

RELAZIONE DI CALCOLO DELLA STRUTTURA METALLICA

COMMITTENTE: Audiodesign.

OGGETTO: VLA 800A-HW-TOP – Un diffusore

Rev 0– Esecutivo 01/12/22



Nigel Voak (Leng AMIStructE)

Ingegnere Civile

Via Socrate Gambetti 2
42123 Reggio Emilia
Tel 0522 322528
Tel cell 335 – 59 14 866
Email: nigel.voak@alice.it

Ordine Ingegneri Reggio Emilia N° 2142

Institution of Structural Engineers (UK) Membership No: 064219684

Introduzione

Riferimento a norme

Nella stesura delle presenti verifiche si è fatto riferimento alle seguenti norme od istruzioni tecniche.

- EN 1990: Criteri generali di progettazione strutturale
- EN 1991: Azioni sulle strutture
- EN 1090: Esecuzione delle strutture in acciaio criteri tecnici

- EN 1993-1-1:2005 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- EN 1993-1-2:2005 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole Generali - Structural fire design
- EN 1993-1-3:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-3: Regole Generali Regole supplementari per lamiere ed elementi profilati a freddo
- EN 1993-1-4:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-4: Regole Generali Regole supplementari per elementi in acciaio inossidabile
- EN 1993-1-5:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Regole Generali Elementi strutturali tipo piastra
- EN 1993-1-6 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-6: Resistenza e stabilità di strutture a guscio
- EN 1993-1-7 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-7: Resistenza e stabilità di strutture planari tipo piastre soggette a carichi fuori dal piano
- EN 1993-1-8:2005 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
- EN 1993-1-9:2005 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-9: Fatica
- EN 1993-1-10:2005 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-10: Material toughness and through-thickness properties
- EN 1993-1-11:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-11: Progettazione di strutture costituite da componenti soggetti a trazione
- EN 1993-1-12 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-12: Generale Acciaio di alta resistenza
- EN 1993-2:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 2: Ponti in acciaio
- EN 1993-3-1:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 3-1: Torri, aste e ciminiere Torri ed aste
- EN 1993-3-2:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 3-2: Torri, aste e ciminiere Ciminiere
- EN 1993-4-1 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 4-1: Silos

- EN 1993-4-2 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 4-2: Serbatoi
- EN 1993-4-3 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 4-3: Oleodotti e condotte in acciaio
- EN 1993-5 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 5: Pali
- EN 1993-6 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 6: Gru e strutture di supporto

- UNI EN 10025-1
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10025-2
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10025-3
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato / normalizzato laminato
- UNI EN 10025-4
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica
- UNI EN 10025-5
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati
- UNI EN 10025-6
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

- UNI EN 10024: 1996
Travi ad I ad ali inclinate laminate a caldo. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10034: 1995
Travi ad I e ad H di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10279: 2002
Profilati ad U di acciaio laminati a caldo tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa

- UNI EN 10210-1: 1996
Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10219-1: 1999
Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura

- UNI EN 10210-2: 1999
Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

- UNI EN 10219-2: 1999
Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate.
Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- UNI EN 10142: 2002
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10147: 2002
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10268: 2000
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato / normalizzato laminato
- UNI EN 10214: 1996
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica
- UNI EN 10215: 1996
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati
- UNI EN 10292: 2004
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

EN 13782:2015 Temporary structures. Tents. Safety

UNI EN 13782:2015 : Strutture temporanee - Tende - Sicurezza

Ipotesi di calcolo

Nel calcolo di verifica si considera la struttura perfettamente montata senza disallineamento tra appoggi e senza difetti di montaggio tali da rendere apprezzabili eventuali effetti tensionali di second'ordine.

Stati Limiti

Combinazioni fondamentali

I valori di progetto delle azioni devono essere combinati nel seguente modo:

$$\gamma_G G_k + \gamma_F Q_{k,1}$$

$$\gamma_G G_k + \sum \gamma_F Q_{k,i}$$

Devono essere controllati tutti i casi, dove:

$\gamma_G = 1,35$ coefficiente di sicurezza parziale per azioni permanenti sfavorevoli;

$\gamma_G = 1,0$ coefficiente di sicurezza parziale per azioni permanenti favorevoli;

$\gamma_F = 1,5$ coefficiente di sicurezza parziale per una sola azione variabile;

$\gamma_F = 1,35$ coefficiente di sicurezza parziale per più azioni variabili;

G_k valore caratteristico delle azioni permanenti;

$Q_{k,i}$ valore caratteristico di una generica azione variabile.

La resistenza di progetto deve essere valutata in conformità alla seguente equazione:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

dove:

R_d è il valore di progetto delle proprietà del materiale;

R_k è il valore caratteristico delle proprietà del materiale;

$\gamma_M = 1,1$ è il coefficiente di sicurezza parziale per le proprietà del materiale in combinazioni di carichi statici per l'acciaio.

Acciaio – Dati per il calcolo

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

modulo elastico $E = 210.000 \quad \text{N/mm}^2$

modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \quad \text{N/mm}^2$

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

coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
(per temperature fino a 100 °C)

densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Laminati a caldo con profili a sezione aperta

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

Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

Bulloni

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb} (\text{N/mm}^2)$	240	300	480	649	900
$f_{tb} (\text{N/mm}^2)$	400	500	600	800	1000

Resistenza delle saldature a cordoni d'angolo

Considerando la sezione di gola nella sua effettiva posizione, si può assumere la seguente condizione di resistenza

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)]^{0,5} \leq f_{tk} / (\beta \gamma_{M2}) ,$$

dove

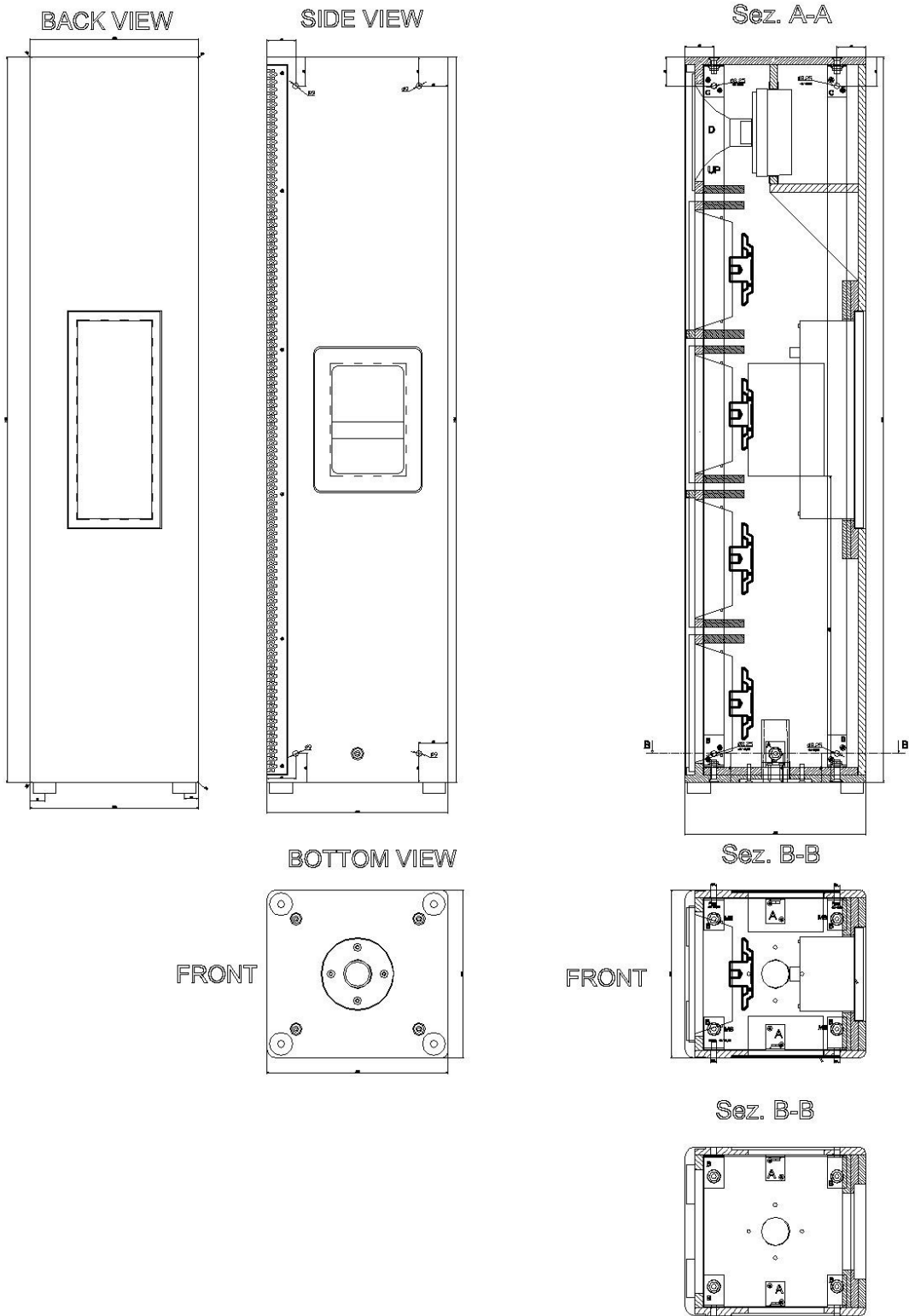
f_{tk} è la resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati,

$\beta = 0,80$ per acciaio S235, 0,85 per acciaio S275, 0,90 per acciaio S355, 1,00 per acciaio S420 e S460.

Unioni con saldature a piena penetrazione

I collegamenti testa a testa, a T e a croce a piena penetrazione sono generalmente realizzati con materiali d'apporto aventi resistenza uguale o maggiore a quella degli elementi collegati. Pertanto la resistenza di calcolo dei collegamenti a piena penetrazione si assume eguale alla resistenza di progetto del più debole tra gli elementi connessi. Una saldatura a piena penetrazione è caratterizzata dalla piena fusione del metallo di base attraverso tutto lo spessore dell'elemento da unire con il materiale di apporto.

Vista Generale della Struttura



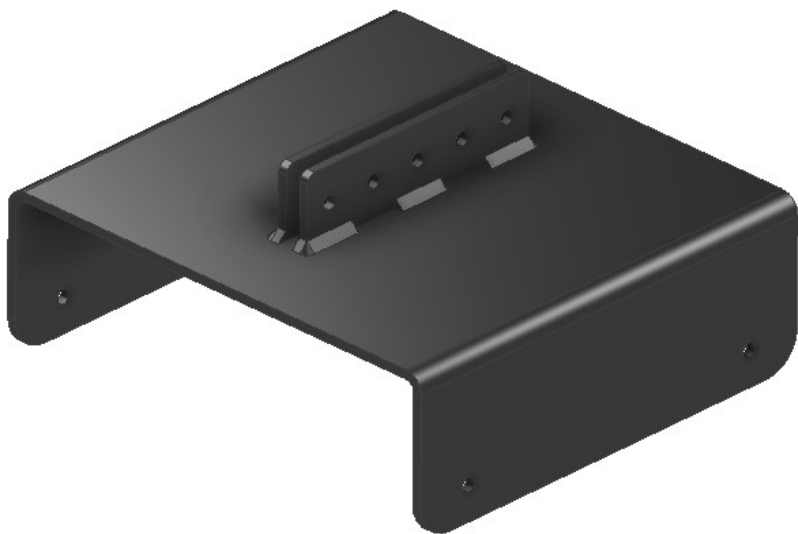
Conformazione con un diffusore

Verifica Componenti

Carichi:

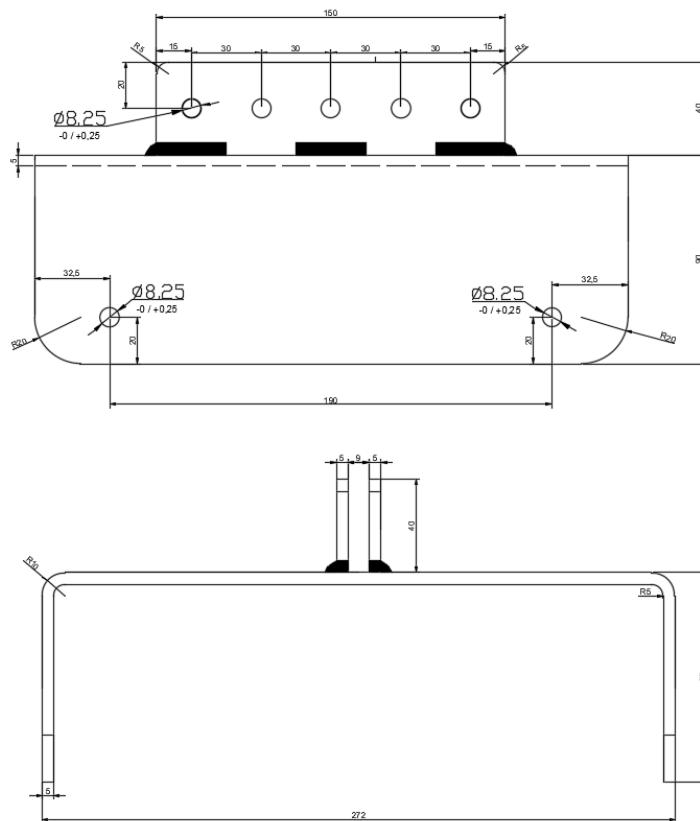
Peso di ogni diffusore = 300N

1 Verifica Staffa di Supporto superiore



Carico = $300\text{N} / 4 \text{ punti} = 75\text{N}$

Fattore di sicurezza = 1.5: $P = 113\text{N}$



Verifica

Profilo a C

$$M_{\max} = 2 \times 113 \text{ N} \times 136 \text{ mm} = 30600 \text{ Nmm}$$

$$W_{xx \text{ eff}} = 5^2 \times 150 / 6 = 625 \text{ mm}^3$$

$$f_y = 30600 / 625 = 48 \text{ N/mm}^2 < F_y 235 \text{ N/mm}^2 / 1.05 = 224 \text{ N/mm}^2$$

Verificato piatto 5mm in S235

Supporto

$$\text{Taglio intorno al foro} = 225 \text{ N} / 2 \times 5 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} = 2 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

Saldatura

Con saldatura di angoli 4mm L 3 x 30mm

Resistenza saldature a cordoni d'angolo - EC3 (edizione 1...

Acciaio S235 (Fe360) f_u 360 N/mm² Coeff. di correlazione β_w 0.8

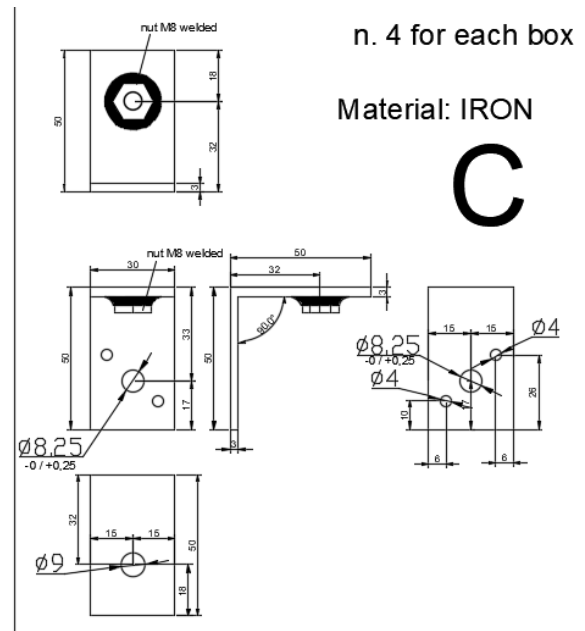
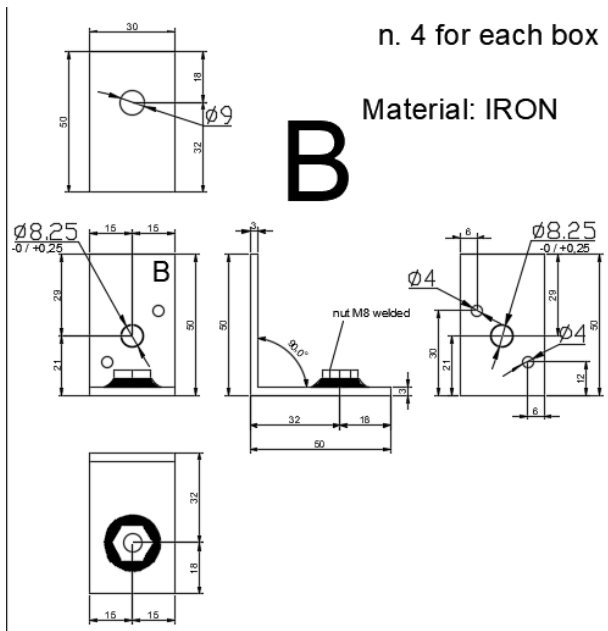
Resistenza di progetto a taglio

$$f_{vw,d} = \frac{F_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{Mw}} = 207,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Portata} = 0.71 \times 4\text{mm} \times 207\text{N/mm}^2 \times 90 = 53000\text{N} > 225\text{N}$$

Staffa Verificato

2 Verifica L di Supporto superiore e Inferiore



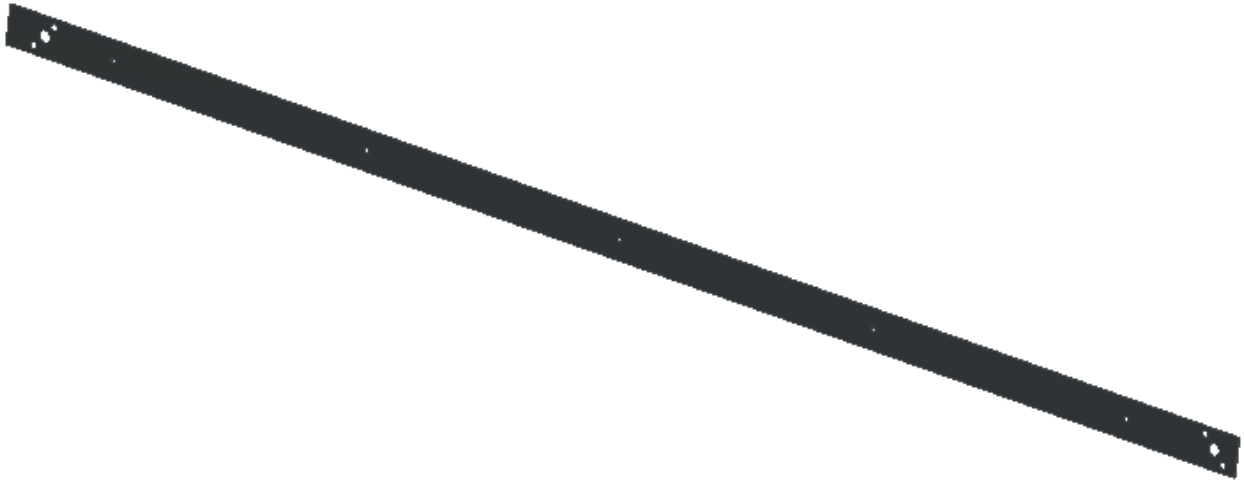
$P = 75\text{N}$ con fattore di sicurezza $1.5 = 113\text{N}$

$$M_{\max} L = 113 \text{ N} \times 32 \text{ mm} = 3616 \text{ Nmm} \quad W_{xx} = 3^2 \times 30/6 = 45 \text{ mm}^3$$

$$f_y = 3616 \text{ Nmm} / 45 \text{ mm}^3 = 80 \text{ N/mm}^2 < F_{yR} 213 \text{ N/mm}^2$$

Verificato

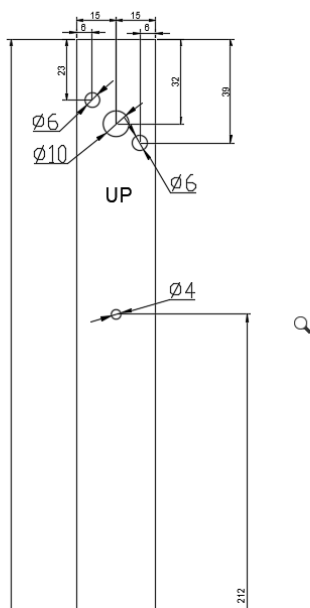
3 Verifica Staffa Verticale



n. 4 for each box

Material: IRON

D



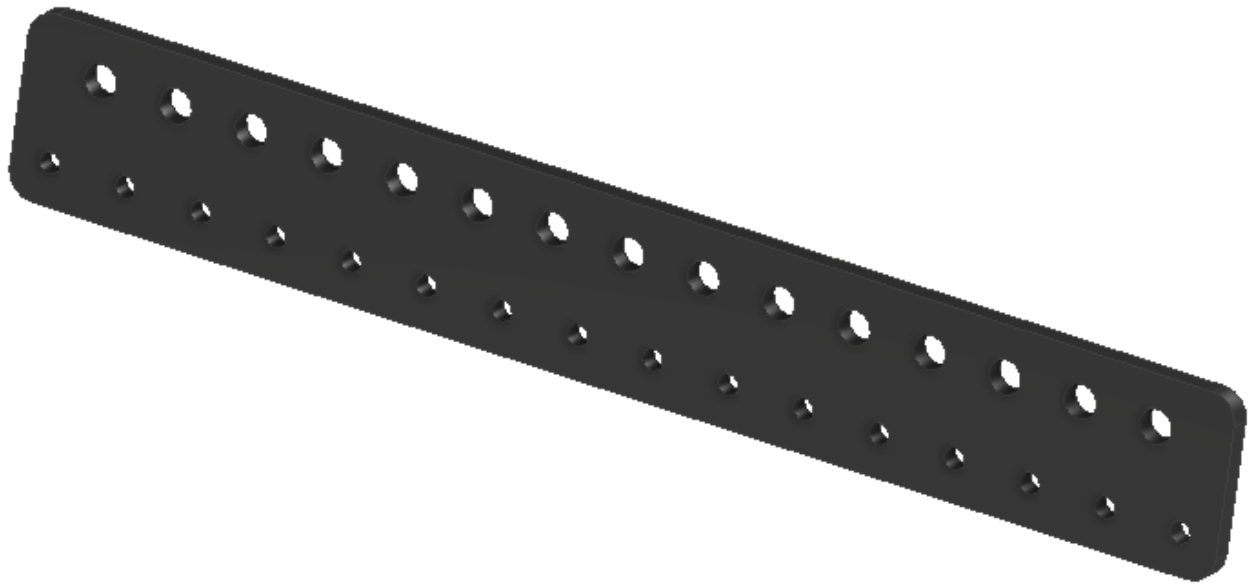
$P = 75\text{N}$ con fattore di sicurezza $1.5 = 113\text{N}$

$$\text{Area ridotto} = 30\text{mm} \times 1\text{mm} - 10\text{mm} \times 1\text{mm} = 20\text{mm}^2$$

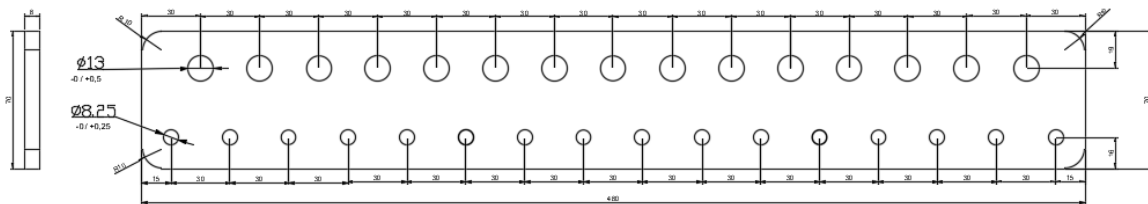
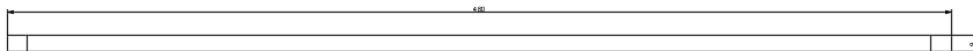
$$f_y = 113 \text{ N/mm}^2 = 6 \text{ N/mm}^2 < F_{yR} 213 \text{ N/mm}^2$$

Verificato

Staffa di Sospensione



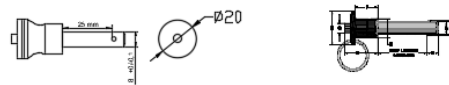
✓



QUICK RELEASE BALL LOCK PINS

Material: Steel

Quantity: 6



$P = 300\text{N}$ e 450N con un fattore di sicurezza di 1.5

$$M_{\max} = 0.45\text{kN} \times 435\text{mm} = 195\text{Nm}$$

$$W_{xx} = 6.53\text{cm}^3$$

$$f_y = 195\text{Nm} / 6.53\text{cm}^3 = 30\text{N/mm}^2 < F_{yr} 213\text{N/mm}^2$$

Verificato

Verifica pin:

Taglio = 450N Diametro pin = 8mm – area 50mm²

$f_v = 18\text{N/mm}^2$

$F_{v,Rd} = (0,6 \cdot f_{tbk} \cdot A_{res})/1,25$

$F_v = 8640\text{N} > f_v 9\text{N/mm}^2$

Verificato

Grillo:

Portata del grillo Prodotti Industriali & Navali S.p.A.

Grillo Inox ad omega ad alta resistenza per sollevamento

art. 7550 codice AIGRUNOD 10 = 6300N > 300N

Verificato