3
staffa 5, 6 /2		-12*1,5		-146			0,0	0	2628
P argano sott. in pos. ant. /2		-30*1,0		27			0,0	0	-810
A argano sott. in pos. ant. /2		-15*1,0		27			0,0	0	-405
Carico trasv. da carrello anteriore /2			-35*1,5		55		0	0,0	2887,5
neve staffa 4,5, 6 /2 Lx =120-35		-15*1,5		-85			0,0	0	1912,5
2 veicoli su due staffe /2		-10*1,5		-120			0,0	0	1800
Annullamento taglio		111,8	52,5				0,0	0,0	0,0
coppia sforzi da tiro fune per lato: 700 * 23 / 73 / 2		110,3*1,5					0,0	0	0,0
Mom. di trasp. somma carico norm.	0			0,0	-16,3		0,0	0,0	0,0
Somma carichi su sezione	0	165,5	0,0				0,0	0,0	9644,3

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt \cdot xg/It)^2 + (Tx/A + Mt \cdot yg/It)^2} = \sqrt{(2,5 + 6,5)^2 + (0,0 + 11,8)^2} = 14,8 \text{ KN/cm}^2 < 32,0$$

In esercizio, carichi rovescianti massimi verso l'interno

non rilevante

Fuori esercizio con copertura locale

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 4 /	-7,5*1,5			-145			0,0	0	1631,3
staffa 5, 6 /2	-12*1,5			-146			0,0	0	2628
P slitta pos. ant. /2	-19*1,0			27			0,0	0	-513
A slitta in pos. ant. /2	-11*1,0			27			0,0	0	-297
neve staffa e trave 4 , 5, 6 /2	-60*1,5			-85			0,0	0	7650
veic. magaz lat. 5,9kN/m*6,8m /2	-20,1*1,5			-120			0,0	0	3618
Annullamento taglio	179,4		0				0,0	0	0,0
coppia sforzi da tiro fune per lato: 700 * 23 / 73 / 2	110,3*1,5						0,0	0	0,0
Mom. di trasp. somma carico norm.	0			0,0	-16,3		0,0	0,0	0,0
Somma carichi su sezione	0	165,5	0				0,0	0,0	14717,3

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*xg/It)^2 + (Tx/A + Mt*yg/It)^2} = \sqrt{(2,5 + 10,0)^2 + (0,0 + 18,0)^2} = 21,9 \text{ KN/cm}^2 < 32,0$$

Fuori esercizio con copertura completa

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 4 /2	-7,5*1,5			-145			0,0	0	1631,3
staffa 5, 6 /2	-12*1,5			-146			0,0	0	2628
P slitta pos. ant. /2	-19*1,0			27			0,0	0	-513
A slitta in pos. ant. /2	-11*1,0			27			0,0	0	-297
vento su staffa 4,5,6 3,3m*2,55m*3*2,8kN/m ² *1,2/2 /2			-21,2*1,5		310		0	0,0	9858
veic. magaz lat. 5.9kN/m*6,8m /2	-20,1*1,5			-120			0,0	0	3618
Annullamento taglio	89,4		31,8				0,0	0,0	0,0
coppia sforzi da tiro fune per lato: 700 * 23 / 73 / 2	110,3*1,5						0,0	0	0,0
Mom. di trasp. somma carico norm.	0			0,0	-16,3		0,0	0,0	0,0
Somma carichi su sezione	0	165,5	0,0				0,0	0,0	16925,3

$$\tau = \sqrt{(Ty/A + Mt*xg/It)^2 + (Tx/A + Mt*yg/It)^2} = \sqrt{(2,5 + 11,5)^2 + (0,0 + 20,7)^2} = 25,0 \text{ KN/cm}^2 < 32,0$$

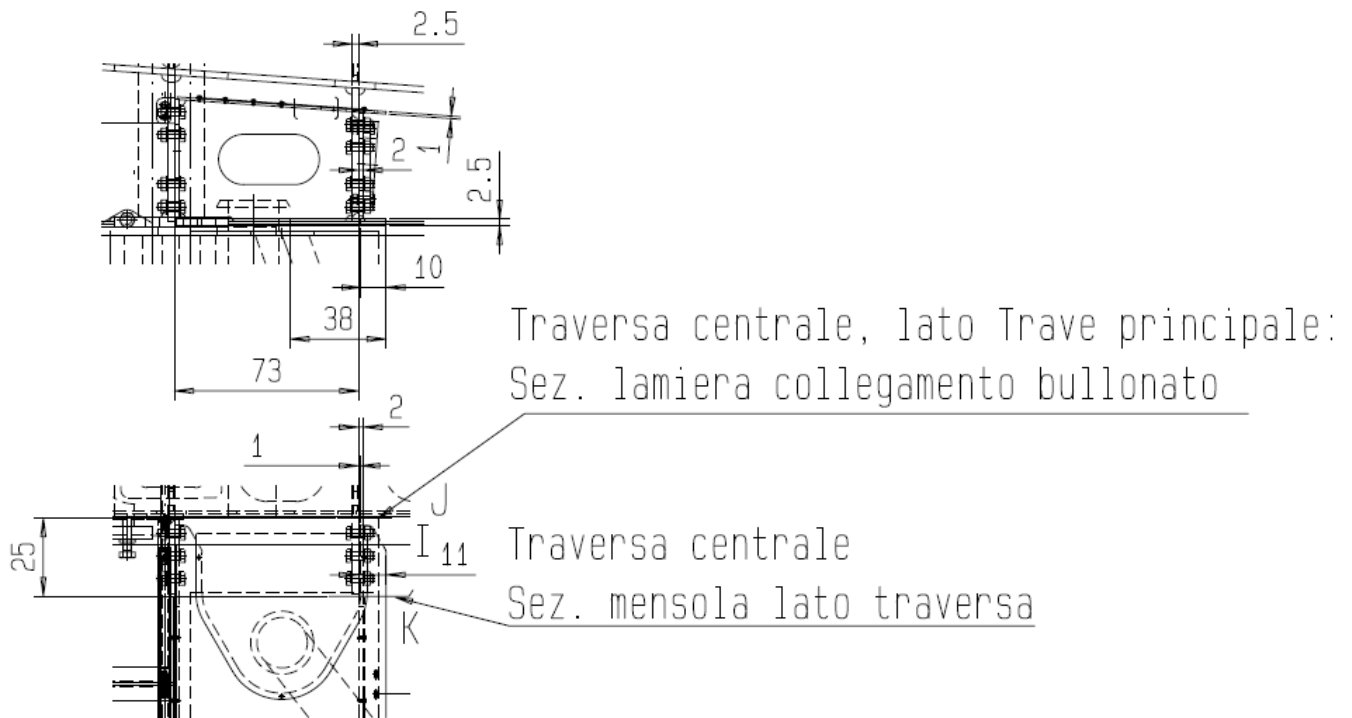
con carichi sismici

È da notare dalle verifiche che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% garantisce i criteri di resistenza. Inoltre nella condizione di f.e. con tetto è stato considerato un carico trasversale da vento pari a una quota parte del carico verticale (azione sisma orizzontale). Dato che il baricentro dei pesi è molto simile a quello da vento, si può dedurre che anche le accelerazioni trasversali non hanno influenza rilevante. Si ritiene, pertanto, di poter omettere ogni ulteriore verifica.

Sez. J-J Lamiera collegamento lato trave principale

I carichi sollecitanti sono gli stessi del collegamento bullonato. Unicamente sulla coppia di sforzi si aggiunge una leva. Vedi anche fig. 13 e 15.

FIG. 15



I dati statici della sezione del profilo quadro in materiale S355J2 sono:

A =	111,3	cm ²	altezza	44,5	cm
Ay =	111,3	cm ²	larghezza	2,5	cm
Wx =	825,1	cm ³			
Wy =	46,4	cm ³			
Wt =	92,6	cm ³			
b =	0,745				

In esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir. asse y	dir. asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 4 /2		-7,5*1,5				-145	-1631,3	0	0,0
staffa 5, 6 /2		-12*1,5				-146	-2628	0	0,0
P argano sott. in pos. ant. /2		-30*1,0				27	810	0	0,0
A argano sott. in pos. ant. /2		-15*1,0				27	405	0	0,0
Carico trasv. da carrello anter. /2	-35*1,5				55		-2887,5	0,0	0
neve staffa e trave 4 , 5, 6 /2		-15*1,5				-85	-1912,5	0	0,0
2 veicoli su due staffe /2		-10*1,5				-120	-1800	0	0,0
Annullamento taglio	52,5	111,8	0				0,0	0,0	0,0
coppia sforzi da tiro fune per lato: 700 * 23 / 73 / 2		110,3*1,5				12	-1985,4	0	0,0
Somma carichi su sezione	0,0	165,5	0				-11629,7	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + \frac{-14,1}{1,5} + \frac{0,0}{1,5} = -14,1 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau = a \cdot Ty/At + Mt/Wt = 1,5 * \frac{1,5}{1,5} + \frac{0,0}{1,5} = 2,3 \text{ KN/cm}^2 < 19,7$$

Fuori esercizio con copertura completa

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir. asse y	dir. asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 4 /2		-7,5*1,5				-145	-1631,3	0	0,0
staffa 5, 6 /2		-12*1,5				-146	-2628	0	0,0
P slitta pos. ant. /2		-19*1,0				27	513	0	0,0
A slitta in pos. ant. /2		-11*1,0				27	297	0	0,0
vento su staffa	4,5,6	-21,2*1,5			310		-9858	0,0	0

3,3m*2,55m*3*2,8kN/m²*1,2/2 /2

veic. magazz lat. 5.9kN/m*6,8m /2

		-20,1*1,5		-120	-3618	0	0,0
Annullamento taglio	31,8	89,4	0		0,0	0,0	0,0
coppia sforzi da tiro fune per lato:		110,3*1,		12	-1985,4	0	0,0
700 * 23 / 73 / 2		5					

Somma carichi su sezione	0,0	165,5	0		-18910,7	0,0	0,0
---------------------------------	------------	--------------	----------	--	-----------------	------------	------------

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -22,9 + 0,0 = -22,9 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau = a \cdot T_y / A_t + M_t / W_t = 1,5 * 1,5 + 0,0 = 2,3 \text{ KN/cm}^2 < 19,7$$

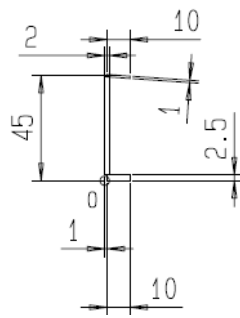
con carichi sismici

Vale quanto detto per il collegamento stesso

Sez. K-K mensole lato traversa

I carichi sollecitanti sono ancora gli stessi del collegamento bullonato, unicamente sulla coppia di sforzi si aggiunge una leva pari a 25cm. Vedi anche fig. 15 e 16.

FIG. 16



I **dati statici** del punto maggiormente sollecitato sono per la sezione tubolare rettangolare saldata in materiale S355J2, indicata in figura 16:

La posizione di ogni singola lamiera è definita dalla posizione (x_o , y_o) di uno spigolo rispetto al punto o indicato in fig.16, dall'altezza h , negativa se sotto lo spigolo scelto, e larghezza b , negativa se a sinistra dello spigolo.

A sezione totale =	116,5	cm ²		x_o	y_o	h	b	A_i	I_{x0}	I_{y0}	S_{x0}	S_{y0}
Ay a taglio dir. y =	85	cm ²	ala sup.	1	45	1	9	9,0	18633	333	409,5	49,5
Ax a taglio dir. x =	31,5	cm ²	ala inf.	1	0	2,5	9	22,5	46,88	832,5	28,13	123,75
x_o baricentro =	2,22	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
y_o baricentro =	21,08	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			anima sin.	0	2,5	42,5	2	85,0	60739,5	113,33	2018,7	85
								0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
x_o punto verific. =	10,00	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
y_o punto verific. =	46,00	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$s(W_t)$ (cm) / η (Dubbel) =	2,5	1						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
W_x nel punto verific. =	1109,58	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
W_y nel punto verific. =	90,57	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
W_t (s (W_t)) =	65,28	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

In esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 4 /2		-7,5*1,5				-145	-1631,3	0	0,0
staffa 5, 6 /2		-12*1,5				-146	-2628	0	0,0
P argano sott. in pos. ant. /2		-30*1,0				27	810	0	0,0
A argano sott. in pos. ant. /2		-15*1,0				27	405	0	0,0
Carico trasv. da carrello anter. /2	-35*1,5				55		-2887,5	0,0	0
neve staffa e trave 4 , 5, 6 /2		-15*1,5				-85	-1912,5	0	0,0
2 veicoli su due staffe /2		-10*1,5				-120	-1800	0	0,0
Annullamento taglio	52,5	111,8	0				0,0	0,0	0,0
coppia sforzi da tiro fune per lato: 700 * 23 / 73 / 2		110,3*1,5				25	-4136,3	0	0,0
Somma carichi su sezione	0,0	165,5	0				-13780,6	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -12,4 + 0,0 = -12,4 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a \cdot T_y / A_y = 1,0 * 1,9 = 1,9 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

fuori esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 4 /2		-7,5*1,5				-145	-1631,3	0	0,0
staffa 5, 6 /2		-12*1,5				-146	-2628	0	0,0
							0	0	0
P slitta pos. ant. /2		-19*1,0				27	513	0	0,0
A slitta in pos. ant. /2		-11*1,0				27	297	0	0,0
vento su staffa 4,5,6	-21,2*1,5				310		-9858	0,0	0
3,3m*2,55m*3*2,8kN/m ² *1,2/2 /2									
veic. magazz lat. 5.9kN/m*6,8m /2	-20,1*1,5					-120	-3618	0	0,0

Annullamento taglio	31,8	89,4	0		0,0	0,0	0,0
coppia sforzi da tiro fune per lato: 700 * 23 / 73 / 2		110,3*1, 5		25	-4136,3	0	0,0
Somma carichi su sezione	0,0	165,5	0		-21061,6	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -19,0 + 0,0 = -19,0 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

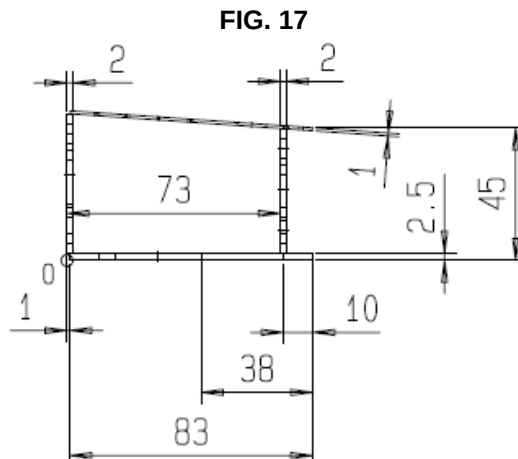
$$\tau_y = a \cdot T_y / A_y = 1,0 * 1,9 = 1,9 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

con carichi sismici

Vale quanto detto per il collegamento stesso

Sez. L-L traversa sezione centrale

I carichi sollecitanti sono ancora gli stessi del collegamento bullonato, unicamente la coppia di sforzi viene sostituita da torsione. Vedi anche fig. 15 e 17.



A sezione totale =	460,5	cm ²		xo	yo	h	b	Ai	lixo	liyo	Sxo	Syo
Ay a taglio dir. y =	170	cm ²	ala inf. b=73+10	1	0	2,5	83	207,5	432,29	493919, 17	259,38	8818,7 5
Ax a taglio dir. x =	290,5	cm ²						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
xo baricentro =	40,65	cm	ala sup.	1	45	1	83	83,0	171837, 67	197567, 67	3776,5	3527,5
yo baricentro =	17,53	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			anima sin.	0	2,5	42, 5	2	85,0	60739,5 8	113,33	2018,7 5	85
								0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
xo punto verific. =	84,00	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
yo punto verific. =	46,00	cm	anima dest.	73	2,5	42, 5	2	85,0	60739,5 8	465488, 33	2018,7 5	6290
								0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
s(Wt) (cm) / η (Dubbel) =	0,5	0						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wx nel punto verific. =	5347,28	cm ³	altro					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wy nel punto verific. =	9138,36	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wt (s (Wt)) =	3230,25	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

In esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN)	Ty (kN)	Tx (kN)	Lx (cm)	Ly (cm)	Lz (cm)	Mx (kNcm)	My (kNcm)	Mt (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse y	dir.asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
staffa 4 /2		-7,5*1,5				-145	-1631,3	0	0,0
staffa 5, 6 /2		-12*1,5				-146	-2628	0	0,0
P argano sott. in pos. ant. /2		-30*1,0				27	810	0	0,0
A argano sott. in pos. ant. /2		-15*1,0				27	405	0	0,0
Carico trasv. da carrello anter. /2	-35*1,5				55		-2887,5	0,0	0
neve staffa e trave 4 , 5, 6 /2		-15*1,5				-85	-1912,5	0	0,0
2 veicoli su due staffe /2		-10*1,5				-120	-1800	0	0,0
coppia sforzi da tiro fune per lato: 700 / 2			350*1,5		23		0	0,0	-12075
Annullamento taglio	52,5	111,8	-525						

Somma carichi su sezione	0,0	0,0	0,0		-9644,3	0,0	-12075
$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y =$	0,0	+	-1,8	+	0,0	=	-1,8 KN/cm ² < 33,8
$\tau_y = a \cdot T_y / A_y =$	1,0	*	0,0	=	0,0	KN/cm ² < $\sigma_{adm} / \sqrt{3} =$	19,7
$\tau_x = a \cdot T_x / A_x =$	1,0	*	0,0	=	0,0	KN/cm ² < $\sigma_{adm} / \sqrt{3} =$	19,7
$\tau_t = s/t \cdot M_t / W_t =$	1,0	*	-3,7	=	-3,7	KN/cm ² < $\sigma_{adm} / \sqrt{3} =$	19,7

fuori esercizio

non rilevante

con carichi sismici

non rilevante

Traversa, battuta con tubo immerso

Pressione specifica:

$$\sigma = \gamma N/d/s = 1.5 \times 700 \text{ kN} / 29 / 2,5 = 14.5 \text{ kN/cm}^2 < 33.8 \times 1,35$$

Sez. minima occhio (sec. UNI 10011)

$$\sigma = \gamma N/a/s = 1.5 \times 700 \text{ kN} / 38 / 2,5 = 11.1 \text{ kN/cm}^2 < 33.8$$

PUNTONE D'ATTACCO

Nel caso di slitta portapuleggia fissa, invece dei cilindri di tensionamento, sarà inserito un puntone collegato ai terminali rispettivamente della traversa ed della piastra frontale del carrello e sollecitato unicamente a compressione. Esso è realizzato mediante un tubo di dimensioni $\varnothing 219 / 195$ mm in acciaio S355J2.

Sezione del tubo: $F = \pi (\varnothing e^2 - \varnothing i^2) / 4 = 3.14 (21.9^2 - 19.5^2) / 4 = 78 \text{ cm}^2$

Raggio d'inerzia: $i = 7.318 \text{ cm}$

Lunghezza libera d'inflessione: $L = 144.6 \text{ cm}$

Snellezza: $\lambda = L / i = 144.6 / 7.318 = 19.76$

da cui: $\omega = 1.01$ (v. UNI 10011 Prospetto 7-IV a)

Sollecitazione massima

$$\sigma = \gamma R \omega / F = 1.5 \times 700.00 \times 1.01 / 78 = 13.6 \text{ kN/cm}^2 < 33.8$$

ELEMENTI DI FISSAGGIO ALLA STELE

BATTUTE TRASVERSALI

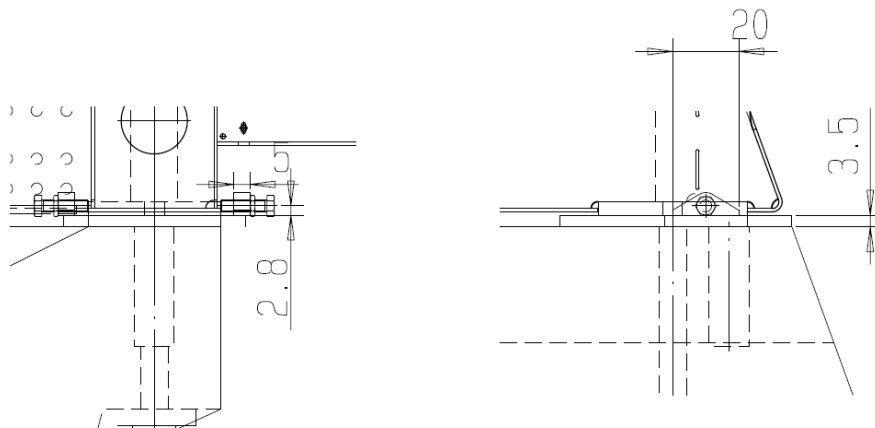
vedi fig. 6,18

I carichi trasversali verranno assorbiti dalle viti laterali fissate sulle piastre di appoggio A e P:

Il carico massimo è risultato nel capitolo "carichi trasversali sui punti di appoggio stele" (vedi oltre) per P1 ed argano fisso, pari a:

P1 = 145 kN < 150 kN

FIG. 18



M36 Mensola s=50

I dati statici della saldatura della lamiera alla piastra base in materiale S355J2 sono:

A = 46,0	cm ²	altezza h	5,0	cm
Ay = 46,0	cm ²	larghezza b	20	cm
Wx = 67,1	cm ³	spessore ala t	1	cm
Wy = 187,5	cm ³	spessore anima s	1	Cm
Wt = 152,0	cm ³	rientro r	0	cm
		sezione minima a	1	cm

In esercizio

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN)	(kN)	(kN)	(cm)	(cm)	(cm)	(kNcm)	(kNcm)	(kNcm)
	normale	dir. asse y	dir. asse x	leva in x	leva in y	in asse tr.	N*Ly-Ty*Lz	-N*Lx+Tx*Lz	Ty*Lx-Tx*Ly
carico trasversale massimo		150*1,5				-2,8	630	0,0	0,0
Somma carichi su sezione	0	225	0				630	0,0	0,0
$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy =$	0,0	+	9,4	+	0,0	=	9,4	KN/cm ² <	0,7 * 35,5

$$\tau_y = c \cdot T_y / A_y = 1,1 \cdot 4,9 = 5,4 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 0,7 \cdot 24,8$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{(\sigma)^2 + (\tau_y)^2} = \sqrt{(9,4)^2 + 3 \cdot (5,4)^2} = 10,8 \text{ KN/cm}^2 < 0,7 \cdot 35,5$$

$$\sigma_a = \sigma + \tau_y = 9,4 + 5,4 = 14,8 \text{ KN/cm}^2 < 0,85 \cdot 35,5$$

M36 Piastra base s = 35

A =	94,5	cm ²	altezza	3,5	Cm
A _y =	94,5	cm ²	larghezza	27	Cm = 20 + 2 * 3,5 cm
W _x =	55,1	cm ³			
W _y =	425,3	cm ³			
W _t =	147,8	cm ³			
b =	1,342				

In esercizio

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	T _y (kN) dir. asse y	T _x (kN) dir. asse x	L _x (cm) leva in x	L _y (cm) leva in y	L _z (cm) in asse tr.	M _x (kNcm) N [*] L _y -T _y [*] L _z	M _y (kNcm) -N [*] L _x +T _x [*] L _z	M _t (kNcm) T _y [*] L _x -T _x [*] L _y
Descrizione carichi									
L = 2,8+3,5/2	150*1,5				4,6		1035	0,0	0,0
Somma carichi su sezione	225	0	0				1035	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 2,4 + 18,8 + 0,0 = 21,2 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

TIRANTI

Vedi anche fig. 13 e 22

Pretensione tiranti

Il precarico deve coprire il carico esterno, da cui, con:

$$M = 4000 \text{ Nm} = 400 \text{ kNcm}$$

$$\mu = 0,15$$

$$d_m = 42,08 \text{ mm}$$

$$d = 45$$

$$D = 70$$

$$p = 4,5$$

$$k_f = 0.159 p + 0.578 \mu d_m = 0.436 \text{ cm}; \quad k_d = \mu (d + D) / 4 = 0.431 \text{ cm}$$

Il precarico sul tirante è perciò:

$$P = M_s / (k_f + k_d) = 400 / (0.436 + 0.431) = 461 \text{ N} \approx 460 \text{ kN}$$

I dati statici della sezione in materiale 42CrMo4 sono:

A =	13,0	cm ²	diametro	4,07	cm
A _t =	13,0	cm ²			
W =	6,62	cm ³			
W _t =	13,2	cm ³			

da precarico

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	T _y (kN) dir. asse y	T _x (kN) dir. asse x	L _x (cm) leva in x	L _y (cm) leva in y	L _z (cm) in asse tr.	M _x (kNcm) N [*] L _y -T _y [*] L _z	M _y (kNcm) -N [*] L _x +T _x [*] L _z	M _t (kNcm) T _y [*] L _x -T _x [*] L _y
Descrizione carichi									
	460						0	0	0

Somma carichi su sezione	460	0	0			0	0	0
---------------------------------	------------	----------	----------	--	--	----------	----------	----------

$$\sigma = N/A + \sqrt{(M_x^2 + M_y^2)}/W = 35,4 + 0,0 = 35,4 \text{ KN/cm}^2 < 90 \cdot 0,7/1,10 = 57,3$$

Carico max a trazione in esercizio:

sul punto di appoggio A con copertura completa in esercizio, vedi capitolo "carichi verticali sui punti di appoggio stele" (vedi oltre):

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir. asse y	Tx (kN) dir. asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
2 Tiranti: 255,2 / 2	127,6*1,5						0,0	0,0	0

Somma carichi su sezione	191,4	0	0				0,0	0,0	0
---------------------------------	--------------	----------	----------	--	--	--	------------	------------	----------

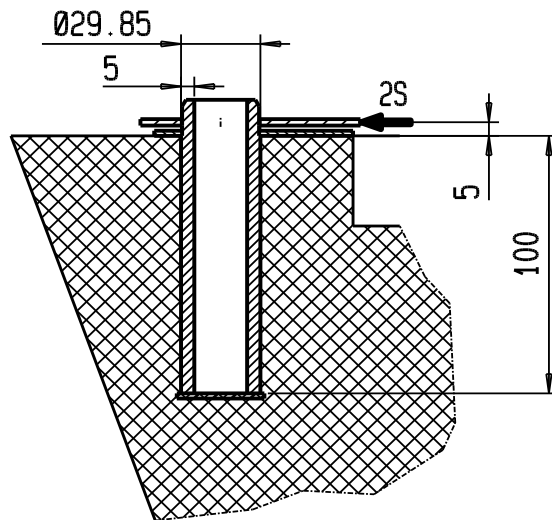
$$\sigma = N/A + \sqrt{(M_x^2 + M_y^2)}/W = 14,7 + 0,0 = 14,7 \text{ KN/cm}^2 < 64,8$$

fuori esercizio e con sisma

non rilevante

TUBO DI RISCONTRO TIRO FUNE ANNEGATO

vedi fig. 13,19 e 23

FIG. 19

Il tiro fune massimo è pari a 700 kN

Compressione su c.a.

I dati statici della sezione di appoggio sono:

A =	2985,0	cm ²	altezza	100	Cm
Ay =	2985,0	cm ²	larghezza	29,85	Cm
Wx =	49750,0	cm ³			
Wy =	14850,4	cm ³			
Wt =	24437,1	cm ³			
b =	0,753				

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir. asse y	Tx (kN) dir. asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
Leva da centro altezza immersa	700*1,5				55		57750	0,0	0
Somma carichi su sezione	1050	0	0				57750	0,0	0
$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy =$	0,4	+	1,2	+	0,0	=	1,6	KN/cm ²	

Tubo, flessione

I dati statici della sezione del tubolare tondo in materiale S355J2 sono:

A =	390,3	cm ²	diametro esterno	29,85	cm
At =	390,3	cm ²	spessore	5,0	cm
W =	2100,5	cm ³			
Wt =	4201,0	cm ³			

Il momento flettente è massimo dove il taglio si annulla:

$$x = 55 + 50 - 2 * (0,2 - 0,8) / (0,2 + 2 * 0,8) * 100 = 39,3 \text{ cm}$$

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Tiro fune		700*1,5				39,3	-41265	0,0	0,0
1,0*29,8*34,3		-1022*1,0				17,2	17578,4	0,0	0,0
-1,8/100*34,5/2*29,8*34,5		319*1,5				11,5	-5502,8	0,0	0,0
Somma carichi su sezione	0	506,5	0				-29189,4	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + \sqrt{(Mx^2 + My^2)/W} = 0,0 + 13,9 = 13,9 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau = a \cdot \sqrt{(Tx^2 + Ty^2)/At + Mt/Wt} = 2,0 * 1,3 + 0,0 = 2,6 \text{ KN/cm}^2 < 19,7$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{(\sigma^2 + 3 * \tau(Mt)^2)} = 13,9 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

STRUTTURA PORTANTE DEL TETTO

vedi fig.6,13

Carichi sugli appoggi

Per campata, di lunghezza massima pari a 4,7m:

$$F_z = (2,5 \text{ m} \cdot 8,0 \text{ kN/m}^2 (\text{neve}) + 2,0 \text{ kN/m} (\text{peso tetto})) \cdot 4,7 \text{ m} = 104 \text{ kN}$$

Inoltre si tiene conto del peso massimo di sollevamento del paranco.

Lamiere profilate trasversali tetto

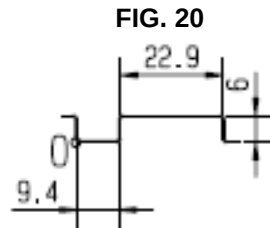


FIG. 20

I **dati statici** sono per la sezione unitaria pari a 329mm, in materiale S355J2, indicata in figura 20:

La posizione di ogni singola lamiera è definita dalla posizione (x_o,y_o) di un spigolo rispetto al punto o indicato in fig.20, dalla altezza h, negativa se sotto lo spigolo scelto, e larghezza b, negativa se a sinistra dello spigolo.

A sezione totale =	13,3	cm ²		x _o	y _o	h	b	A _i	l _{ix}	l _{iy}	S _{xo}	S _{yo}
Ay a taglio dir. y =	3,6	cm ²	ala inf.	0,3	0	0,3	9,4	2,8	0,08	90,76	0,42	14
Ax a taglio dir. x =	9,7	cm ²						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
x _o baricentro =	13,53	cm	ala sup.	10	6	-	22,9	6,9	236,19	3474,93	40,37	148,01
						0,3						
y _o baricentro =	3,88	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			anima sin.	0	0	6	0,3	1,8	21,6	0,05	5,4	0,27
x _o punto verific. =	32,90	cm						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
y _o punto verific. =	0,00	cm	anima dest.	10	0	6	-0,3	1,8	21,6	174,65	5,4	17,73
s(Wt) (cm) / η (Dubbelt) =	0,3	0						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wx nel punto verific. =	20,42	cm ³	altro					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wy nel punto verific. =	67,41	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wt (s (Wt)) =	33,17	cm ³						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

In esercizio, campata pari a 280cm

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
q * l b / 2 = 8kN/m ² * 2,8*0,33/2 l/4		3,7*1,5				70	-388,5	0	0,0
Somma carichi su sezione	0	5,6	0				-388,5	0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -19,0 + 0,0 = -19,0 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a \cdot T_y / A_y = 1,0 * 1,6 = 1,6 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

$$\tau_x = a \cdot T_x / A_x = 1,0 * 0,0 = 0,0 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

$$\tau_t = s/t \cdot M_t / W_t = 1,0 * 0,0 = 0,0 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm} / \sqrt{3} = 19,7$$

con carichi sismici

I carichi trasversali non hanno influenza, mentre un aumento del carico verticale pari al 40% garantisce ancora i criteri di resistenza.

Travi in linea e steli

I **dati statici** della sezione del profilo ad I HEB180 in materiale S355J2 sono:

A =	65,3	cm ²	altezza	18	Cm
Ay =	12,9	cm ²	larghezza	18	Cm

Wx =	426	cm ³	spessore ala	1,4	Cm
Wy =	151,2	cm ³	spessore anima	0,85	Cm
Wt =	33,2	cm ³			

Mensola posteriore (e anteriore)**con neve e carico da paranco**

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
tetto con strutture 2,0 kN/m*2,25m		-4,5*1,5				-113	-762,8	0	0,0
neve 2,5x2,25x 8kN/m ²		-45*1,5				-113	-7627,5	0	0,0
paranco su pos. estrema		-40*1,05				-90	-3780	0	0,0
Somma carichi su sezione	0	-116,25	0				-12170,3	0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -28,6 + 0,0 = -28,6 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a*Ty/Ay = 1,0 * -9,0 = -9,0 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm}/\sqrt{3} = 19,7$$

con neve e vento f.e.

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
tetto con strutture 2,0 kN/m*2,25m		-4,5*1,5		0		-113	-762,8	0	0,0
neve 2,5x2,25x 8kN/m ²		-45*1,5				-113	-7627,5	0	0,0
vento 2,1m*2,25m*2,8kN/m ² *1,2/2 /2			4,0*1,5			-113	0	-678	0,0
Somma carichi su sezione	0	-74,3	6				-8390,3	-678	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -19,7 + -4,5 = -24,2 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

$$\tau_y = a*Ty/Ay = 1,1 * -5,8 = -6,4 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{adm}/\sqrt{3} = 19,7$$

con carichi sismici

È da notare dalle verifiche f.e. che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% ed un aumento dei carichi trasversali (da vento f.e.) fino al 60% del carico peso garantiscono ancora i criteri di sicurezza.

campate**con neve e carico da paranco**

Si suppone per semplicità di verifica e cautelativamente che sulla stele centrale la trave formi una cerniera:

carichi / leve / momenti	N (kN) normale	Ty (kN) dir.asse y	Tx (kN) dir.asse x	Lx (cm) leva in x	Ly (cm) leva in y	Lz (cm) in asse tr.	Mx (kNcm) N*Ly-Ty*Lz	My (kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	Mt (kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
Descrizione carichi									
tetto 2,0 kN/m*4,7m/2 L/4		-4,7*1,5		0		-118	-831,9	0	0,0
tetto mensola 2,0 kN/m*2,25m /2		-2,25*1,0		0		113	254,25	0	0,0
neve 4,7x2,5x 8kN/m ² /2 L/4		-47*1,5				-118	-8319	0	0,0
neve mensole 1,4x2,2x 8kN/m ² /2		-22,5*1,0				113	2542,5	0	0,0
paranco in centro		-20*1,05				-235	-4935	0	0,0
Somma carichi su sezione	0	-123,3	0				-11289,15	0	0,0

$$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy = 0,0 + -26,5 + 0,0 = -26,5 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

Steli

Per questi la condizione rilevante risulta quella fuori esercizio con vento trasversale. Il carico vento sugli elementi laterali della copertura verrà assorbito per metà dal fissaggio superiore struttura portante del tetto, per l'altra metà dalle staffe. Inoltre si suppone per il collegamento rigido trasversale delle 2 travi in linea che ognuna di esse supporti la metà del carico:

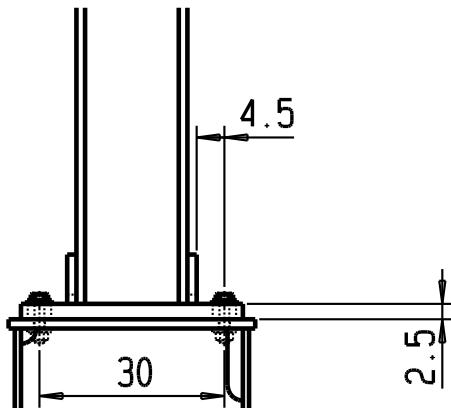
carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
carico mass. per stele (vedi sopra)	104x1,5						0,0	0,0	0
vento 2,1m*4,7m*2,8kN/cm²*1,2/2 /2			8,3*1,5			235	0	2925,8	0,0
Somma carichi su sezione	104,5	0	12,5				0,0	2925,8	0,0
$\sigma = N/A + Mx/Wx + My/Wy =$	1,6	+	0,0	+	19,4	=	21,0	KN/cm² <	33,8

con carichi sismici

È da notare dalle verifiche f.e. che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% ed un aumento dei carichi trasversali fino a una quota parte del carico peso garantiscono ancora i criteri di sicurezza.

collegamento bullonato

FIG. 21



I **dati statici** per il collegamento M16 8.8, maggiormente sollecitato (quote da o vedi fig. 21) sono:

As per bullone =	1,57	cm²	ni	yo	lixo	ni	xo	liyo	Sxo	Syo
n bulloni =	6	cm	3	15	675	2	9,5	180,5	45	19
A sezione totale =	9,4	cm²	3	-15	675	2	0	0	-45	0
					0	2	-9,5	180,5	0	-19
					0			0	0	0
pos. bullone verificato	15	9,5	cm		0			0	0	0
pos. asse di rotazione	0,0	0,0	cm		0			0	0	0
pos. baricentro (g)	0,0	0,0	cm		0			0	0	0
pos. bull. da assi rot.(a)	15,0	9,5	cm		0			0	0	0
pos. bull. da baric.(g)	15,0	9,5	cm³		0			0	0	0
Iay / Iax =	566,8	2119,5	cm³		0			0	0	0
It = Igx + Igy =	2686,3	cm³			0			0	0	0

fuori esercizio

con carico stabilizzante verticale minimo:

carichi / leve / momenti	N	Ty	Tx	Lx	Ly	Lz	Mx	My	Mt
Descrizione carichi	(kN) normale	(kN) dir.asse y	(kN) dir.asse x	(cm) leva in x	(cm) leva in y	(cm) in asse tr.	(kNcm) N*Ly-Ty*Lz	(kNcm) -N*Lx+Tx*Lz	(kNcm) Ty*Lx-Tx*Ly
tetto con strutture 2,2 kN/m²*4,7m	-10,3						0,0	0,0	0
vento 2,1m*4,7m*2,8kN/cm²*1,2/2 /2			8,3			235	-1950,5	0	0,0

Mom. di trasp. somma carico norm.	-10,3			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Somma carichi su sezione	-10,3	8,3	0			-1950,5	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x \cdot y_a / I_{ax} - M_y \cdot x_a / I_{ay} = -1,1 + -13,8 - 0,0 = -14,9 \text{ KN/cm}^2 < 57,6$$

con carichi sismici

È da notare dalle verifiche f.e. che anche un aumento dei carichi verticali pari al 40% ed un aumento dei carichi trasversali (da vento f.e.) fino al 60% del carico peso garantiscono ancora i criteri di sicurezza.

flangia base stele

I dati statici della sezione del profilo quadro in materiale S355J2 sono:

A =	60,0	cm ²	altezza	2,5	Cm
A _y =	60,0	cm ²	larghezza	24	Cm
W _x =	25,0	cm ³			
W _y =	240,0	cm ³			
W _t =	71,7	cm ³			
b =	1,342				

fuori esercizio

con carico verticale massimo:

Si verifica la piastra a flessione, supponendo l'appoggio della flangia esattamente sopra la anima della trave principale, da cui nascono i seguenti carichi per lato:

Descrizione carichi	N (kN) normale	T _y (kN) dir.asse y	T _x (kN) dir.asse x	L _x (cm) leva in x	L _y (cm) leva in y	L _z (cm) in asse tr.	M _x (kNcm) N*L _y -T _y *L _z	M _y (kNcm) -N*L _x +T _x *L _z	M _t (kNcm) T _y *L _x -T _x *L _y
carico per appoggio max. / 2		52*1,5				4,5	-351	0,0	0,0
da vento: 1950kNcm / 30cm		65,0*1,5				4,5	-438,8	0,0	0,0
Somma carichi su sezione	0	175,5	0				-789,8	0,0	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -31,6 + 0,0 = -31,6 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

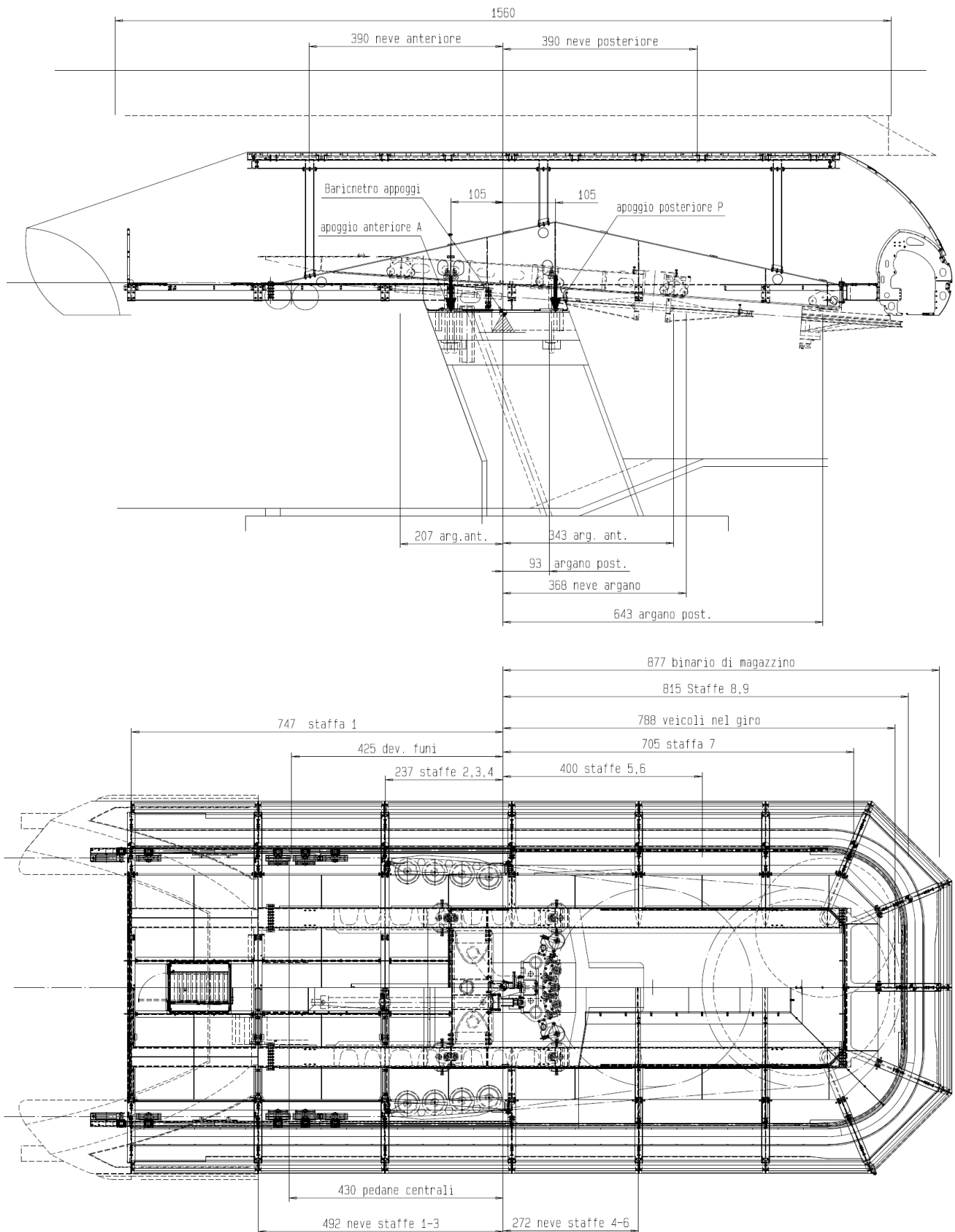
con carichi sismici

Descrizione carichi	N (kN) normale	T _y (kN) dir.asse y	T _x (kN) dir.asse x	L _x (cm) leva in x	L _y (cm) leva in y	L _z (cm) in asse tr.	M _x (kNcm) N*L _y -T _y *L _z	M _y (kNcm) -N*L _x +T _x *L _z	M _t (kNcm) T _y *L _x -T _x *L _y
carico per appoggio f.e max. x 1,2		62,4*1,4	-62,4*0,6			4,5	-393,1	-168,5	0,0
Trasversale 52 *0,1 *235 / 30cm		40,7*1,4	-40,7*0,6			4,5	-256,4	-109,9	0,0
Somma carichi su sezione	0	144,3	-61,9				-649,5	-278,4	0,0

$$\sigma = N/A + M_x/W_x + M_y/W_y = 0,0 + -26,0 + -1,2 = -27,2 \text{ KN/cm}^2 < 33,8$$

CARICHI SUI TELAI ANNEGATI SULLA STELE IN C.A.

FIG. 22



A 3D perspective diagram of a mechanical assembly. A horizontal plate is supported by two vertical posts, labeled A and P. A central vertical force F_z acts downwards on the plate. A horizontal force F_x acts to the left on the plate. A moment M_z acts around the vertical axis, and a moment M_x acts around the horizontal axis. A distance of 105 is indicated between the support posts. A coordinate system is shown with axes x , y , and z . The plate is labeled 0.



Le distanze degli appoggi di ognuna delle travi dal centro della lastra di sommità della stele sono (quote da o vedi fig. 23):

$$\text{numero appoggi} = \frac{2,0}{22050,0} \text{ cm}^2$$

Si verificano di seguito i carichi massimi a trazione sugli appoggi anteriori A e posteriori P, per trave. Si considerano i carichi per trave:

Trazione max. nel punto A:

Distanze da 0 vedi fig 22.

con copertura locale in esercizio e carichi posteriori

carichi / leve / momenti	Fz (kN)	Fx (kN)	Lx (cm)	Lz (cm)	My (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse x	leva in x	verticale	Fz*Lx-Fx*Lz
staffa 1	-12		747		
staffa 2, 3, 4	-45		237		-10665
staffa 5, 6	-24		-400		9600
staffa 7	-8		-705		5640
staffa 8 e 9/2	-12		-815		9780
Trave principale e traverse	-50		0		0
ped centrali ant 6,5x1,2x0,5 kN/m²	-3,9		430		-1677
binario di magazzino	-10		-877		8770
P argano in pos. post.	-66		-643		42438
A argano in pos. post.	-78		-93		7254
neve staffa 1 – 3 0%	0		492		0
neve staffa 4 – 6	-30		-272		8160
neve staffa 7	-4		-705		2820
neve staffa 8 e 9/2	-6		-815		4890
neve ped centr. ant 6,5x1,2x0 kN/m²	0		430		0
neve su argano 6x1,2x2 kN/m²	-14,4		-368		5299,2
2 veicoli carichi per lato nel giro	-14		-788		11032
Deviazione fune min	-10		425		-4250
tiro fune min		150		23	-3450
Mom. di trasp. somma carico norm.	-387,3		0,0	0,0	0,0
Somma carichi su sezione	-387,3	150	0		86677,2
					0
					0

$$F = F_z/n + M_x \cdot x_o / I_{ay} = -193,7 + 412,7 = 219,0 \text{ KN}$$

con copertura completa in esercizio carico posteriore

carichi / leve / momenti	Fz (kN)	Fx (kN)	Lx (cm)	Lz (cm)	My (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse x	leva in x	verticale	Fz*Lx-Fx*Lz
staffa 1	-12		747		-8964
staffa 2, 3, 4	-45		237		-10665
staffa 5, 6	-24		-400		9600
staffa 7	-8		-705		5640
staffa 8 e 9/2	-12		-815		9780
Trave principale e traverse	-50		0		0
ped centrali ant 6,5x1,2x0,5 kN/m²	-3,9		430		-1677
Tetto con strutture 15,6x2,0kN/m²	-31,2		0		0,0
binario di magazzino	-10		-877		8770
P argano in pos. post.	-66		-643		42438
A argano in pos. post.	-78		-93		7254
neve anteriore 0%			390		0
neve post. 50% 7,8x2,5x 4kN/m²	-78		-390		30420
2 veicoli per lato nel giro	-20		-788		15760
Deviazione fune min	-10		425		-4250
tiro fune min		150		23	-3450
Mom. di trasp. somma carico norm.	-448,1		0,0	0,0	0,0

Somma carichi su sezione	-448,1	150	0	100656	0	0
---------------------------------	---------------	------------	----------	---------------	----------	----------

$$F = F_z/n + M_x \cdot x_o / l_{ay} = -224,1 + 479,3 = 255,2 \text{ KN}$$

con copertura locale fuori esercizio carico posteriore

carichi / leve / momenti	Fz (kN)	Fx (kN)	Lx (cm)	Lz (cm)	My (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse x	leva in x	verticale	Fz*Lx-Fx*Lz
staffa 1	-12		747		-8964
staffa 2, 3, 4	-45		237		-10665
staffa 5, 6	-24		-400		9600
staffa 7	-8		-705		5640
staffa 8 e 9/2	-12		-815		9780
Trave principale e traverse	-50		0		0
ped centrali ant 6,5x1,2x0,5 kN/m²	-3,9		430		-1677
binario di magazzino	-10		-877		8770
P argano in pos. post.	-66		-643		42438
A argano in pos. post.	-78		-93		7254
neve staffa 1 – 3	-0		492		0
neve staffa 4 – 6 50%	-60		-272		16320
neve staffa 7 50%	-8		-705		5640
neve staffa 8 e 9/2 50%	-12		-815		9780
neve ped centr. ant 6,5x1,2x0 kN/m²	0		430		0
neve su argano 6x1,2x4 kN/m²	-28,8		-368		10598,4
veic. magaz lat. 5,9kN/m*6,8m	-40,1		-340		13634
veic. magaz post. 5,9kN/m*1,8m	-10,6		-788		8352,8
Deviazione fune min	-10		425		-4250
tiro fune min		150		23	-3450
Mom. di trasp. somma carico norm.	-478,4		0,0		0,0
Somma carichi su sezione	-478,4	150	0	118801,2	

$$F = F_z/n + M_x \cdot x_o / l_{ay} = -239,2 + 565,7 = 326,5 \text{ KN}$$

Trazione max. nel punto P:

con tetto in esercizio carico anteriore

carichi / leve / momenti	Fz (kN)	Fx (kN)	Lx (cm)	Lz (cm)	My (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse x	leva in x	verticale	Fz*Lx-Fx*Lz
staffa 1	-12		-747		8964
staffa 2, 3, 4	-45		-237		10665
staffa 5, 6	-24		400		-9600
staffa 7	-8		705		-5640
staffa 8 e 9/2	-12		815		-9780
Trave principale e traverse	-50		0		0
ped centrali ant 6,5x1,2x0,5 kN/m²	-3,9		-430		1677
Tetto con strutture 15,6x2,0kN/m²	-31,2		0		0,0
binario di magazzino	0		877		0
P argano in pos. ant.	-66		343		-22638
A argano in pos. ant.	-78		-207		16146
neve anteriore 50% 7,8x2,5x 4kN/m²	-78		-390		30420
neve post. 0%	-0		390		0
2 veicoli in entrata	-20		-747		14940
Deviazione fune max	-30		-425		12750
tiro fune max		-350		23	8050
Mom. di trasp. somma carico norm.	-458,1		0,0		0,0
Somma carichi su sezione	-458,1	-350	0	55954	0

$$F = F_z/n + M_x \cdot x_o / l_{ay} = -229,1 + 266,4 = 37,3 \text{ KN}$$

con copertura locale fuori esercizio carico anteriore:

carichi / leve / momenti	Fz (kN)	Fx (kN)	Lx (cm)	Lz (cm)	My (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse x	leva in x	verticale	Fz*Lx-Fx*Lz
staffa 1	-12		-747		8964
staffa 2, 3, 4	-45		-237		10665
staffa 5, 6	-24		400		-9600

staffa 7	-8	705	-5640			
staffa 8 e 9/2	-12	815	-9780			
Trave principale e traverse	-50	0	0			
ped centrali ant 6,5x1,2x0,5 kN/m²	-3,9	-430	1677			
binario di magazzino	0	877	0			
P argano in pos. ant.	-66	343	-22638			
A argano in pos. ant.	-78	-207	16146			
neve staffa 1 – 3 50%	-60	-492	29520			
neve staffa 4 – 6 0%	-0	272	0			
neve staffa 7 0%	-0	705	0			
neve staffa 8 e 9/2 0%	-0	815	0			
neve ped centr. ant 6,5x1,2x 4 kN/m²	-31,2	-430	13416			
neve su argano 6x1,2x0 kN/m²	-0	68	0			
Deviazione fune max	-30	-425	12750			
tiro fune max	-350	23	8050			
Mom. di trasp. somma carico norm.	-420,1	0,0	0,0			
Somma carichi su sezione	-420,1	-350	0	53530	0	0

$$F = F_z/n + M_x \cdot x_0 / l_{ay} = -210,1 + 254,9 = 44,8 \text{ KN}$$

Si verificano di seguito i carichi massimi a compressione sugli appoggi anteriori A e posteriori P, per trave.
Si considerano i carichi per trave:

Comp. max. nel punto P:

con copertura completa fuori esercizio carico posteriore

carichi / leve / momenti	Fz (kN)	Fx (kN)	Lx (cm)	Lz (cm)	My (kNcm)			
Descrizione carichi	normale	dir.asse x	leva in x	verticale	Fz*Lx-Fx*Lz			
staffa 1	-12		-747		8964			
staffa 2, 3, 4	-45		-237		10665			
staffa 5, 6	-24		400		-9600			
staffa 7	-8		705		-5640			
staffa 8 e 9/2	-12		815		-9780			
Trave principale e traverse	-50		0		0			
ped centrali ant 6,5x1,2x0,5 kN/m²	-3,9		-430		1677			
Tetto con strutture 15,6x2,0kN/m²	-31,2		0		0,0			
binario di magazzino	-10		877		-8770			
P argano in pos. post.	-66		643		-42438			
A argano in pos. post.	-78		93		-7254			
neve anteriore 50%	-78		-390		30420			
neve post. 100% 7,8x2,5x 8kN/m²	-156		390		-60840			
veic. magaz lat. 5,9kN/m*6,8m	-40,1		340		-13634			
veic. magaz post. 5,9kN/m*1,8m	-10,6		788		-8352,8			
Deviazione fune min	-10		-425		4250			
tiro fune min	-150		23		3450			
Mom. di trasp. somma carico norm.	-634,8		0,0		0,0			
Somma carichi su sezione	-634,8	-150	0		-	0	0	
					106882,8			

$$F = F_z/n + M_x \cdot x_0 / l_{ay} = -317,4 + -509,0 = -826,4 \text{ KN}$$

con copertura locale fuori esercizio carico posteriore

carichi / leve / momenti	Fz (kN)	Fx (kN)	Lx (cm)	Lz (cm)	My (kNcm)			
Descrizione carichi	normale	dir.asse x	leva in x	verticale	Fz*Lx-Fx*Lz			
staffa 1	-12		0	-747	8964	0	0	
staffa 2, 3, 4	-45		0	-237	10665	0	0	
staffa 5, 6	-24			400	-9600			
staffa 7	-8			705	-5640			
staffa 8 e 9/2	-12			815	-9780			
Trave principale e traverse	-50			0	0			
ped centrali ant 6,5x1,2x0,5 kN/m²	-3,9			-430	1677			

binario di magazzino	-10			877		-8770		
P argano in pos. post.	-66			643		-42438		
A argano in pos. post.	-78			93		-7254		
neve staffa 1 – 3 50%	-60			-492		29520		
neve staffa 4 – 6 100%	-120			272		-32640		
neve staffa 7 100%	-16			705		-11280		
neve staffa 8 e 9/2 100%	-24			815		-19560		
neve ped centr. ant 6,5x1,2x4 kN/m²	-34,2			-430		14706		
neve su argano 6x1,2x8 kN/m²	-57,6			368		-21196,8		
veic. magaz lat. 5,9kN/m*6,8m	-40,1			340		-13634		
veic. magaz post. 5,9kN/m*1,8m	-10,6			788		-8352,8		
Deviazione fune min	-10			-425		4250		
tiro fune min		-150			23	3450		
Mom. di tras. somma carico norm.	-681,4			0,0		0,0		
Somma carichi su sezione	-681,4	-150	0			-	0	0
						116913,6		

$$F = F_z/n + M_x \cdot x_o / l_{ay} = -340,7 + -556,7 = -897,4 \text{ KN}$$

Compressione max. nel punto A:

con tetto in esercizio carico anteriore

carichi / leve / momenti	Fz (kN)	Fx (kN)	Lx (cm)	Lz (cm)	My (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse x	leva in x	verticale	Fz*Lx-Fx*Lz
staffa 1	-12		747		-8964
staffa 2, 3, 4	-45		237		-10665
staffa 5, 6	-24		-400		9600
staffa 7	-8		-705		5640
staffa 8 e 9/2	-12		-815		9780
Trave principale e traverse	-50		0		0
ped centrali ant 6,5x1,2x0,5 kN/m²	-3,9		430		-1677
Tetto con strutture 15,6x2,0kN/m²	-31,2		0		0,0
binario di magazzino	0		-877		0
P argano in pos. ant.	-66		-343		22638
A argano in pos. ant.	-78		207		-16146
neve anteriore 100% 7,8x2,5x 8kN/m²	-156		390		-60840
neve post. 50%	-78		-390		30420
2 veicoli in entrata	-20		747		-14940
Deviazione fune max	-30		425		-12750
tiro fune max		350		23	-8050
Mom. di tras. somma carico norm.	-614,1		0,0		0,0
Somma carichi su sezione	-614,1	350	0		-55954
					0
					0

$$F = F_z/n + M_x \cdot x_o / l_{ay} = -307,1 + -266,4 = -573,5 \text{ KN}$$

con copertura locale fuori esercizio carico anteriore

carichi / leve / momenti	Fz (kN)	Fx (kN)	Lx (cm)	Lz (cm)	My (kNcm)
Descrizione carichi	normale	dir.asse x	leva in x	verticale	Fz*Lx-Fx*Lz
staffa 1	-12		747		-8964
staffa 2, 3, 4	-45		237		-10665
staffa 5, 6	-24		-400		9600
staffa 7	-8		-705		5640
staffa 8 e 9/2	-12		-815		9780
Trave principale e traverse	-50		0		0
ped centrali ant 6,5x1,2x0,5 kN/m²	-3,9		430		-1677
binario di magazzino	0		-877		0
P argano in pos. ant.	-66		-343		22638
A argano in pos. ant.	-78		207		-16146
neve staffa 1 – 3 50%	-120		492		-59040
neve staffa 4 – 6 50%	-60		-272		16320
neve staffa 7 50%	-16		-705		11280
neve staffa 8 e 9/2 50%	-24		-815		19560
neve ped centr. ant 6,5x1,2x 8 kN/m²	-62,4		430		-26832
neve su argano 6x1,2x4 kN/m²	-28,8		-68		1958,4
Deviazione fune max	-30		425		-12750
		0			

tiro fune max		350			23	-8050		
Mom. di trasp. somma carico norm.	-640,1		0,0	0,0		0,0		
Somma carichi su sezione	-640,1	350	0			-47347,6	0	0
$F = Fz/n + Mx \cdot x_0 / lay =$	-320,1	+	-225,5			=	-545,6	KN

CARICHI TRASVERSALI SUI PUNTI DI APPOGGIO STELE

vedi fig. 22 e 6, 13

I carichi trasversali nascono da momento motore / frenante.

argano in pos. posteriore

Data la vicinanza del carrello posteriore alla traversa di collegamento tra le due travi principali, si può assumere ragionevolmente che il carico trasversale posteriore venga distribuito ugualmente tra le travi stesse. Da cui per ciascuna trave il carico si dimezza.

Il carico da carrello anteriore sul lato opposto invece si trova in pratica esattamente sul punto di appoggio P, in opposizione al carico da carrello posteriore da cui verrà assorbito completamente da questo.

da cui:

Sforzo da carrello posteriore su ambo le travi: 35,0 kN a distanza 540 cm da appoggio post. P
 Sforzo da carrello anteriore su trave di appoggio: 35,0 kN a distanza -10 cm da appoggio post. P

Da cui sui punti di appoggio, da carico posteriore:

Anteriore 1 $35 \text{ kN} \cdot 540 / 230 = 82,2 \text{ kN}$
 Anteriore 2 $35 \text{ kN} \cdot 540 / 230 = 82,2 \text{ kN}$
 Posteriore 1 $82,2 + 35 = 117,2 \text{ kN}$
 Posteriore 2 $117,2 - 70 \text{ kN} = 47,2 \text{ kN}$

argano in pos. anteriore

Data la vicinanza del carrello posteriore ai punti di appoggio della trave, si considera cautelativamente portante solo questa.

Sforzo da carrello posteriore su trave di appoggio: 70,0 kN a distanza 240 cm da appoggio post. P
 Sforzo da carrello anteriore su trave di appoggio: 70,0 kN a distanza 80 cm da appoggio ant. A

Da cui sui punti di appoggio su trave caricata da carrello posteriore:

A1 $70 \text{ kN} \cdot 240 / 230 = 73 \text{ kN}$
 P1 $73 + 70 = 143 \text{ kN}$

Sul lato opposto:

P2 $70 \text{ kN} \cdot 80 / 230 = 24,3 \text{ kN}$
 A2 $24,3 + 70 = 94,3 \text{ kN}$

argano sotterraneo in pos. centrale

La distribuzione effettiva tra le travi del carico trasversale è di difficile verifica, data l'iperstaticità della struttura e dato inoltre che le travi sono a sezione notevolmente variabile. Si suppone allora cautelativamente che $\frac{1}{4}$ del carico vada ad appoggiarsi sulla traversa posteriore e con ciò sulla trave opposta: Ciò è confermato da verifiche parallele ad FE. Da cui:

Sforzo da carrello posteriore su trave di appoggio: $0,75 \cdot 80,0 \text{ kN}$ a distanza 390 cm da app. P
 Sforzo da carrello posteriore su trave di appoggio: $0,25 \cdot 80,0 \text{ kN}$ a distanza 586 cm da app. P
 Sforzo da carrello anteriore su trave di appoggio: $-0,25 \cdot 80,0 \text{ kN}$ a distanza 586 cm da app. P
 Sforzo da carrello anteriore su trave di appoggio: $80,0 \text{ kN}$ a distanza 40 cm da app. P

Da cui sui punti di appoggio su trave caricata da carrello posteriore:

A1 $(80 \text{ kN} \cdot 390 - 0,25 \cdot 80 \text{ kN} \cdot 586) / 230 = 85 \text{ kN}$
 P1 $85 + 80 - 0,25 \cdot 80 = 145 \text{ kN}$

Sul lato opposto:

$$A2 \quad (80 \text{ kN} * 40 - 0,25 * 80 \text{ kN} * 586) / 230 = -37 \text{ kN}$$

$$P2 \quad -37 + 80 - 0,25 * 80 = 23 \text{ kN}$$

DEFORMAZIONI

Verifica della deformazione verticale e orizzontale della struttura a sbalzo posteriore (rotaia) della stazione 4CLD motrice a ponte, che è quella maggiormente caricata.

Carico peso del carroponete d'argano sui rulli di scorrimento posteriori: $F_z = 2 * 66 \text{ kN}$

Carico orizzontale derivante dal max. momento motrice: $380 \text{ kNm} / 5,5 \text{ m} = 70 \text{ kN}$.

La verifica è stata eseguita con il noto programma "Straus7", per brevità non si riportano le singole tabelle, bensì l'esatto con i spostamenti rilevanti:

La deformazione della struttura nel nodo 135, quale appoggio dei rulli di scorrimento nella posizione posteriore del carroponete, distante 5110 mm dall'appoggio posteriore della trave principale, risulta in [mm]:

		y orizz.	z vert.			
Node 135	-0,1621	7,8317	-2,5961	0,0231	0,0471	0,1139

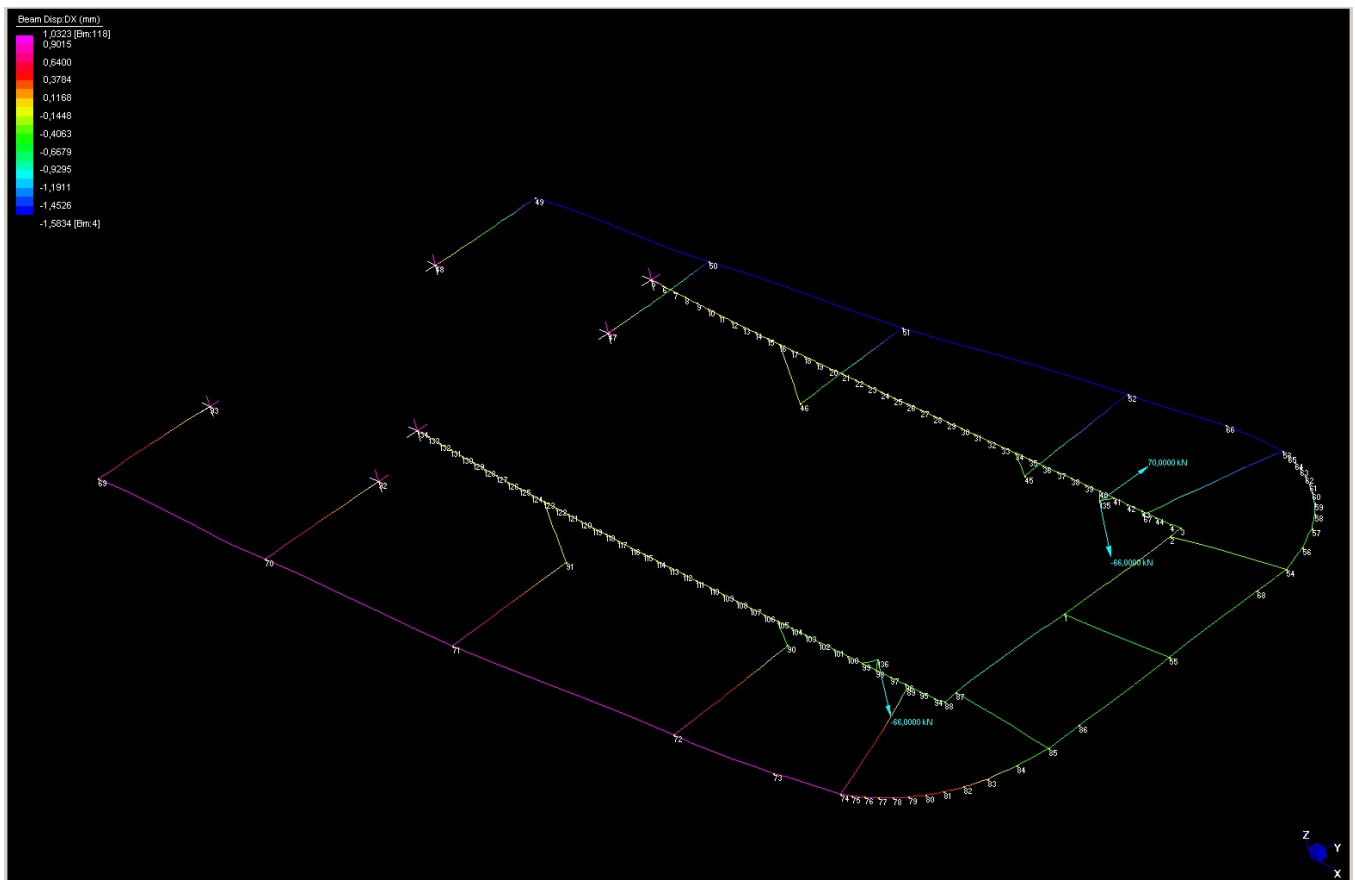
Considerando anche il carico della neve sulla parte posteriore del tetto di 156 kN, la cui risultante agisce ad una distanza di 2580 mm dall'appoggio della trave principale, lo spostamento verticale ammonta a:

$$z_{\text{tot}} = 2.596 * [1 + 156 * 2.58 / (2 * 66 * 5.11)] = 4.15 \text{ mm}$$

e risulta inferiore ai valori indicati nelle NTC, Tab. 4.2.X e XI (per strutture a sbalzo: L = doppio dello sbalzo)

Spostamento elastico verticale della struttura a sbalzo: $L/200 = 2 * 5110 / 200 = 51 \text{ mm} > 4.15 \text{ mm}$

Spostamento elastico orizzontale della struttura a sbalzo: $L/300 = 2 * 5110 / 300 = 34 \text{ mm} > 7.83 \text{ mm}$



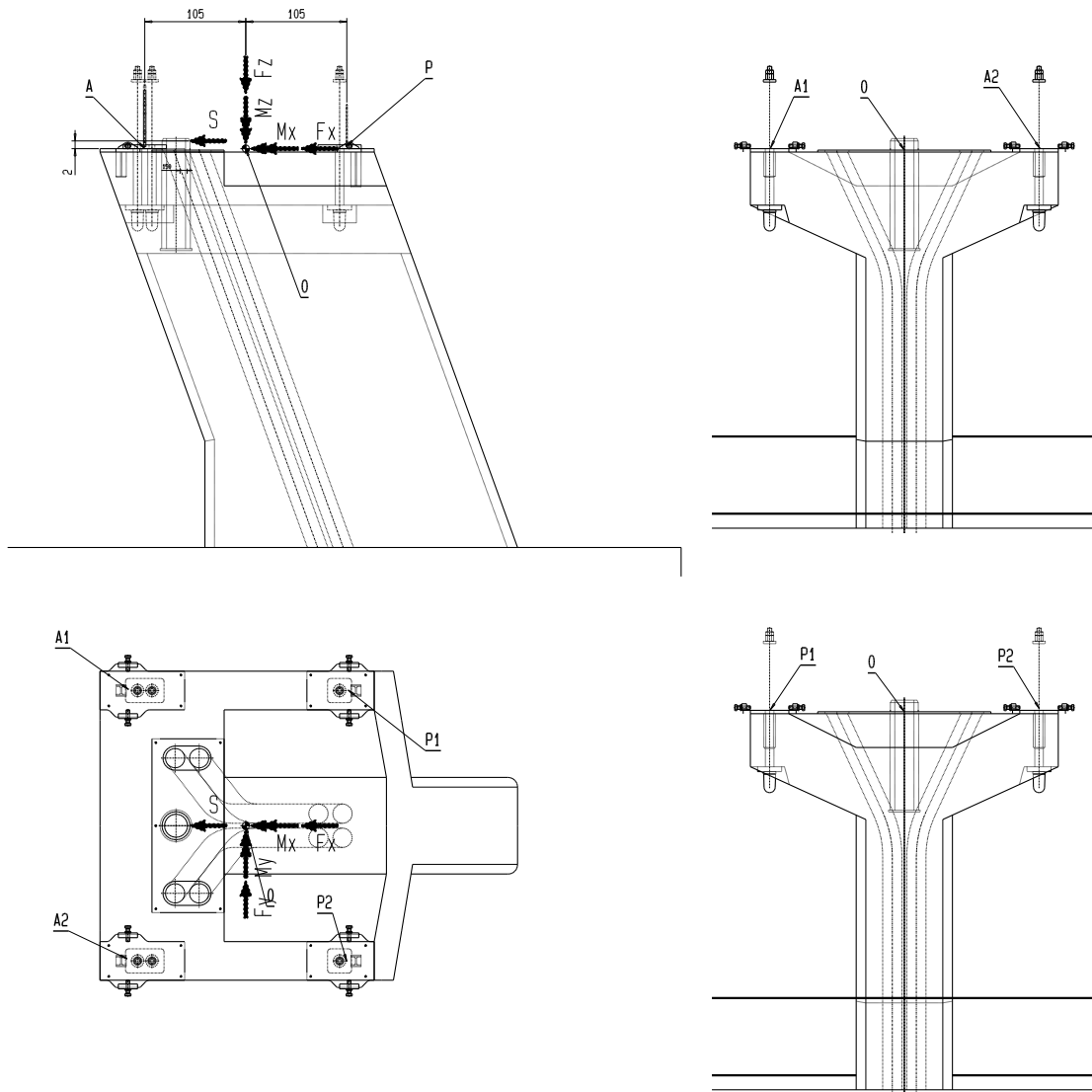
CARICHI DI ANCORAGGIO SULLA STELE IN C.A.

vedi fig. 6,13,22,23

Si elencano di seguito i carichi di ancoraggio concentrati idealmente in O o effettivamente risultanti sugli appoggi S, A1, A2 e P1, P2, definiti con gli stessi procedimenti della verifica dei carichi verticali e trasversali sugli appoggi stele nel capitolo “Carichi sui telai immersi ..”, raggruppo i carichi inerenti, come ad esempio quello dei pesi.

I punti di applicazione sono indicati nella figura 24.

FIG. 24



segni si intendono:

Per forze:

z sforzi verticali negativi verso il basso

x sforzi in asse linea, vi è anche la condizione speculare

y sforzi trasversali, vi è anche la condizione speculare

S Somma tiro fune in asse linea positivo verso linea, applicato sul tubo di ritenzione centrale immerso

Per momenti:

My intorno all'asse trasversale, negativo se rovesciante verso linea

Mx attorno asse linea vi è anche la condizione speculare

Mz attorno la verticale vi è anche la condizione speculare

Inoltre si considerano le combinazioni principali, generanti i momenti massimi indicati, per i vari assemblaggi e le condizioni di in esercizio (i.e.) e fuori esercizio (f.e.)

In queste tiene conto in esercizio di un vento pari a $0,3 \text{ kN/m}^2$, e, nel caso di argano sotterraneo, di un peso minimo del telaio portapuleggia pari a 120 kN . Inoltre si considera una distribuzione neve pari al 50% del massimo sbilanciata anteriormente o posteriormente ed sommato a questo lo stesso carico sbilanciato lateralmente.

Le combinazioni con copertura locale in esercizio non sono rilevanti, in quanto il carico neve lì considerato è ampiamente minore di quello con copertura completa.

	Carichi idealmente concentrati in O						Carichi effettivi sui punti di appoggio													
	Fz (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	My (kNcm)	Mx (kNcm)	Mz (kNcm)	S (kN)	A1z (kN)	A1y (kN)	A1x (kN)	A2z (kN)	A2y (kN)	A2x (kN)	P1z (kN)	P1y (kN)	P1x (kN)	P2z (kN)	P2y (kN)	P2x (kN)	
1. pesi propri struttura funiviaria	-310	0	0	7070	0	0	700	-61			-61			-94			-94			
2. Tunnel di magazzino	-20	0	0	17200	5200	0		45				27			-37			-55		
3. Tiro fune	0	700	0	-38500	0	0		-92				-92			92			92		
4. Tiraggio fune	0	400	0	-22000	0	0		-52		100		-52		100	52		100	52		100
5. argano posteriore	-288	0	0	99384	0	0		165				165			-309			-309		
6. argano anteriore	-288	0	0	12984	0	0		-41				-41			-103			-103		
7. Momento da argano posteriore	0	0	0	0	0	-37812		0	82			0	82		0	-117		0	-47	
8. Momento da argano anteriore	0	0	0	0	0	-38410		0	73			0	94		0	-143		0	-24	
9. Disfunzione di un cilindro	0	0	1	0	0	79		0	32	30		0	41	-30	0	-62	30	0	-10	-30
10. veicoli immagazinati lateralmente	-40	0	0	13641	10431	0		41				4			-24			-61		
11. veicoli immagazinati post.	-16	0	0	12553	0	0		26				26			-34			-34		
12. Vento in asse 2,8 kN/m²	0	78	0	-12030	0	0		-29	0	19		-29	0	19	29	0	19	29	0	19

Con copertura locale meccanismi

13. Neve cop. loc. anteriore 8 kN/m^2	-361	0	0	-173377	0	0		-503			-503			323			323		
14. Neve cop. loc. posteriore 8 kN/m^2	-474	0	0	170083	0	0		287			287			-523			-523		
15. Neve su cop. loc. laterale 8 kN/m^2 *	-417	0	0	-1647	69710	0		16			-233			24			-225		
16. Vento cop. loc. trasversale $2,8 \text{ kN/m}^2$	0	0	239	0	19145	23932		34	8		-34	8		34	112		-34	112	

Con copertura completa

17. struttura portante tetto	-70	0	0	0	0	0		-18			-18			-18			-18		
18. Neve su cop. compl. anteriore 8 kN/m^2	-310	0	0	-120280	0	0		-364			-364			209			209		
19. Neve su cop. compl. posteriore 8 kN/m^2	-310	0	0	120280	0	0		209			209			-364			-364		
20. Neve su cop. compl. laterale 8 kN/m^2	-310	0	0	0	43400	0		0			-155			0			-155		
21. Vento su tetto trasversale $2,8 \text{ kN/m}^2$	0	0	260	0	40310	0		72	65		-72	65		72	65		-72	65	

Con copertura completa

i.e. argano sott. ant. $S_{\max} M_{\max} M_{\text{ym}}$	-809	708	28	-87486	26019	38410	700	-364	-66	2	-457	-87	2	52	150	2	-40	31	2
i.e. arg. post., tunnel $S_{\min} M_{\max}, M_{\text{yr}}$	-998	342	28	165833	31219	37812	350	201	-75	-2	90	-75	-2	-589	124	-2	-700	54	-2
f.e. argano sott. ant. $S_{\max} M_{\max} M_{\text{ym}}$	-809	778	260	-98228	62010	0	700	-332	56	17	-532	56	17	127	56	17	-73	56	17
f.e.a.pos., tunnel, veic., $M_{\max} M_{\text{ym}}$	-1054	-78	260	222018	77641	0	0	386	56	-17	135	56	-17	-660	56	-17	-911	56	-17

Con cop. locale

f.e. argano sotterr. ant. $S_{\max} M_{\max} M_{\text{ym}}$	-818	778	239	-125600	54000	23932	700	-408	7	17	-591	7	17	182	96	17	-1	96	17
f.e. arg. post., tunnel e veic.: $M_{\text{y max}} S$	-1120	-78	239	246096	69631	23932	0	418	7	-17	185	7	-17	-743	96	-17	-976	96	-17

Senza coperture

i.e. argano sotterr. leg. ant. $F_{\text{z min}}$	-429	700	0	-26057	0	-38410	700	-169	73	0	-169	94	0	-45	-143	0	-45	-24	0
i.e. argano a ponte posteriore $S_{\min}$	-618	350	0	104404	5200	-37812	350	103	82	0	85	82	0	-394	-117	0	-412	-47	0

Massimi / Minimi in O

Massimi	-429	778	260	246920	77641	40974													
Minimi	-1452	-78	-260	-124776	-77641	-40974													