

COMUNE DI PORDENONE

REGIONE FRIULI-VENEZIA GIULIA

COMMITTENTE

Azienda per l'Assistenza Sanitaria n.5 "FRIULI OCCIDENTALE"

R.U.P. per ind. IVAN CULOS

Azienda per l'Assistenza Sanitaria n.5 "FRIULI OCCIDENTALE"
MANUTENZIONE PATRIMONIO EDILIZIO STRUTTURE OSPEDALIERE

LAVORI NECESSARI PER L'ATTIVAZIONE AL VOLO NOTTURNO DELL'ELISUPERFICIE DELL'OSPEDALE DI PORDENONE

CUP F54E16000150002

PROGETTISTA



Via Muredei, 78 - TRENTO - Tel. 0461\933694 - Fax 0461\396352
P.IVA 00661890230 - C.F. MRT BRN 62L18 A178I
internet: www.bmingegneria.com e-mail: moratelli@bmingegneria.com

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
Bruno Moratelli
dott.ing. BRUNO MORATELLI
ISCRIZIONE ALBO N° 1275

CONSULENTE AERONAUTICO



C.te Pierluigi Fumagalli
Studio di
Progettazione
&
Consulenza
Aeronautica

Galbiate - Fraz. Roncate, 4 tel. 0341-240387
e-mail eliporti@tin.it

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

SCALA

-

STRUTTURALE		PASSERELLA IMPIANTI - RELAZIONE DI CALCOLO	PRATICA N.		FASE	TIPO	LAVORO	PROGRESSIVO
REVISIONE	DATA		P632		E	T	ST	01
		UTILIZZO	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO		EMESSO	
A	19.09.2016	PER APPROVAZIONE	ing. S. Roccabruna	ing. B. Moratelli	ing. B. Moratelli		ing. B. Moratelli	

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	NORMATIVE.....	3
3	CARATTERISTICHE CANALA IMPIANTISTICA.....	3
4	CARATTERISTICHE PROFILI UPN100 E HEA160.....	5
5	ANALISI DEI CARICHI	8
6	VERIFICHE PROFILO UPN100 CON AZIONE STATICA.....	9
7	VERIFICHE PROFILO UPN100 CON AZIONE SISMICA	12
8	VERIFICHE CONNESSIONE.....	20

2 NORMATIVE

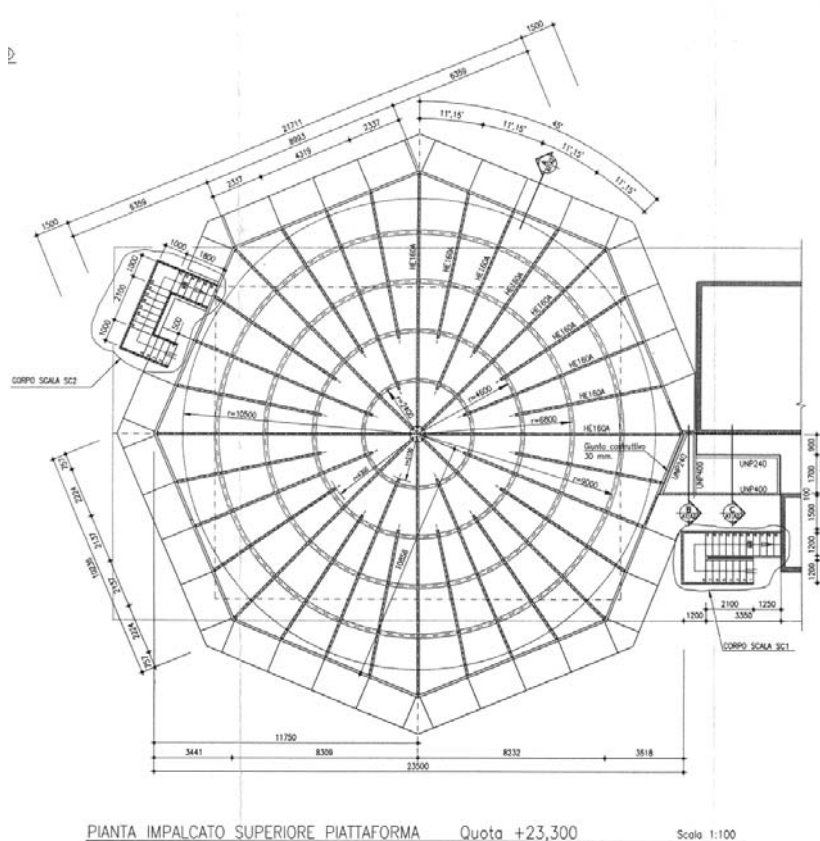
Nel dimensionamento delle strutture ci si è attenuti alle prescrizioni dettate dalla Normativa vigente ed in particolare:

- “Norme Tecniche per le costruzioni” D.M. 14.01.2008
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio
- Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture
- C.N.R. 10011 1997: Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione

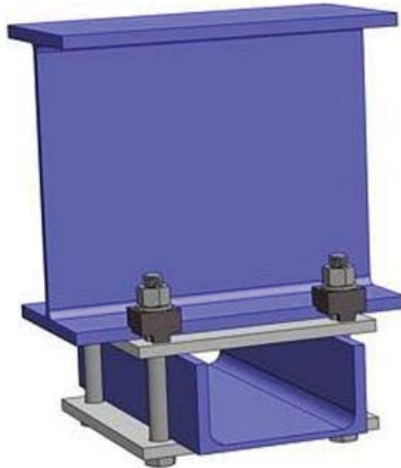
3 CARATTERISTICHE CANALA IMPIANTISTICA

La canalina verrà realizzata con dei profili UPN100 che seguiranno tutto il perimetro ottagonale della piazzola e saranno collegati alle travi secondarie in acciaio HEA160 (disposte a raggera, come si vede nel disegno di seguito) esistenti.

L’interasse massimo considerato tra le travi HEA160 esistenti è pari a 2,40 m.



Il collegamento dei profili UPN100 alle travi portanti sarà realizzata connessioni tipo Lindapter, come si vede nell'immagine di seguito.



Gli elementi costituenti la connessione sono:

- 4 ramponi Lindapter tipo B12 Medium;
- 4 barre filettate M12 acciaio 8.8;
- 4 spessori CW12;
- 2 piastre in acciaio S275 sp. 8 mm con dimensioni $L1 = 154$ mm; $L2 = 214$ mm; distanze fori $C1 = 114$ mm; $C2 = 174$ mm.

4 CARATTERISTICHE PROFILI UPN100 E HEA160

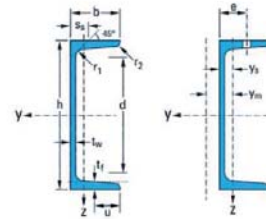
Le caratteristiche del profilo UPN100 sono:

UPN PROFILATI A U - dati geometrici

Norme di riferimento:

Dimensioni: UPN 80-400 UNI EN 10279 - UNI EU 54

Inclinazione delle ali: h > 300: 8%
h > 300: 5%



Designazione nominale	Massa G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r ₁ mm	r ₂ mm	Area A cm ²	Dimensioni di costruzione d mm	Ø mm	e _{min} mm	e _{max} mm	Superficie da verniciare A _L m ² /m	A _G m ² /t
UPN 80	6,65	80	45	6	8	8	4	11,0	47	-	-	-	0,312	36,13
UPN 100	10,6	100	50	6	8,5	8,5	4,5	13,5	54	-	-	-	0,372	35,10
UPN 120	13,4	120	55	7	9	9	4,5	17,0	62	-	-	-	0,434	32,32
UPN 140	16,0	140	60	7	10	10	5	20,4	68	M12	33	37	0,489	30,54
UPN 160	18,8	160	65	7,5	10,5	10,5	5,5	24,0	115	M12	34	42	0,546	28,98
UPN 180	22,0	180	70	8	11	11	5,5	28,0	133	M16	38	41	0,611	27,80
UPN 200	25,3	200	75	8,5	11,5	11,5	6	32,2	151	M16	39	46	0,661	26,15
UPN 220	29,4	220	80	9	12,5	12,5	6,5	37,4	167	M16	40	51	0,718	24,46
UPN 240	33,2	240	85	9,5	13	13	6,5	42,3	184	M20	46	50	0,775	23,34
UPN 260	37,9	260	90	10	14	14	7	48,3	200	M22	50	52	0,834	22,00
UPN 280	41,8	280	95	10	15	15	7,5	53,3	216	M22	52	57	0,890	21,27
UPN 300	46,2	300	100	10	16	16	8	58,8	232	M24	55	59	0,950	20,58
UPN 320	50,5	320	100	14	17,5	17,5	8,75	75,8	246	M22	58	62	0,982	16,50
UPN 350	60,6	350	100	14	16	16	8	77,3	282	M22	56	62	1,047	17,25
UPN 380	63,1	380	102	13,5	16	16	8	80,4	313	M24	59	60	1,110	17,59
UPN 400	71,8	400	110	14	18	18	9	91,5	324	M27	61	62	1,182	16,46

UPN PROFILATI A U - dati statici

Designazione nominale	Dati statici														Classificazione	
	I_y cm ⁴	$W_{el,y}$ cm ³	$W_{pl,y}$ cm ³	I_y cm	A_{yz} cm ²	I_z cm ⁴	$W_{el,z}$ cm ³	$W_{pl,z}$ cm ³	I_z cm	s_s mm	t_f mm	$I_w \cdot 10^{-3}$ cm ⁶	y_s cm	y_m cm	Resistenza	Compressione
UPN 80	106	26,5	21,8	3,10	5,40	10,4	8,38	13,1	1,30	19,4	2,16	0,17	1,05	2,67	1	1
UPN 100	205	41,2	49,0	3,91	6,46	29,3	8,49	16,2	1,47	20,3	2,81	0,41	1,55	2,93	1	1
UPN 120	364	60,7	72,6	4,62	6,80	43,2	11,1	21,2	1,59	22,2	4,15	0,90	1,90	3,03	1	1
UPN 140	605	86,4	103	5,45	10,41	62,7	14,8	28,3	1,75	23,9	5,68	1,80	1,75	3,37	1	1
UPN 160	925	116	138	6,21	12,60	85,3	18,3	35,2	1,89	25,3	7,39	3,26	1,84	3,56	1	1
UPN 180	1 350	150	179	6,95	15,09	114	22,4	42,9	2,02	26,7	9,55	5,57	1,92	3,75	1	1
UPN 200	1 910	191	228	7,70	17,71	148	27,0	51,8	2,14	28,1	11,9	9,07	2,01	3,94	1	1
UPN 220	2 690	245	292	8,48	20,62	197	33,6	64,1	2,30	30,3	16,0	14,8	2,14	4,20	1	1
UPN 240	3 600	300	358	9,22	23,71	248	39,6	75,7	2,42	31,7	19,7	22,1	2,23	4,39	1	1
UPN 260	4 820	371	442	9,99	27,12	317	47,7	91,6	2,56	33,9	25,5	33,3	2,36	4,66	1	1
UPN 280	6 280	448	532	10,90	29,28	399	57,2	109	2,74	35,6	31,0	48,5	2,53	5,02	1	1
UPN 300	8 030	535	632	11,70	31,77	495	67,8	130	2,90	37,3	37,4	69,1	2,70	5,41	1	1
UPN 320	10 870	679	826	12,10	47,11	597	80,6	152	2,81	43,0	66,7	96,1	2,90	4,82	1	1
UPN 350	12 840	734	918	12,90	50,94	570	75,0	143	2,72	40,7	61,2	114	2,40	4,45	1	1
UPN 380	15 780	829	1 014	14,00	53,23	615	78,7	148	2,77	40,3	59,1	146	2,38	4,56	1	1
UPN 400	20 350	1 020	1 240	14,90	58,55	846	102	190	3,04	44,0	81,6	221	2,65	5,11	1	1

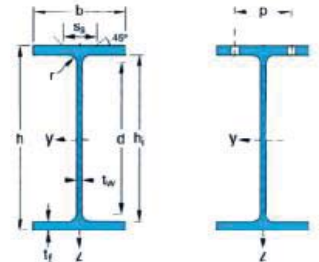
Le caratteristiche del profilo HEA160 sono:

HEA-A, HEA, HEB, HEM, TRAVI EUROPEE AD ALI LARGHE - dati geometrici

Norme di riferimento:

Dimensioni: HE 100-1000 UNI 5397 (EU 53-62)

Tolleranze: EN 10034



Designazione nominale	Massa	Dimensioni					Area A cm ²	Dimensioni di costruzione					Superficie da verniciare	
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm		h _i mm	d mm	Ø	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
HE 100 AA	12,2	91	100	4,2	5,5	12	15,60	80	56	M10	54	58	0,553	45,17
HE 100 A	16,7	96	100	5,0	8,0	12	21,24	80	56	M10	54	58	0,561	33,68
HE 100 B	20,1	100	100	6,0	10,0	12	26,04	80	56	M10	56	58	0,567	27,76
HE 100 M	41,8	120	106	12,0	20,0	12	53,24	80	56	M10	62	64	0,619	14,82
HE 120 AA	14,6	109	120	4,2	5,5	12	18,55	98	74	M12	58	68	0,669	45,94
HE 120 A	19,9	114	120	5,0	8,0	12	25,34	98	74	M12	58	68	0,677	34,06
HE 120 B	26,7	120	120	6,5	11,0	12	34,01	98	74	M12	60	68	0,686	25,71
HE 120 M	52,1	140	126	12,5	21,0	12	66,41	98	74	M12	66	74	0,738	14,16
HE 140 AA	18,1	128	140	4,3	6,0	12	23,02	116	92	M16	64	76	0,787	43,53
HE 140 A	24,7	133	140	5,5	8,5	12	31,42	116	92	M16	64	76	0,794	32,21
HE 140 B	33,7	140	140	7,0	12,0	12	42,96	116	92	M16	66	76	0,805	23,88
HE 140 M	63,2	160	146	13,0	22,0	12	80,56	116	92	M16	72	82	0,857	13,56
HE 160 AA	23,8	148	160	4,5	7,0	15	30,36	134	104	M20	76	84	0,901	37,81
HE 160 A	30,4	152	160	6,0	9,0	15	38,77	134	104	M20	78	84	0,906	29,78
HE 160 B	42,6	160	160	8,0	13,0	15	54,25	134	104	M20	80	84	0,918	21,56
IIC 100 M	70,2	100	100	14,0	23,0	15	97,05	134	104	M20	90	90	0,970	12,74
HE 180 AA	28,7	167	180	5,0	7,5	15	36,53	152	122	M24	84	92	1,018	35,51
HE 180 A	35,5	171	180	6,0	9,5	15	45,25	152	122	M24	86	92	1,024	26,83
HE 180 B	51,2	180	180	8,5	14,0	15	65,25	152	122	M24	88	92	1,037	20,25
HE 180 M	88,9	200	186	14,5	24,0	15	113,30	152	122	M24	94	98	1,089	12,25
HE 200 AA	34,6	186	200	5,5	8,0	18	44,13	170	134	M27	96	100	1,130	32,62
HE 200 A	42,3	190	200	6,5	10,0	18	53,83	170	134	M27	98	100	1,136	26,89
HE 200 B	61,3	200	200	9,0	15,0	18	78,08	170	134	M27	100	100	1,151	18,78
HE 200 M	103	220	206	15,0	25,0	18	131,30	170	134	M27	106	106	1,203	11,67
HE 220 AA	40,4	205	220	6,0	8,5	18	51,46	188	152	M27	98	118	1,247	30,87
HE 220 A	50,5	210	220	7,0	11,0	18	64,34	188	152	M27	98	118	1,255	24,85
HE 220 B	71,5	220	220	9,5	16,0	18	91,04	188	152	M27	100	118	1,270	17,77
HE 220 M	117	240	226	15,5	26,0	18	149,40	188	152	M27	108	124	1,322	11,27
HE 240 AA	47,4	224	240	6,5	9,0	21	60,38	206	164	M27	104	138	1,359	28,67
HE 240 A	60,3	230	240	7,5	12,0	21	76,84	206	164	M27	104	138	1,369	22,70
HE 240 B	83,2	240	240	10,0	17,0	21	106,00	206	164	M27	108	138	1,384	16,63
HE 240 M	157	270	248	18,0	32,0	21	199,60	206	164	M27	116	146	1,460	9,318

Designazione nominale	Dati statici												Classificazione					
	I_y	$W_{el,y}$	$W_{pl,y}$	i_y	A_{yz}	I_z	$W_{el,z}$	$W_{pl,z}$	i_z	s_s	I_t	$I_w \times 10^{-3}$	Flessione			Compressione		
	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	mm	cm ⁴	cm ⁶	$\frac{235}{f_y}$	$\frac{235}{f_y}$	$\frac{235}{f_y}$	$\frac{235}{f_y}$	$\frac{235}{f_y}$	$\frac{235}{f_y}$
HE 100 AA	236,5	51,98	58,36	3,89	6,15	92,06	18,41	28,44	2,43	29,26	2,51	1,68	1	1	2	1	1	2
HE 100 A	349,2	72,76	83,01	4,06	7,56	133,8	26,75	41,14	2,51	35,06	5,24	2,58	1	1	1	1	1	1
HE 100 B	449,5	89,91	104,20	4,16	9,04	167,3	33,45	51,42	2,53	40,06	9,25	3,38	1	1	1	1	1	1
HE 100 M	1 143	190,4	235,80	4,63	18,04	399,2	75,31	116,30	2,74	66,06	68,21	9,93	1	1	1	1	1	1
HE 120 AA	413,4	75,85	84,12	4,72	6,90	158,8	26,47	40,62	2,93	29,26	2,78	4,24	1	3	3	1	3	3
HE 120 A	606,2	106,3	119,5	4,89	8,46	230,9	38,48	58,85	3,02	35,06	5,99	6,47	1	1	1	1	1	1
HE 120 B	864,4	144,1	165,2	5,04	10,96	317,5	52,92	80,97	3,06	42,56	13,84	9,41	1	1	1	1	1	1
HE 120 M	2 018	288,2	350,6	5,51	21,15	702,8	111,6	171,60	3,25	68,56	91,66	24,79	1	1	1	1	1	1
HE 140 AA	719,5	112,4	123,8	5,59	7,92	274,8	39,26	59,93	3,45	30,36	3,54	10,21	2	3	3	2	3	3
HE 140 A	1 033	155,4	173,5	5,73	10,12	389,3	55,62	84,85	3,52	36,56	8,13	15,06	1	1	2	1	1	2
HE 140 B	1 509	215,6	245,4	5,93	13,08	549,7	78,52	119,80	3,58	45,06	20,06	22,48	1	1	1	1	1	1
HE 140 M	3 291	411,4	493,8	6,39	24,46	1 144	156,8	240,50	3,77	71,06	120,0	54,33	1	1	1	1	1	1
HE 160 AA	1 283	173,4	190,4	6,50	10,38	478,7	59,84	91,36	3,97	36,07	6,33	23,75	1	3	3	1	3	3
HE 160 A	1 673	220,1	245,1	6,57	13,21	615,6	76,95	117,6	3,98	41,57	12,19	31,41	1	1	2	1	1	2
HE 160 B	2 492	311,5	354,0	6,78	17,59	889,2	111,2	170,0	4,05	51,57	31,24	47,94	1	1	1	1	1	1
HE 160 M	5 098	566,5	674,6	7,25	30,81	1 759	211,9	325,5	4,26	77,57	162,4	108,1	1	1	1	1	1	1
HE 180 AA	1 967	235,6	258,2	7,34	12,16	730,0	81,1	123,6	4,47	37,57	8,33	46,36	2	3	3	2	3	3
HE 180 A	2 510	293,6	324,9	7,45	14,47	924,6	102,7	156,5	4,52	42,57	14,80	60,21	1	2	3	1	2	3
HE 180 B	3 831	425,7	481,4	7,66	20,24	1 363	151,4	231,0	4,57	54,07	42,16	93,75	1	1	1	1	1	1
HE 180 M	7 483	748,3	883,4	8,13	34,65	2 580	277,4	425,2	4,77	80,07	203,3	199,3	1	1	1	1	1	1
HE 200 AA	2 944	316,6	347,1	8,17	15,45	1 068	106,8	163,2	4,92	42,59	12,69	84,49	2	3	3	2	3	3
HE 200 A	3 692	388,6	429,5	8,28	18,08	1 336	133,6	203,8	4,98	47,59	20,98	108,0	1	2	3	1	2	3
HE 200 B	5 696	569,6	642,5	8,54	24,83	2 003	200,3	305,8	5,07	60,09	59,28	171,1	1	1	1	1	1	1
HE 200 M	10 640	967,4	1 135	9,00	41,03	3 651	354,5	543,2	5,27	86,09	259,4	346,3	1	1	1	1	1	1
HE 220 AA	4 170	406,9	445,5	9,00	17,63	1 510	137,3	209,3	5,42	44,09	15,93	145,6	3	3	4	3	3	4
HE 220 A	5 410	515,2	568,5	9,17	20,67	1 955	177,7	270,6	5,51	50,09	28,46	193,3	1	2	3	1	2	3
HE 220 B	8 091	735,5	827,0	9,43	27,92	2 843	258,5	393,9	5,59	62,59	76,57	295,4	1	1	1	1	1	1
HE 220 M	14 600	1 217	1 419	9,89	45,31	5 012	443,5	678,6	5,79	88,59	315,3	572,7	1	1	-	1	1	-
HE 240 AA	5 835	521,0	570,6	9,83	21,54	2 077	173,1	264,4	5,87	49,10	22,98	239,6	3	3	4	3	3	4
HE 240 A	7 763	675,1	744,6	10,05	25,18	2 769	230,7	351,7	6,00	56,10	41,55	328,5	1	2	3	1	2	3
HE 240 B	11 260	938,3	1 053	10,31	33,23	3 923	326,9	498,4	6,08	68,60	102,7	486,9	1	1	1	1	1	1
HE 240 M	24 290	1 799	2 117	11,03	60,07	8 153	657,5	1 006	6,39	108,60	627,9	1 152	1	1	-	1	1	-

5 ANALISI DEI CARICHI

I carichi statici gravanti sul profilo UPN100 sono:

Peso proprio = 10,6 daN/m

Peso cavi impianti = 10 daN/m

Combinazione SLU

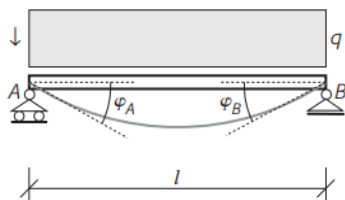
$$q = 1,5 \cdot (10,6 + 10) \text{ daN/m} = 30,9 \text{ daN/m}$$

Combinazione SLE

$$q = 10,6 + 10 \text{ daN/m} = 20,6 \text{ daN/m}$$

6 VERIFICHE PROFILO UPN100 CON AZIONE STATICA

Sollecitazioni e deformazioni massime

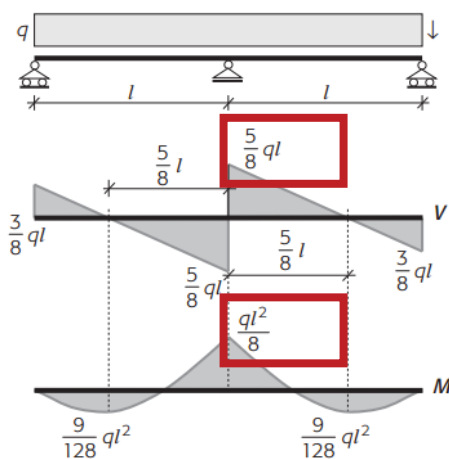


$$M_{max} = \frac{ql^2}{8} \text{ in mezzeria}$$

$$V_{max} = \frac{ql}{2}$$

$$\varphi_A = -\varphi_B = \frac{ql^3}{24EI}$$

$$\delta_d = \delta_{1/2} = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI}$$



Taglio

$$T_{Ed} = 5/8 * q * l = 0,625 * 30,9 \text{ daN/m} * 2,4 \text{ m} = 46,35 \text{ daN}$$

Momento

$$M_{Ed+} = 1/8 * q * l^2 = 1/8 * 30,9 \text{ daN/m} * (2,4 \text{ m})^2 = 22,248 \text{ daNm} = 2224,8 \text{ daNcm}$$

$$M_{Ed-} = -1/8 * q * l^2 = -1/8 * 30,9 \text{ daN/m} * (2,4 \text{ m})^2 = -22,248 \text{ daNm} = -2224,8 \text{ daNcm}$$

Freccia

$$\delta = 5/384 * q * l^4 / EI = 5/384 * 0,206 \text{ N/mm} * (2400 \text{ mm})^4 / (210000 \text{ N/mm}^2 * 293000 \text{ mm}^4) = 1,45 \text{ mm}$$

Verifica a taglio

La forza di taglio massima sarà pari a:

$$T_{Ed} = 46,35 \text{ daN.}$$

NB. Se il taglio di calcolo è \leq alla resistenza dell'elemento ($V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{Rd}$) l'influenza del taglio nella flessione può essere trascurata.

Resistenza a taglio

$$V_{Rd} = A_v \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 850 \text{ mm}^2 \cdot 235 \text{ N/mm}^2 / (\sqrt{3} \cdot 1,05) = 109834,01 \text{ N} = 10983 \text{ daN}$$

$$A_v = 2 \cdot t_f \cdot b = 2 \cdot 8,5 \text{ mm} \cdot 50 \text{ mm} = 850 \text{ mm}^2$$

La verifica a taglio è soddisfatta.

Verifica a flessione

Il momento massimo sarà pari a:

$$M_{Ed} = 2224,8 \text{ daNcm.}$$

Resistenza a flessione

A favore di sicurezza si considera il modulo resistente elastico minimo della sezione:

$$M_{Rd} = W_{el} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 8490 \text{ mm}^3 \cdot 235 \text{ N/mm}^2 / 1,05 = 1900142,85 \text{ Nmm} = 19001 \text{ daNcm.}$$

Le verifiche a flessione sono soddisfatte.

Verifica freccia

Tabella 4.2.X Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	
<i>In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.</i>		

Lo spostamento limite sarà pari a: $\delta_{max} = l/250 = 2400 \text{ mm}/250 = 9,6 \text{ mm}$.

7 VERIFICHE PROFILO UPN100 CON AZIONE SISMICA

Per evitare che l'evento sismico provochi il crollo della canala causando il ferimento delle persone, sono state svolte le necessarie verifiche.

I criteri di progettazione degli elementi non strutturali vengono esposti nel § 7.2.3. delle NTC2008.

Gli elementi costruttivi senza funzione strutturale il cui danneggiamento può provocare danni a persone devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati.

Gli effetti dell'azione sismica allo SLV sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale possono essere determinati applicando agli elementi detti una forza orizzontale F_a (forza sismica totale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole):

$$F_a = (S_a W_a) / q_a$$

dove:

W_a è il peso dell'elemento;

S_a è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (SLV);

q_a è il fattore di struttura dell'elemento.

Per effettuare la verifica viene considerata una fascia di 240 cm di canala (pari all'interasse tra le travi alle quali è ancorato il profilo).

In assenza di specifiche determinazioni, per q_a si possono assumere i valori riportati nella Tab. 7.2.I delle NTC2008, riportata di seguito:

Tabella 7.2.I – Valori di q_a per elementi non strutturale

Elemento non strutturale	q_a
Parapetti o decorazioni aggettanti	1,0
Insegne e pannelli pubblicitari	
Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	
Pareti interne ed esterne	2,0
Tramezzature e facciate	
Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole non controventate per meno di metà della loro altezza o connesse alla struttura in corrispondenza o al di sopra del loro centro di massa	
Elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggiati sul pavimento	
Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	

In mancanza di analisi più accurate S_a può essere calcolato nel seguente modo:

$$S_a = \alpha * S^* [(3 * (1 + Z/H)) / (1 + (1 - T_a/T_1)^2) - 0.5]$$

dove:

α è il rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g ;

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

T_a è il periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T_1 è il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata;

Z è la quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione;

H è l'altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

Il valore del coefficiente sismico S_a non può essere assunto minore di αS .

Il rapporto T_a/T_1 viene in questo caso cautelativamente considerato pari a 1 (condizione in cui ho forze agenti maggiori).

Di seguito si riportano le schermate del documento Excel SPETTRI-NTC:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☐ Ricerca per coordinate

☒ Ricerca per comune

LONGITUDINE
12,6563

REGIONE
Friuli-Venezia Giulia

PROVINCIA
Pordenone

COMUNE
Pordenone

LATITUDINE
45,9626

Elaborazioni grafiche


Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento




Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione
superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_u info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \end{array} \right.$	<input type="text" value="120"/>	<input type="text" value="201"/>
Stati limite ultimi - SLU	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \end{array} \right.$	<input type="text" value="1898"/>	<input type="text" value="2475"/>

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

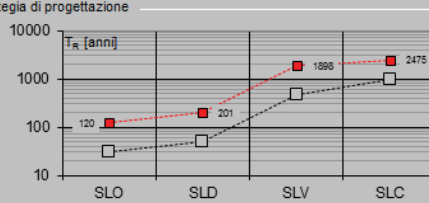
Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale
Categoria di sottosuolo **C** info $S_s = 1,199$ $C_c = 1,467$ info
Categoria topografica **T1** info $h/H = 0,000$ $S_T = 1,000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
☐ Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1,000$ info
☒ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o **1,5** Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale
Spettro di progetto Fattore q **1,5** $\eta = 0,667$ info

Elaborazioni
Grafici spettri di risposta
Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

A favore di sicurezza si considera una categoria di sottosuolo C.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,339 g
F_o	2,463
T_C^*	0,363 s
S_S	1,199
C_C	1,467
S_T	1,000
q	1,500

Parametri dipendenti

S	1,199
η	0,667
T_B	0,178 s
T_C	0,533 s
T_D	2,955 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

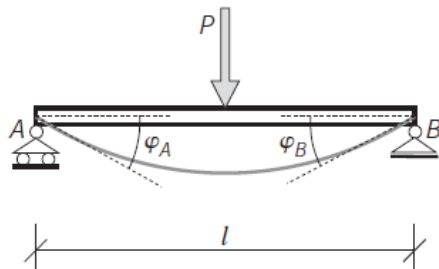
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,406
$T_B \leftarrow$	0,178	0,667
$T_C \leftarrow$	0,533	0,667
	0,648	0,548
	0,763	0,466
	0,879	0,404
	0,994	0,358
	1,110	0,320
	1,225	0,290
	1,340	0,265
	1,456	0,244
	1,571	0,226
	1,686	0,211
	1,802	0,197
	1,917	0,185
	2,032	0,175
	2,148	0,165
	2,263	0,157
	2,379	0,149
	2,494	0,143
	2,609	0,136
	2,725	0,130
	2,840	0,125
$T_D \leftarrow$	2,955	0,120
	3,005	0,116
	3,055	0,113
	3,105	0,109
	3,154	0,106
	3,204	0,102
	3,254	0,099
	3,304	0,096
	3,353	0,093
	3,403	0,091
	3,453	0,088
	3,503	0,086
	3,552	0,083
	3,602	0,081
	3,652	0,079
	3,702	0,077
	3,751	0,075
	3,801	0,073
	3,851	0,071
	3,901	0,069
	3,950	0,068
	4,000	0,068

Le sollecitazioni massime si calcolano considerando l'elemento come una trave in semplice appoggio:



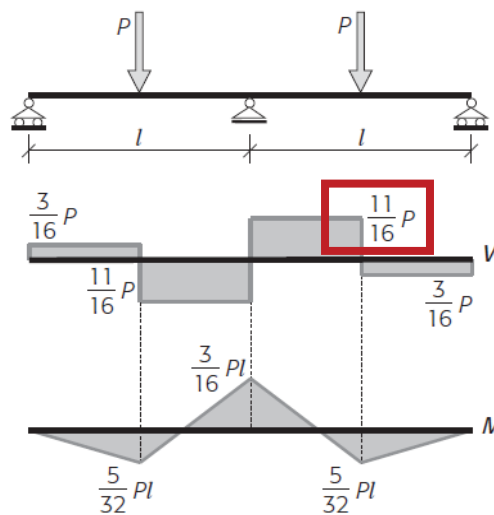
$$M_{max} = \frac{Pl}{4} \text{ in mezzeria}$$

$$V_{max} = \frac{P}{2}$$

$$\varphi_A = -\varphi_B = \frac{Pl^2}{16EI}$$

$$\delta_d = \delta_{l/2} = \frac{Pl^3}{48EI}$$

TRAVI CONTINUE



$$T_{Ed} = F_a \cdot 11/16$$

$$M_{Ed} = F_a \cdot l/4$$

Di seguito i dati e i risultati ottenuti:

a_g/g	0,339
S	1,199
$Z [m]$	22,924
$H [m]$	23,3
$g [cm/s^2]$	981,2
T_a/T_1	1,000
S_a	2,216
Peso [daN/m]	20,6
i [m]	2,4
$W_a [daN]$	49,44
q_a	2
$F_a [daN]$	54,78
$T_{Ed} [daN]$	37,66
$M_{Ed} [daNcm]$	32,87

Verifica a taglio

La forza di taglio massima sarà pari a:

$$T_{Ed} = 37,66 \text{ daN.}$$

NB. Se il taglio di calcolo è \leq alla resistenza dell'elemento ($V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{Rd}$) l'influenza del taglio nella flessione può essere trascurata.

Resistenza a taglio

$$V_{Rd} = A_v \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 623,25 \text{ mmq} \cdot 235 \text{ N/mmq} / (\sqrt{3} \cdot 1,05) = 80534,17 \text{ N} = \mathbf{8053 \text{ daN}}$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f = 1350 \text{ mmq} - 2 \cdot 50 \text{ mm} \cdot 8,5 \text{ mm} + (6 \text{ mm} + 8,5 \text{ mm}) \cdot 8,5 \text{ mm} = 623,25 \text{ mmq}$$

dove:

A è l'area lorda della sezione del profilo,

b è la larghezza delle ali,

r è il raggio di raccordo tra anima ed ala,

t_f è lo spessore delle ali,

t_w è lo spessore dell'anima.

La verifica a taglio è soddisfatta.

Verifica a flessione

Il momento massimo sarà pari a:

$$M_{Ed} = 32,87 \text{ daNcm.}$$

Resistenza a flessione

Si considera il modulo resistente plastico della sezione (per classe 1):

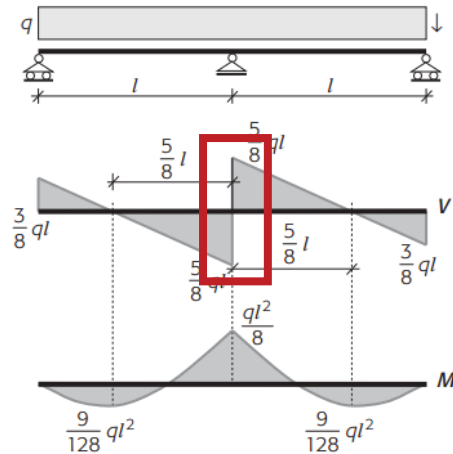
$$M_{Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 49000 \text{ mm}^3 \cdot 235 \text{ N/mm}^2 / 1,05 = 10966666,67 \text{ Nmm} = 109666 \text{ daNcm.}$$

La verifica a flessione è soddisfatta.

8 VERIFICHE CONNESSIONE

Le azioni agenti sulle connessioni sono:

Forza verticale

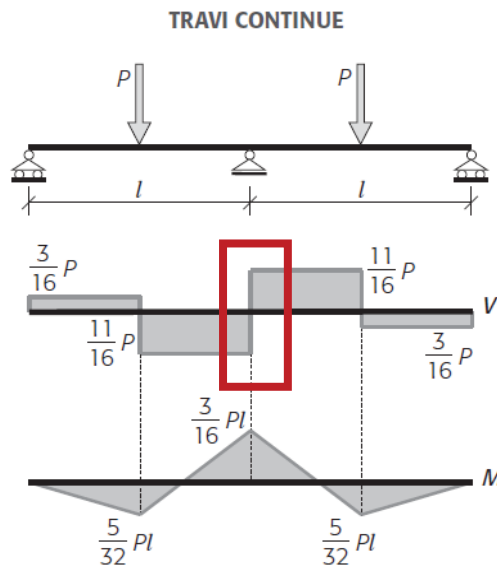


$$V_{Ed} = 2 \cdot \frac{5}{8} \cdot q \cdot l = 1,25 \cdot q \cdot l = 1,25 \cdot 30,9 \text{ daN/m} \cdot 2,4 \text{ m} = 92,7 \text{ daN}$$

Azione sul singolo connettore:

$$V_{Ed}/4 = 92,7/4 \text{ daN} = 23,18 \text{ daN} = 0,25 \text{ kN}$$

Forza orizzontale



$$H_{Ed} = 2 \cdot \frac{11}{16} \cdot P = 1,375 \cdot F_a = 1,375 \cdot 54,78 \text{ daN} = 75,32 \text{ daN}$$

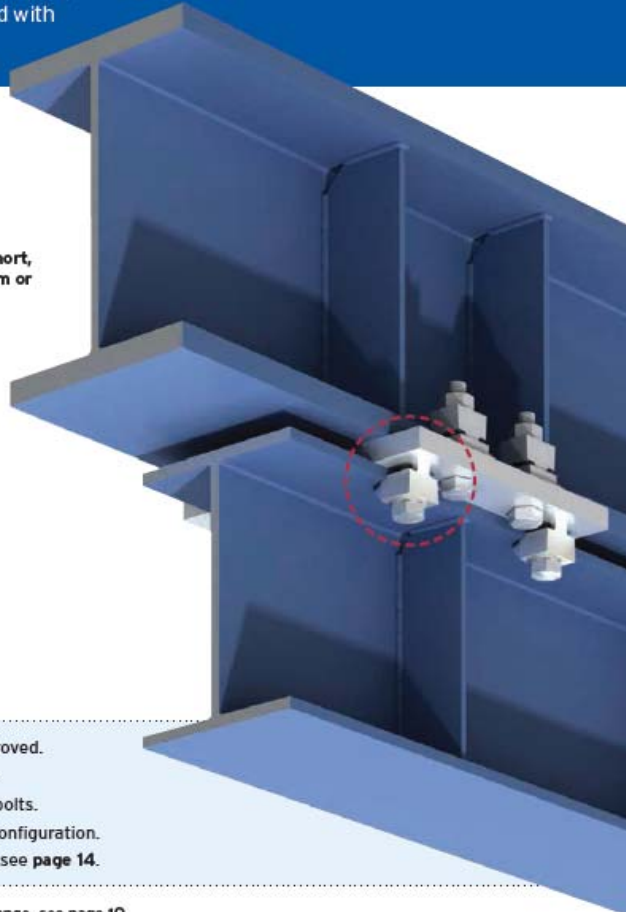
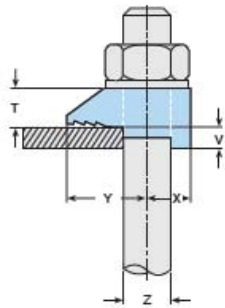
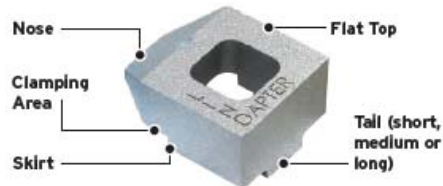
Azione sulla coppia di connettori:

$$H_{Ed}/2 = 75,32/2 \text{ daN} = 37,66 \text{ daN} = 0,38 \text{ kN}$$

Si utilizza il rampone tipo B, da associare a barre filettate M12 in acciaio 8.8:

Type B

The flat-top version of Lindapter's standard clamp, for moderate tensile loading. Can also be used with Type A in a Girder Clamp configuration.



- CE Mark, DIBt, Lloyd's Register and TÜV approved.
- Flat top allows the bolt head or nut to rotate.
- Suitable for use with bolts, studs, tie rods, J-bolts.
- Supports up to 78.8kN in a tensile four bolt configuration.
- For higher loads the Type AF should be used, see **page 14**.

- Packings are available to increase the clamping range, see **page 10**.
- Location plate / end plate details can be found on **page 11**.

Material: Malleable iron, zinc plated / hot dip galvanised.



Product Code	Bolt 8.8 Z	Safe Working Loads (5:1 FOS)		Tightening Torque	Y	X	Dimensions				
		Tensile / 1 Bolt	Slip Resistance / 2 Bolts				Tail Length V			T	Width
		kN	kN				Nm	mm	mm		
B08	M8	1.0	-	6	16	8	-	4	-	8	20
B10	M10	1.5	-	20	20	11	4	5	7	10	26
B12	M12	5.8	0.7	69	26	13	4.5	6	9.5	12	29
B16	M16	7.3	1.5	147	30	16	5.5	8	11	16	36
B20	M20	14.7	3.0	285	36	19	7	10	12.5	20	46
B24	M24	19.7	4.5	491	48	25	9	12	16	24	55

CE For Characteristic Resistances when designing a connection to Eurocode 3 (ETA 13/0300, DOP 0003), please contact Lindapter.

Le verifiche risultano soddisfatte.

Lo spessore dell'ala HEA160 è pari a 9 mm, le barre sono M12:

Tail Length / Packing Combinations

Choose the correct Type A/B configuration for your application using the table below. Please note these calculations are for beams up to and including 5° sloped flanges.

For example, a size M24 Type A/B on a 26mm flange requires 1 x Type A/B short tail (S), 1 x Type CW (CW) and 1 x Type P1 short (P1S).

Flange Thickness mm	M12				M16				M20				M24			
	A/B	CW	P1S	P2S	A/B	CW	P1S	P2S	A/B	CW	P1S	P2S	A/B	CW	P1S	P2S
5	S	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	M	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	S	1	-	-	M	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-
8	S	-	-	-	M	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-
9	M	1	-	-	S	1	-	-	M	-	-	-	S	-	-	-
10	L	-	-	-	L	-	-	-	M	-	-	-	S	-	-	-
11	M	2	-	-	L	-	-	-	S	1	-	-	M	-	-	-
12	L	1	-	-	S	2	-	-	S	1	-	-	M	-	-	-
13	S	1	1	-	S	-	1	-	L	-	-	-	S	1	-	-
14	S	1	1	-	L	1	-	-	M	1	-	-	S	1	-	-
15	L	2	-	-	S	3	-	-	S	2	-	-	L	-	-	-
16	L	-	1	-	M	-	1	-	S	2	-	-	L	-	-	-
17	M	2	1	-	L	2	-	-	S	-	1	-	S	2	-	-
18	M	-	-	1	L	2	-	-	M	2	-	-	S	2	-	-
19	S	1	-	1	L	-	1	-	S	3	-	-	L	1	-	-
20	S	1	-	1	L	3	-	-	M	-	1	-	L	1	-	-
21	M	1	-	1	L	3	-	-	S	1	1	-	S	-	1	-
22	L	-	-	1	L	1	1	-	M	3	-	-	S	-	1	-
23	S	-	1	1	L	1	1	-	L	-	1	-	M	-	1	-
24	M	-	1	1	M	-	-	1	M	1	1	-	M	-	1	-
25	S	1	1	1	L	2	1	-	S	2	1	-	S	1	1	-
26	S	1	1	1	L	2	1	-	S	2	1	-	S	1	1	-
28	L	-	1	1	S	2	-	1	M	2	1	-	L	-	1	-
30	M	-	-	2	L	1	-	1	M	-	-	1	S	2	1	-

A/B = Type A/B S = A/B short M = A/B medium L = A/B long CW = Type CW P1S = Type P1 short P2S = Type P2 short

Definisco quindi 1 rampone tipo B Medium e 1 elemento CW per ogni barra.

Packing Pieces for Types A and B

These packing pieces are compatible with the Type A and Type B clamps and are used to increase the clamping range to suit flange thicknesses. Types A and B are available with three different tail lengths (short, medium or long) and the correct combination of packing pieces should be used.

Packing Pieces

Type CW

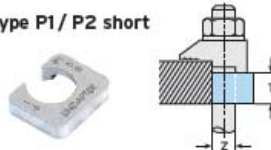


Mild steel, zinc plated / hot dip galvanised.

Product Code	Bolt Size Z	Dimension T (mm)
CW08*	M8	2
CW10	M10	3
CW12	M12	2.5
CW16	M16	3
CW20	M20	4
CW24	M24	4

* CW08 is only available zinc plated.

Type P1/ P2 short

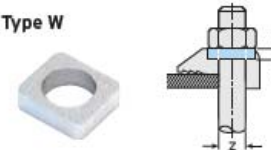


Mild steel, malleable iron, zinc plated / hot dip galv.

Product Code	Bolt Size Z	Dimension T (mm)
P1S08	M8	4
P1S10	M10	5
P1S12	M12	6
P1S16	M16	8
P1S20	M20	10
P1S24	M24	12
P2S08	M8	8
P2S10	M10	10
P2S12	M12	12
P2S16	M16	16
P2S20	M20	20
P2S24	M24	24

Also Available

Type W



Mild steel, malleable iron, zinc plated / hot dip galv.

Product Code	Bolt Size Z	Dimension T (mm)
W08	M8	4
W10	M10	5.5
W12	M12	6
W16	M16	8
W20	M20	10

Note: The Type W is used to fill the recess in the Type A to convert it into a flat top clamp to enable the bolt head or nut to be rotated.

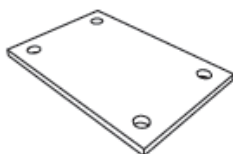
Location and End Plates for Types A and B

These plates ensure the clamps and bolts are located in the correct position relative to the supporting steelwork. If you would like help choosing a suitable plate, please contact Lindapter.

Location Plate

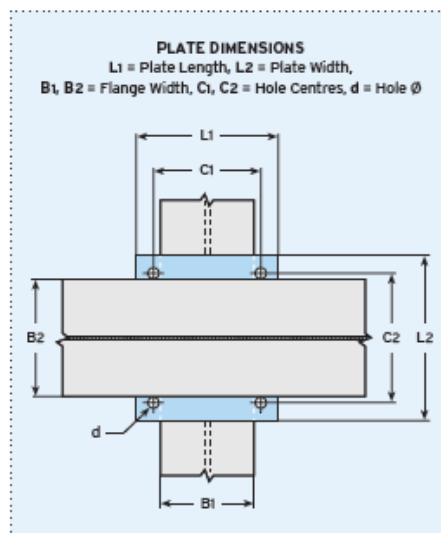
What is it?

Location plates are simple fabricated items designed to sit between the two sections to be clamped together to ensure the bolts are fixed at the correct centres.



Material: Structural mild steel grade S275 JR or JO.
(Steel grade to be specified by the qualified Engineer. For other grades contact Lindapter).

Bolt Size	Hole Ø d mm	Plate Thick. mm	Hole Centres C1 mm	Length / Width min L1 mm	Hole Centres C2 mm	Length / Width min L2 mm
M8	9	6	B1 + 9	B1 + 36	B2 + 9	B2 + 36
M10	11	8	B1 + 11	B1 + 44	B2 + 11	B2 + 44
M12	14	8	B1 + 14	B1 + 54	B2 + 14	B2 + 54
M16	18	10	B1 + 18	B1 + 70	B2 + 18	B2 + 70
M20	22	12	B1 + 22	B1 + 88	B2 + 22	B2 + 88
M24	26	15	B1 + 26	B1 + 104	B2 + 26	B2 + 104



Gli elementi costituenti la connessione sono:

Ogni connessione sarà caratterizzata da due piastre in acciaio S275 sp. 8 mm con

- dimensioni:

$$L1 = B1 + 54 \text{ mm} = 154 \text{ mm};$$

$$L2 = B2 + 54 \text{ mm} = 214 \text{ mm};$$

- distanze fori:

$$C1 = B1 + 14 \text{ mm} = 114 \text{ mm};$$

$$C2 = B2 + 14 \text{ mm} = 174 \text{ mm}.$$

Dove

$$B1 \text{ (altezza profilo UPN100)} = 100 \text{ mm}$$

$$B2 \text{ (larghezza ala profilo HEA160)} = 160 \text{ mm}.$$