

Datos de Diseño	Valor	ud.	Referencia
Conversión	1 N	0.1019 kg	
	g	9.8135 m/s <sup>2</sup>	
Densidad Acero	ρSteel	7850 kg/m <sup>3</sup>	
Tipo de Techo	Techo cónico fijo, soportado API 650, Sec 5.10.1.a		
Nº depósitos		1 ud.	
Máxima capacidad del depósito	Vm	21250 m <sup>3</sup>	
Capacidad del depósito (Volumen útil - neto)	Vn	20001 m <sup>3</sup>	
Diámetro interno del depósito	Di	34000 mm	
Altura del depósito hasta el bordillo del techo	Ht	25000 mm	
Relación altura diámetro	Ht / Di	0.7353	0,1 < H/D < 0,5
Temperatura de diseño	(max Td	55 °C	
	(min)	0 °C	
Temperatura mínima de diseño del metal	MDMT	-7 °C	
Presión de operación (Interna)	Popt	ATM	barg
Presión de diseño (interna)	Pd	0.029 barg	
		2.9 kPa	
Presión de prueba hidrostática (1.0 x Pd)	Pt	0.029 barg	
		2.9 kPa	
Presión de diseño (Externa)	Pe	0.005 barg	Anexo V aplicable
		0.5 kPa	
Producto almacenado	Fuel Oil		
Gravedad específica de diseño del producto almacenado	Sg	0.7835 -	
Gravedad específica del agua para prueba hidrostática (ag)	Sg1	1 -	
Nivel máximo de líquido de diseño	DLL	23500 mm	
Nivel de líquido sobre cubierta en operación normal	hL	0 mm	
Nivel de líquido considerado para cálculo de espesor de vi	Po	23500 mm	
Nivel de líquido en prueba hidrostática = Po / Sg1 (agua d	Ph	23500 mm	API 650, 7.3.5
Ratio de bombeo	In	420.4 m <sup>3</sup> / h	
	Out	213 m <sup>3</sup> / h	
<b>Datos Sísmicos</b>			
Grupo de uso sísmico, SUG	III		API 650 E.3.1
Clase de terreno del sitio	B		API 650, App E. E.4.4 Clasificación definida en API 650, App E. E.4.4
Aceleración máxima del terreno	Sp	0.07 %g	NCSE-02 en Sevilla
	<a href="http://prontuarios.info/acciones/sismo/sevilla">http://prontuarios.info/acciones/sismo/sevilla</a>		
<b>Datos del Viento</b>			
Velocidad básica del viento	V	26 m / s	DBSE-AE Anejo D
		93.60 km / h	
Carga de nieve	S	0.20 kPa	DBSE-AE Anejo D
	<a href="https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-AE.pdf">https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-AE.pdf</a>		
Categoría de exposición	C	-	ver en Viento
Carga viva del techo	Lr	1 kPa	Anexo V según App.V, el valor mínimo es 1 kPa
Eficiencia de junta	E	1	
Radiografía	-		API 650 Sec. 8
Factor de combinación de presión	Fp	0.4	API 650 5.2.2
<b>Tolerancia de corrosión</b>			
CA - Virola	C1	1.6 mm	
CA - Placa de techo / Placa de compresión	C2	1.6 mm	
CA - Fondo / Anular	C3	1.6 mm	
CA - Estructura del techo (total)	C4	1.6 mm	
CA - Techo flotante interno	C5	1.6 mm	
<b>Material de construcción</b>			
Virola (niveles 1:7)	A 573 Gr. 70		
Virola (niveles 8:11)	A 36		
Placa anular	A 573 Gr. 70		
Placa de fondo	A 36		
Placa de techo	A 36		
Cuellos de tubuladura (Tubos seamless)	A 106 Gr. B		
Cuellos de tubuladura (Tubos fabricados con placas)	A 573 Gr. 70		
Accesorios	A 234 WPB		
Bridas	A 105		
Bridas / tapas de boca de hombre (API)	A 573 Gr.70 / A 36		
Placa de compresión	A 36		
Placas de refuerzo	A 573 Gr. 70 / A 36		
Tornillería para bocas de hombre / Tubuladuras	A193 Gr. B7 & A194 Gr. 2H		
Aparejos internos / externos	A 36		
Piernas de apoyo (techo flotante)	A 53 Gr. B		
Escalera / pasamanos	A 36 / A 53 Gr.B		
Juntas	CNAF (sin asbestos)		
Pernos de anclaje	A 36		

**Cálculo de la capacidad del tanque**

Dímetro interno del depósito	Di	34000 mm
Área interna del depósito	Ai	907920277 mm <sup>2</sup>
Gravedad específica de diseño del producto almacenado	Sg	0.7835 -
Gravedad específica del agua para prueba hidrostática (agua dulce)	Sg1	1 -

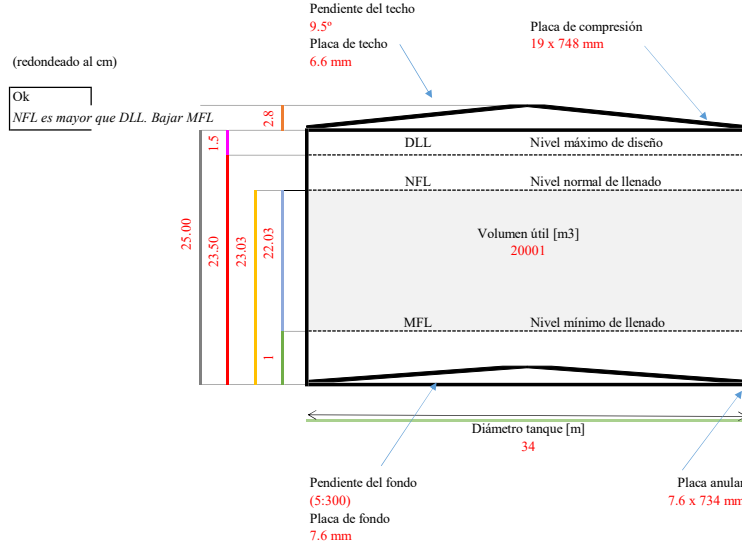
Nivel máximo de líquido de diseño	DLL	23500 mm
Volumen neto objetivo	Vn (obj)	20000 m <sup>3</sup>
Nivel neto (dH)	dH	22030 mm
Nivel mínimo de llenado (Nominal)	MFL	1000 mm
Nivel normal de llenado = dH + MFL	NFL	23030 mm
Nivel normal debe ser igual o menor a ¿NFL < DLL?	Ok	Ok
Espacio libre para techo flotante = Ht - DLL	Hf_TFI	1500 mm
Nivel de líquido en prueba hidrostática	Hh	23500 mm
Altura del depósito hasta el bordillo del techo	Ht	25000 mm

Pendiente en el fondo del tanque	(5:300)	0.016667 -
Altura de la pendiente del fondo del tanque	hcone	283.33 mm
Volumen del cono resultante por la pc = pi * Di <sup>2</sup> * h1 / 12	Bvc	85.75 m <sup>3</sup>
Ángulo de la placa de fondo con la horizontal	φ	0.0167 rad 0.9548 °

Ángulo entre techo y la horizontal	Θ	9.5 ° 0.1658 rad
Altura de cono del techo	h	2846 mm

Capacidad <u>net</u> a del tanque = pi * Di <sup>2</sup> / 4 * (NFL-MFL)	Vn	20001 m <sup>3</sup>
Capacidad <u>máxima</u> del tanque = (pi * Di <sup>2</sup> / 4 * DLL)-Bvc	Vm	21250 m <sup>3</sup>
Volumen durante la prueba hidrostática = (pi * Di <sup>2</sup> / 4 * Hh)-Bvc	Vh	21250 m <sup>3</sup>
Capacidad <u>geométrica</u> del tanque (Ca) = (pi * Di <sup>2</sup> / 4 * Ht)-Bvc	Vg	22612 m <sup>3</sup>
Volumen permanente en el tanque = pi * Di <sup>2</sup> / 4 * (MFL)	Vmin	908 m <sup>3</sup>

Peso del fluido de operación = Vm * Sg * 1000	Wc	16649672 kg
Peso medio de la prueba hidrostática = Vt * Sg1 * 1000	Wh	21250378 kg



Virolas			
n°	Espesor [mm]	Ancho [mm]	Material
1	19.00	2380	A 573 Gr. 70
2	18.00	2380	A 573 Gr. 70
3	16.00	2380	A 573 Gr. 70
4	14.00	2380	A 573 Gr. 70
5	12.00	2380	A 573 Gr. 70
6	10.00	2380	A 573 Gr. 70
7	8.00	2380	A 573 Gr. 70
8	8.00	2385	A 36
9	8.00	1985	A 36
10	8.00	1985	A 36
11	8.00	1985	A 36

<u>Pernos y silletas de anclaje</u>	
Tamaño:	42 mm
Cantidad:	36 uds
BCD:	34198 mm
Altura:	300 mm

Material Allowable Stresses  
Temperatura de diseño

Biblioteca	Grado	Valor		ud.		Referencia		Grupo de material (Tabla 4.4b)	(notas)
		Fy (MPa)	Fu (MPa)	Tensión de diseño para el producto	Tensión para prueba hidrostática	API 650, Sec-5.6.2 Table 5-2a	Hydrostatic Test Stress		
Material 1	A 573 Gr. 70	290	485	193	208	-	-	IVA	10
Material 2	A 36	250	400	160	171	-	-	I	2. (Debe ser semi-killed o killed); 3. (Espesor menor a 20 mm)
Material 3	A 283 Gr. C	205	380	137	154	-	-	I	-
Material 4	A 106 Gr. B	240	415	160	178	-	-	-	(ASME B31.1)
Material 5	A 53 Gr. B	240	415	160	178	-	-	-	(ASME B31.1)

Ht = 25000 mm

Nivel nº	Altura (m)	Material	Grade	Fy (MPa)	Fu (MPa)	Sd (MPa)	St (MPa)
1	2.380	Material 1	A 573 Gr. 70	290	485	193.33	207.86
2	2.380	Material 1	A 573 Gr. 70	290	485	193.33	207.86
3	2.380	Material 1	A 573 Gr. 70	290	485	193.33	207.86
4	2.380	Material 1	A 573 Gr. 70	290	485	193.33	207.86
5	2.380	Material 1	A 573 Gr. 70	290	485	193.33	207.86
6	2.380	Material 1	A 573 Gr. 70	290	485	193.33	207.86
7	2.380	Material 1	A 573 Gr. 70	290	485	193.33	207.86
8	2.385	Material 2	A 36	250	400	160.00	171.43
9	1.985	Material 2	A 36	250	400	160.00	171.43
10	1.985	Material 2	A 36	250	400	160.00	171.43
11	1.985	Material 2	A 36	250	400	160.00	171.43

faltan: 0.000 m para llegar al techo

El material asignado a cada virola se recoge en la pestaña "Datos de diseño".

Virola (niveles 1-7) A 573 Gr. 70  
Virola (niveles 8-11) A 36

A partir de la virola 8, ya entramos en el nivel mínimo de espesor, por lo que ponemos un material menos resistente.

Electrodos de soldadura

Clase	Tensión de rotura [ksi]	Límite elástico [Mpa]	
		[ksi]	[Mpa]
E60xx	62	427.47	50
E70xx	70	482.63	57
E80xx	80	551.58	67
E90xx	90	620.53	77
E100xx	100	689.48	87
E110xx	110	758.42	95
E120xx	120	827.37	107

API 650, app M.6, table M.2a

Módulo de elasticidad a la máxima temperatura de diseño (SI)

Máxima temperatura de diseño °C	Módulo de elasticidad Mpa	interpolación	
0	199000	max. Temp diseño (°C)	55
93	199000	posición	1
150	195000	T	E
200	191000	def	0
260	188000	exc	93

Módulo de elasticidad del acero

E 199000 Mpa

Cálculo de la temperatura de diseño del metal - Table 4.3a

Y = A \* x - B

Grupo API	espesor (mm)	Factor A							Factor B						
		0	6	10	13	19	25.01	40.01	0	6	10	13	19	25.01	40.01
I	Espesor demasiax	0.714	0.714	1.417	1.417	Espesor dema	Espesor demasiado grueso	Espesor dema	16.286	16.286	25.417	25.417	Espesor dema	Espesor demasiado grueso	
II	Espesor demasiax	0.634	0.634	1.243	1.243	1.243	Espesor demasiado grueso	Espesor dema	31.81	31.81	39.72	39.72	Espesor dema	Espesor demasiado grueso	
III	Espesor demasiax	2.667	2.667	2	0.905	0.905	Espesor demasiado grueso	Espesor dema	55.667	55.667	47	26.19	26.19	Espesor demasiado grueso	
III	Espesor demasiax	0	0	1.222	1.222	1.222	Espesor demasiado grueso	Espesor dema	40	40	55.89	55.89	Espesor dema	Espesor demasiado grueso	
III	Espesor demasiax	0	0	0	0	0	Espesor demasiado grueso	Espesor dema	40	40	40	40	Espesor dema	Espesor demasiado grueso	
IV	Espesor demasiax	0.7059	0.7059	0.7059	0.7059	0.7059	Espesor demasiado grueso	Espesor dema	18.235	18.235	18.235	18.235	18.235	Espesor demasiado grueso	
IV	Espesor demasiax	0.7353	0.7353	0.7353	0.7353	0.7353	Espesor demasiado grueso	Espesor dema	23.412	23.412	23.412	23.412	23.412	Espesor demasiado grueso	
V	Espesor demasiax	0.6176	0.6176	0.6176	0.6176	0.6176	Espesor demasiado grueso	Espesor dema	31.71	31.71	31.71	31.71	31.71	Espesor demasiado grueso	
VI	Espesor demasiax	0.4112	0.4112	0.4112	0.4112	0.4112	Espesor demasiado grueso	Espesor dema	40.471	40.471	40.471	40.471	40.471	Espesor demasiado grueso	
VIA	Espesor demasiax	0.4112	0.4112	0.4112	0.4112	0.4112	Espesor demasiado grueso	Espesor dema	40.471	40.471	40.471	40.471	40.471	Espesor demasiado grueso	

<b>Diseño de virolas</b>		Referencias	
Diámetro nominal	=Di + tmax	D	34019 mm
<i>Es un cálculo iterativo, hasta que tmax coincida con el calculado</i>			
Gravedad específica de diseño del producto almacenado	Sg	0.7835	-
Gravedad específica del agua para prueba hidrostática (agua dulce)	Sg1	1	-
Nivel de líquido considerado para cálculo de espesor de virola	Po	23500	mm
Nivel de líquido en prueba hidrostática = Po / Sg1 (agua dulce)	Ph	23500	mm
Presión interna de diseño	= Pd / g	Pi	296 mm col. Agua (convierte kPa a m.c.a.)
Presión durante prueba hidrostática	= Pt / g	Pt	296 mm col. Agua (convierte kPa a m.c.a.)
Presión del techo flotante sobre el líquido	= (WEAfr)	Prf	112 mm col. Agua Ver Flotabile (convierte kg/m2 a m.c.a.: son iguales)
Presión de columna de líquido equivalente	= (Pi+Prf) / Sg	Hp	521 mm API 650, F.2 Pi en mm columna agua
Presión de columna de líquido equivalente en prueba hidrostática	= (Pi+Prf) / Sg1	Hw	408 mm API 650, F.2 Pi en mm columna agua
Columna de líquido de diseño	= Po + Hp	Ha	24021 mm
Columna de líquido de prueba hidrostática	= Po + Hw	Hs	23908 mm
CA - Virola	C1	1.6	mm
Espesor requerido (Diseño)	td	-	mm
$4.9 \times D \times (H_s - 0.3) \times Sg + C_1$			
Espesor requerido (Prueba hidrostática)	tt	-	mm
$4.9 \times D \times (H_h - 0.3)$			
(multiplicar la expresión por la gravedad específica del líquido de prueba Sg1)			
Espesor mínimo requerido (corroído)	t MIN	6	mm
Espesor mínimo requerido (sin corroer)	= t MIN + C1	t MIN (CA)	7.6 mm
Peso total de las virolas (sin corroer)	Ws	249616	kg
Peso total de las virolas (corroído)	Ws'	216055	kg

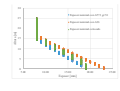
Diámetro nominal [m]	< 15	15 - <36	36 - 60	> 60
Espesor mínimo [mm]	5	6	8	10

Virola - Método del pie

Nivel	Altura	Material	Grado	Sd [MPa]	St [MPa]	Diseño	Hd [m]	Espesor requerido	Prueba hidrostática	HH [m]	Espesor requerido	Espesor calculado	Espesor nom	Peso virola (sin corroer)	Peso virola (corroída)	Grupo Material (Tabla 4.4b)	= A*t - B		
																	A	B	°C
1	2.380	Material 1	A.573 Gr. 70	193.33	207.86	23.50	24.02	17.62	23.50	23.91	18.93	18.93	19.00	37938	34741	IVA	0.7353	23.412	-9.4413
2	2.380	Material 1	A.573 Gr. 70	193.33	207.86	21.12	21.64	16.02	21.12	21.53	17.02	17.02	18.00	35940	32744	IVA	0.7353	23.412	-10.1766
3	2.380	Material 1	A.573 Gr. 70	193.33	207.86	18.74	19.26	14.41	18.74	19.15	15.12	15.12	16.00	31945	28749	IVA	0.7353	23.412	-11.6472
4	2.380	Material 1	A.573 Gr. 70	193.33	207.86	16.36	16.88	12.80	16.36	16.77	13.21	13.21	14.00	27950	24755	IVA	0.7353	23.412	-13.1178
5	2.380	Material 1	A.573 Gr. 70	193.33	207.86	13.98	14.50	11.19	13.98	14.39	11.30	11.30	12.00	23956	20763	IVA	0.7353	23.412	-14.5884
6	2.380	Material 1	A.573 Gr. 70	193.33	207.86	11.60	12.12	9.59	11.60	12.01	9.39	9.39	10.00	19962	16767	IVA	0.7353	23.412	-16.059
7	2.380	Material 1	A.573 Gr. 70	193.33	207.86	9.22	9.74	7.98	9.22	9.63	7.48	7.48	8.00	15969	12774	IVA	0.7353	23.412	-17.5296
8	2.385	Material 2	A.36	160.00	171.43	6.84	7.36	7.36	6.84	7.25	6.76	6.76	8.00	16002	12801	I	0.714	16.286	-10.574
9	1.985	Material 2	A.36	160.00	171.43	4.46	4.98	5.42	4.46	4.86	4.44	4.44	8.00	13318	10654	I	0.714	16.286	-10.574
10	1.985	Material 2	A.36	160.00	171.43	2.47	2.99	3.80	2.47	2.88	2.51	2.51	8.00	13318	10654	I	0.714	16.286	-10.574
11	1.985	Material 2	A.36	160.00	171.43	0.49	1.01	2.18	0.49	0.89	0.58	0.58	8.00	13318	10654	I	0.714	16.286	-10.574
0	0	0	0	0	0														
faltan: 0 m para llegar																			
El material asignad																			
Virola (niveles 1-7)																			
A partir de la virola																			
														Peso virola (el) Peso virola (corroída)					
														kg		kg			
														Ws		249616 216055			

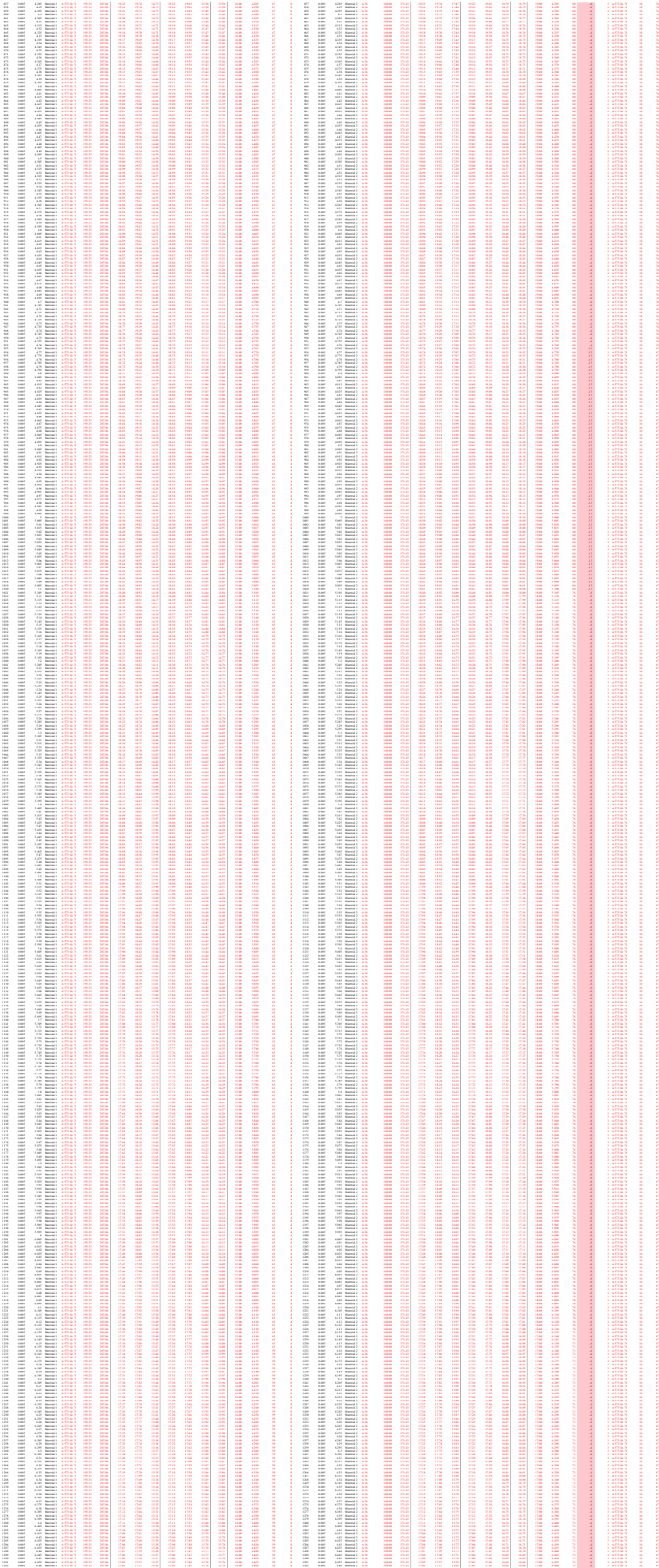
1. **Project Name:** [Blank]  
 2. **Client Name:** [Blank]  
 3. **Project Manager:** [Blank]  
 4. **Start Date:** [Blank]  
 5. **End Date:** [Blank]  
 6. **Project Status:** [Blank]

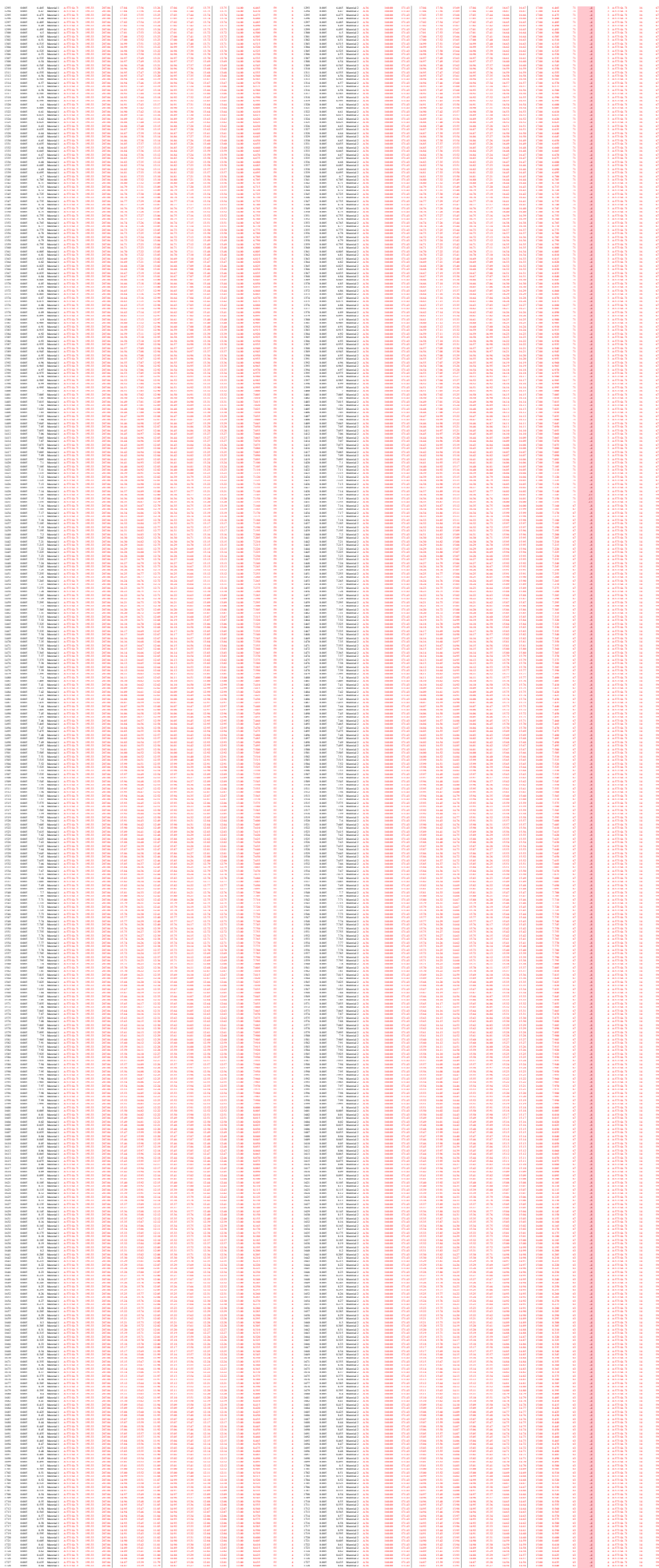
Task ID	Task Name	Start Date	End Date	Duration	Progress (%)	Assignee	Status
1	Task 1.1	2023-01-01	2023-01-05	5	100	John	Completed
2	Task 1.2	2023-01-06	2023-01-10	5	100	Jane	Completed
3	Task 1.3	2023-01-11	2023-01-15	5	100	Mike	Completed
4	Task 1.4	2023-01-16	2023-01-20	5	100	Sarah	Completed
5	Task 1.5	2023-01-21	2023-01-25	5	100	David	Completed
6	Task 1.6	2023-01-26	2023-01-30	5	100	Emily	Completed
7	Task 1.7	2023-01-31	2023-02-04	5	100	Frank	Completed
8	Task 1.8	2023-02-05	2023-02-09	5	100	Grace	Completed
9	Task 1.9	2023-02-10	2023-02-14	5	100	Henry	Completed
10	Task 1.10	2023-02-15	2023-02-19	5	100	Ivy	Completed
11	Task 1.11	2023-02-20	2023-02-24	5	100	Jack	Completed
12	Task 1.12	2023-02-25	2023-03-01	6	100	Karen	Completed
13	Task 1.13	2023-03-02	2023-03-06	5	100	Leo	Completed
14	Task 1.14	2023-03-07	2023-03-11	5	100	Mia	Completed
15	Task 1.15	2023-03-12	2023-03-16	5	100	Noah	Completed
16	Task 1.16	2023-03-17	2023-03-21	5	100	Olivia	Completed
17	Task 1.17	2023-03-22	2023-03-26	5	100	Peter	Completed
18	Task 1.18	2023-03-27	2023-03-31	5	100	Quinn	Completed
19	Task 1.19	2023-04-01	2023-04-05	5	100	Rachel	Completed
20	Task 1.20	2023-04-06	2023-04-10	5	100	Samuel	Completed
21	Task 1.21	2023-04-11	2023-04-15	5	100	Tina	Completed
22	Task 1.22	2023-04-16	2023-04-20	5	100	Uma	Completed
23	Task 1.23	2023-04-21	2023-04-25	5	100	Victor	Completed
24	Task 1.24	2023-04-26	2023-04-30	5	100	Wendy	Completed
25	Task 1.25	2023-05-01	2023-05-05	5	100	Xavier	Completed
26	Task 1.26	2023-05-06	2023-05-10	5	100	Yara	Completed
27	Task 1.27	2023-05-11	2023-05-15	5	100	Zoe	Completed
28	Task 1.28	2023-05-16	2023-05-20	5	100	Adam	Completed
29	Task 1.29	2023-05-21	2023-05-25	5	100	Bella	Completed
30	Task 1.30	2023-05-26	2023-05-30	5	100	Charlie	Completed
31	Task 1.31	2023-05-31	2023-06-04	5	100	Diana	Completed
32	Task 1.32	2023-06-05	2023-06-09	5	100	Ethan	Completed
33	Task 1.33	2023-06-10	2023-06-14	5	100	Fiona	Completed
34	Task 1.34	2023-06-15	2023-06-19	5	100	George	Completed
35	Task 1.35	2023-06-20	2023-06-24	5	100	Hannah	Completed
36	Task 1.36	2023-06-25	2023-06-29	5	100	Ian	Completed
37	Task 1.37	2023-06-30	2023-07-04	5	100	Jessica	Completed
38	Task 1.38	2023-07-05	2023-07-09	5	100	Kevin	Completed
39	Task 1.39	2023-07-10	2023-07-14	5	100	Laura	Completed
40	Task 1.40	2023-07-15	2023-07-19	5	100	Mark	Completed
41	Task 1.41	2023-07-20	2023-07-24	5	100	Nancy	Completed
42	Task 1.42	2023-07-25	2023-07-29	5	100	Oscar	Completed
43	Task 1.43	2023-07-30	2023-08-03	5	100	Pamela	Completed
44	Task 1.44	2023-08-04	2023-08-08	5	100	Quinn	Completed
45	Task 1.45	2023-08-09	2023-08-13	5	100	Rachel	Completed
46	Task 1.46	2023-08-14	2023-08-18	5	100	Samuel	Completed
47	Task 1.47	2023-08-19	2023-08-23	5	100	Tina	Completed
48	Task 1.48	2023-08-24	2023-08-28	5	100	Uma	Completed
49	Task 1.49	2023-08-29	2023-09-02	5	100	Victor	Completed
50	Task 1.50	2023-09-03	2023-09-07	5	100	Wendy	Completed
51	Task 1.51	2023-09-08	2023-09-12	5	100	Xavier	Completed
52	Task 1.52	2023-09-13	2023-09-17	5	100	Yara	Completed
53	Task 1.53	2023-09-18	2023-09-22	5	100	Zoe	Completed
54	Task 1.54	2023-09-23	2023-09-27	5	100	Adam	Completed
55	Task 1.55	2023-09-28	2023-10-02	5	100	Bella	Completed
56	Task 1.56	2023-10-03	2023-10-07	5	100	Charlie	Completed
57	Task 1.57	2023-10-08	2023-10-12	5	100	Diana	Completed
58	Task 1.58	2023-10-13	2023-10-17	5	100	Ethan	Completed
59	Task 1.59	2023-10-18	2023-10-22	5	100	Fiona	Completed
60	Task 1.60	2023-10-23	2023-10-27	5	100	George	Completed
61	Task 1.61	2023-10-28	2023-10-31	4	100	Hannah	Completed
62	Task 1.62	2023-11-01	2023-11-05	5	100	Ian	Completed
63	Task 1.63	2023-11-06	2023-11-10	5	100	Jessica	Completed
64	Task 1.64	2023-11-11	2023-11-15	5	100	Kevin	Completed
65	Task 1.65	2023-11-16	2023-11-20	5	100	Laura	Completed
66	Task 1.66	2023-11-21	2023-11-25	5	100	Mark	Completed
67	Task 1.67	2023-11-26	2023-11-30	5	100	Nancy	Completed
68	Task 1.68	2023-12-01	2023-12-05	5	100	Oscar	Completed
69	Task 1.69	2023-12-06	2023-12-10	5	100	Pamela	Completed
70	Task 1.70	2023-12-11	2023-12-15	5	100	Quinn	Completed
71	Task 1.71	2023-12-16	2023-12-20	5	100	Rachel	Completed
72	Task 1.72	2023-12-21	2023-12-25	5	100	Samuel	Completed
73	Task 1.73	2023-12-26	2023-12-30	5	100	Tina	Completed
74	Task 1.74	2023-12-31	2024-01-04	5	100	Uma	Completed
75	Task 1.75	2024-01-05	2024-01-09	5	100	Victor	Completed
76	Task 1.76	2024-01-10	2024-01-14	5	100	Wendy	Completed
77	Task 1.77	2024-01-15	2024-01-19	5	100	Xavier	Completed
78	Task 1.78	2024-01-20	2024-01-24	5	100	Yara	Completed
79	Task 1.79	2024-01-25	2024-01-29	5	100	Zoe	Completed
80	Task 1.80	2024-01-30	2024-02-03	5	100	Adam	Completed
81	Task 1.81	2024-02-04	2024-02-08	5	100	Bella	Completed
82	Task 1.82	2024-02-09	2024-02-13	5	100	Charlie	Completed
83	Task 1.83	2024-02-14	2024-02-18	5	100	Diana	Completed
84	Task 1.84	2024-02-19	2024-02-23	5	100	Ethan	Completed
85	Task 1.85	2024-02-24	2024-02-28	5	100	Fiona	Completed
86	Task 1.86	2024-02-29	2024-03-05	6	100	George	Completed
87	Task 1.87	2024-03-06	2024-03-10	5	100	Hannah	Completed
88	Task 1.88	2024-03-11	2024-03-15	5	100	Ian	Completed
89	Task 1.89	2024-03-16	2024-03-20	5	100	Jessica	Completed
90	Task 1.90	2024-03-21	2024-03-25	5	100	Kevin	Completed
91	Task 1.91	2024-03-26	2024-03-30	5	100	Laura	Completed
92	Task 1.92	2024-03-31	2024-04-04	5	100	Mark	Completed
93	Task 1.93	2024-04-05	2024-04-09	5	100	Nancy	Completed
94	Task 1.94	2024-04-10	2024-04-14	5	100	Oscar	Completed
95	Task 1.95	2024-04-15	2024-04-19	5	100	Pamela	Completed
96	Task 1.96	2024-04-20	2024-04-24	5	100	Quinn	Completed
97	Task 1.97	2024-04-25	2024-04-29	5	100	Rachel	Completed
98	Task 1.98	2024-04-30	2024-05-04	5	100	Samuel	Completed
99	Task 1.99	2024-05-05	2024-05-09	5	100	Tina	Completed
100	Task 1.100	2024-05-10	2024-05-14	5	100	Uma	Completed



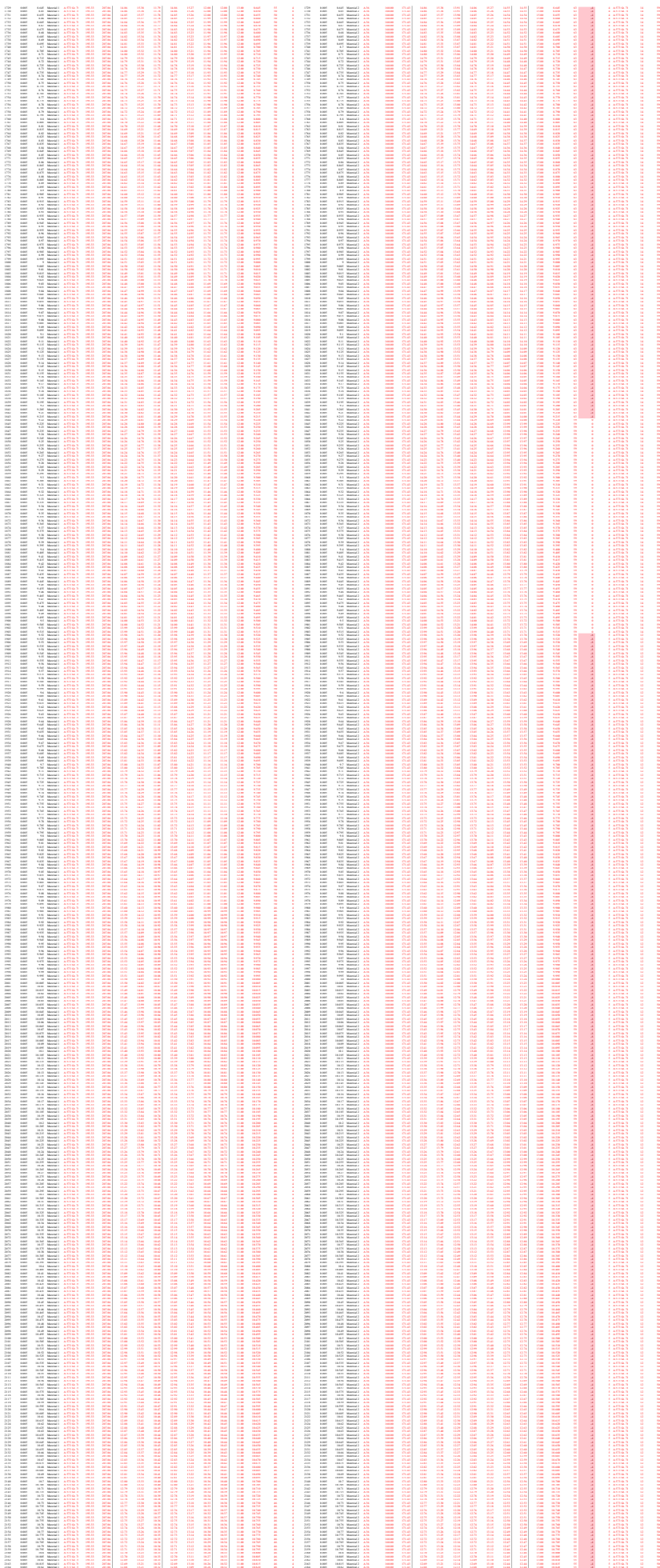
Task ID	Task Name	Start Date	End Date	Duration	Progress (%)	Assignee	Status
1	Task 1.1	2023-01-01	2023-01-05	5	100	John	Completed
2	Task 1.2	2023-01-06	2023-01-10	5	100	Jane	Completed
3	Task 1.3	2023-01-11	2023-01-15	5	100	Mike	Completed
4	Task 1.4	2023-01-16	2023-01-20	5	100	Sarah	Completed
5	Task 1.5	2023-01-21	2023-01-25	5	100	David	Completed
6	Task 1.6	2023-01-26	2023-01-30	5	100	Emily	Completed
7	Task 1.7	2023-01-31	2023-02-04	5	100	Frank	Completed
8	Task 1.8	2023-02-05	2023-02-09	5	100	Grace	Completed
9	Task 1.9	2023-02-10	2023-02-14	5	100	Henry	Completed
10	Task 1.10	2023-02-15	2023-02-19	5	100	Ivy	Completed
11	Task 1.11	2023-02-20	2023-02-24	5	100	Jack	Completed
12	Task 1.12	2023-02-25	2023-03-01	6	100	Karen	Completed
13	Task 1.13	2023-03-02	2023-03-06	5	100	Leo	Completed
14	Task 1.14	2023-03-07	2023-03-11	5	100	Mia	Completed
15	Task 1.15	2023-03-12	2023-03-16	5	100	Noah	Completed
16	Task 1.16	2023-03-17	2023-03-21	5	100	Olivia	Completed
17	Task 1.17	2023-03-22	2023-03-26	5	100	Peter	Completed
18	Task 1.18	2023-03-27	2023-03-31	5	100	Quinn	Completed
19	Task 1.19	2023-04-01	2023-04-05	5	100	Rachel	Completed
20	Task 1.20	2023-04-06	2023-04-10	5	100	Samuel	Completed
21	Task 1.21	2023-04-11	2023-04-15	5	100	Tina	Completed
22	Task 1.22	2023-04-16	2023-04-20	5	100	Uma	Completed
23	Task 1.23	2023-04-21	2023-04-25	5	100	Victor	Completed
24	Task 1.24	2023-04-26	2023-04-30	5	100	Wendy	Completed
25	Task 1.25	2023-05-01	2023-05-05	5	100	Xavier	Completed
26	Task 1.26	2023-05-06	2023-05-10	5	100	Yara	Completed
27	Task 1.27	2023-05-11	2023-05-15	5	100	Zoe	Completed
28	Task 1.28	2023-05-16	2023-05-20	5	100	Adam	Completed
29	Task 1.29	2023-05-21	2023-05-25	5	100	Bella	Completed
30	Task 1.30	2023-05-26	2023-05-30	5	100	Charlie	Completed
31	Task 1.31	2023-05-31	2023-06-04	5	100	Diana	Completed
32	Task 1.32	2023-06-05	2023-06-09	5	100	Ethan	Completed
33	Task 1.33	2023-06-10	2023-06-14	5	100	Fiona	Completed
34	Task 1.34	2023-06-15	2023-06-19	5	100	George	Completed
35	Task 1.35	2023-06-20	2023-06-24	5	100	Hannah	Completed
36	Task 1.36	2023-06-25	2023-06-29	5	100	Ian	Completed
37	Task 1.37	2023-06-30	2023-07-04	5	100	Jessica	Completed
38	Task 1.38	2023-07-05	2023-07-09	5	100	Kevin	Completed
39	Task 1.39	2023-07-10	2023-07-14	5	100	Laura	Completed
40	Task 1.40	2023-07-15	2023-07-19	5	100	Mark	Completed
41	Task 1.41	2023-07-20	2023-07-24	5	100	Nancy	Completed
42	Task 1.42	2023-07-25	2023-07-29	5	100	Oscar	Completed
43	Task 1.43	2023-07-30	2023-08-03	5	100	Pamela	Completed
44	Task 1.44	2023-08-04	2023-08-08	5	100	Quinn	Completed
45	Task 1.45	2023-08-09	2023-08-13	5	100	Rachel	Completed
46	Task 1.46	2023-08-14	2023-08-18	5	100	Samuel	Completed
47	Task 1.47	2023-08-19	2023-08-23	5	100	Tina	Completed
48	Task 1.48	2023-08-24	2023-08-28	5	100	Uma	Completed
49	Task 1.49	2023-08-29	2023-09-02	5	100	Victor	Completed
50	Task 1.50	2023-09-03	2023-09-07	5	100	Wendy	Completed
51	Task 1.51	2023-09-08</					

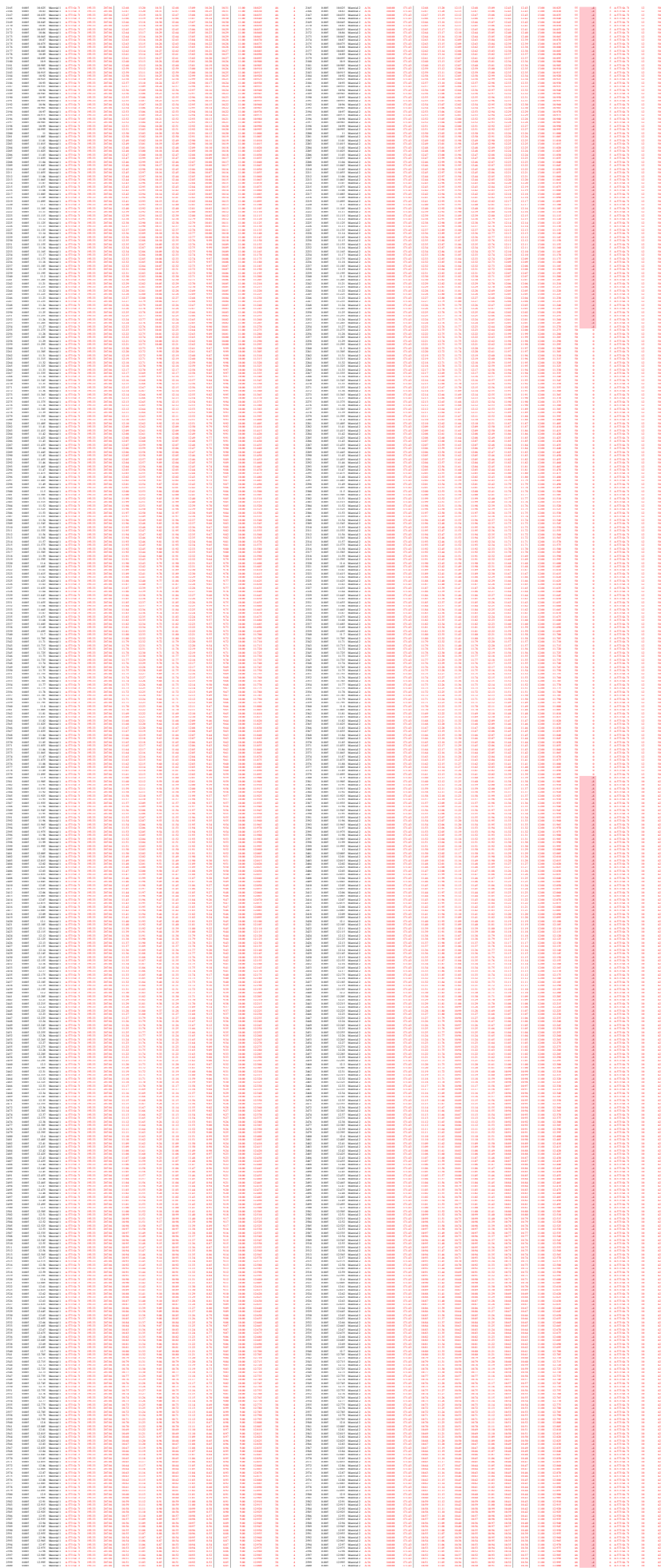












1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations. The text highlights that without proper record-keeping, it becomes difficult to track expenses, revenues, and other financial data, which can lead to significant errors and discrepancies.

2. The second part of the document focuses on the role of the management team in overseeing the organization's financial health. It states that management should regularly review financial statements and reports to identify any potential issues or areas for improvement. The text also mentions that management should ensure that all financial activities are conducted in accordance with applicable laws and regulations, and that they should maintain open communication with stakeholders regarding the organization's financial performance.

3. The third part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations. The text highlights that without proper record-keeping, it becomes difficult to track expenses, revenues, and other financial data, which can lead to significant errors and discrepancies.

4. The fourth part of the document focuses on the role of the management team in overseeing the organization's financial health. It states that management should regularly review financial statements and reports to identify any potential issues or areas for improvement. The text also mentions that management should ensure that all financial activities are conducted in accordance with applicable laws and regulations, and that they should maintain open communication with stakeholders regarding the organization's financial performance.

5. The fifth part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations. The text highlights that without proper record-keeping, it becomes difficult to track expenses, revenues, and other financial data, which can lead to significant errors and discrepancies.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion

1. Introduction  
2. Literature Review  
3. Methodology  
4. Results  
5. Discussion  
6. Conclusion







**Placas de fondo 5.4**

CA - Fondo / Anular	C3	1.6 mm	API 650, Sec 5.4
Mínimo espesor requerido (corroído)	tmin	6 mm	API 650, sec 5.4.1
tmin + C3		7.6 mm	
Espesor dado en placa de fondo	tb	7.6 mm	
Pendiente en el fondo del tanque	(5:300)	0.016667 -	API 650, sec 5.4.4.
Mínima pendiente requerida para el fondo	(1:120)	Cumple	Cumple
Tipo de pendiente del fondo del tanque	Cónica, con centro elevado		API 650, Anexo L, Data Sheet, Line 12

Cumple  
No cumple

**Placa anular 5.5**

Espesor de cálculo de virola final (Diseño)	td1	17.62 mm	
Espesor de cálculo de virola final (Prueba hidrostática)	tt1	18.93 mm	
Espesor Nominal para virola final	t1	19.00 mm	
Esfuerzo por el líquido de diseño en virola final	= (td1-C1) / (t1-C1) * Sd	Sdb	178.05 MPa API 650, Tabla 5.1a
Esfuerzo por la prueba hidrostática en virola final	= (tt1 / t1) * St	Sdb	207.12 MPa API 650, Tabla 5.1a
Máximo esfuerzo entre Sdb y Sdb		207.12 MPa	

Entrando en Tabla 5.1a por:

Espesor de última virola (mm) - Corroído  $t \leq 19$  mm  
Esfuerzo en virola final (MPa)  $\leq 210$  MPa

El mínimo espesor requerido para la placa anular:	tbmin	6 mm	API 650, Tabla 5.1a
CA - Fondo / Anular	C3	1.6 mm	
Espesor de placa anular	= tbmin + C3	tb	7.6 mm
Comprobación 5.5.3	$i, H \times G \leq 23 \text{ m} ?$	HxG	18.41 m

Se cumple. El espesor válido.

Ancho de placa anular			API 650, sec 5.5.2
Gravedad específica de diseño del producto almacenado	Sg	0.7835 -	
Mínimo ancho radial de la placa anular entre la parte interna de la virola y cualquier junta de	la1	600 mm	
Proyección exterior de la placa anular	la2	50 mm	API 650, sec 5.4.2 - max (50 mm; 5.1.5.7)
Solapamiento en la placa de fondo	la3	65 mm	
Mínimo ancho de la placa anular	= la1 + la2 + la3 + t1	aw1	734 mm
Nivel máximo de líquido de diseño	= DLL	H	23500 mm
Ancho calculado de la placa anular	= $215 * tb / (H * Sg)^{0.5}$ H en metros	aw2	381 mm
Mínimo ancho radial requerido de la placa anular	= max (aw1, aw2)	aw	734 mm

**Bandeja de goteo 5.4.5**

Mínimo espesor de la bandeja de goteo	tdrip	3 mm	API 650, sec 5.4.5
Mínima extensión desde el borde de la cimentación	la4	75 mm	API 650, sec 5.4.5
Extensión de la cimentación sobre la placa anular	Cext	250 mm	(ver en Cimentación)
Longitud de bandeja de goteo	= Cext + 2*la4	ldrip	400 mm

**Áreas**

Placas de fondo			
Diámetro de placas de fondo	= Dint - 2 * (aw - la2 - t1 - la3)	Dp	32800 mm No se resta directamente la l por si en el cálculo de aw, el máximo resulta de la formula del "Ancho calculado"
Altura de la pendiente del fondo del tanque	hcone	283.33 mm	
Área de placas de fondo	= pi * Dp/2 * [h1'^2 + (Dp/2)^2]	Ap	845088851 mm2 (sin corroer) (corroída)
Peso placas de fondo	= Ap * tb * rho	Wp	50418 39804 kg
Placa anular			
Diámetro interior	= Dint - 2*(aw-la2-t1)	D1	32670 mm
Diámetro exterior	= Dint + 2*(la2+t1)	D2	34138 mm
Área de la corona (placa anular)	= pi/4 * (D2^2 - D1^2)	Apa	77027253 mm2 (sin corroer) (corroída)
Peso placa anular	= Apa * tb * rho	Wpa	4595 3628 kg
Peso placa de fondo + placa anular	= Wp + Wpa	Wb	(sin corroer) (corroída) 55013 43432 kg
Bandeja de goteo			
Diámetro significativo	= D2 + 2*(ldrip/2)	Ddrip	34538 mm
Área seccional	= tdrip * ldrip	Adrip	1200 mm2 (sin corroer) (corroída)
Peso bandeja de goteo	= Adrip * pi * Ddrip * rho	Wdrip	1022 1022 kg

Espesor de última virola (mm) - Corroído	$\leq 190$	$\leq 210$	$\leq 220$	$\leq 250$		
0	$t \leq 19$	6	6	7	9	Esfuerzo en virola muy grande
19	$19 < t \leq 25$	6	7	10	11	Esfuerzo en virola muy grande
25	$25 < t \leq 32$	6	9	12	14	Esfuerzo en virola muy grande
32	$32 < t \leq 40$	8	11	14	17	Esfuerzo en virola muy grande
40	$40 < t \leq 45$	9	13	16	19	Esfuerzo en virola muy grande
45	-	Espesor virola				Espesor virola muy grueso y esfuerzo muy grande

Se cumple. El espesor válido.  
No se cumple. Hay que reali

Esta longitud asegura que  $la2$  está condicionado por l

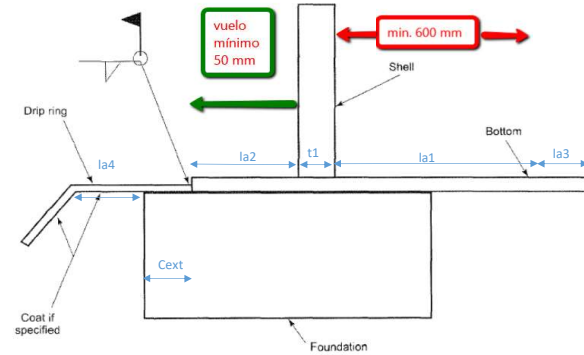


Figura 4-2. Anillo anular de fondo.

**Flush Type Clean Out Door**

Tamaño	36"x48" (900x1200mm)		
D	34019 mm	dámetro interno + 2 veces la mitad del espesor de la virola inferior	
H	23000 mm		
I	18 90 mm		
virola	19 00 mm		

**El material de la virola inferior es del grupo II, III, V o VI**

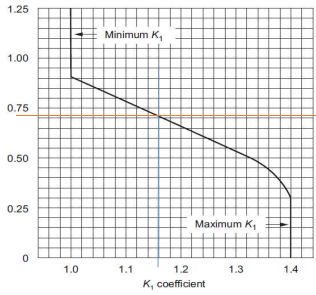
Altura vertical libre de la apertura	h	918 mm	API 650, Table 5.9a
Ancho horizontal de la apertura	b	1219 mm	API 650, Table 5.9a
Dimensiones nominales de la puerta de limpieza	h x b	900x1200	

OO! La unión virola-puerta de limpieza debe ser sometida a un tratamiento de alivio de tensiones según API 656, apartado 5.7.4.1

Valor del eje vertical en la figura 5.11 para encontrar el coeficiente de área (K1)	K1	0.706	API 650, Fig. 5.11
Coefficiente de Área	K1	1.161	API 650, Fig. 5.11
Área transversal sobre el tope de la apertura (mínima)	= k1 * b * t / 2	10042 mm <sup>2</sup>	API 650, Sec. 5.7.7.4
Espesor seleccionado de la placa de refuerzo en virola	tp	24 mm	
Espesor del cuello de tubuladura	td	24 mm	
Comienza por el espesor de la virola, y voy aumentando hasta cumplir la altura L. Resuelto con			
Altura mínima de la placa de refuerzo sobre la apertura	= Acx_min / tp	f	418 mm
Altura mínima requerida de la placa	= h + v + f	L_min	1556 mm
Máxima altura permitida de la placa	L	1372 mm	API 650, Table 5.11 a
Si no se cumple, para el cálculo de Área usar solo en cuenta 1.5 * h	L_min < L?	OK	1.149%
Área transversal sobre el tope de la apertura (calculada)	= tp * (L-h+td)	Acx	10116 mm <sup>2</sup>
Área mínima < Ac OK			3.726%
Mínimo ancho de la placa de refuerzo del fondo desde el c = 250mm + tp + v + t	wcs	293 00 mm	API 650, Sec. 5.7.7.6
Gravedad específica de diseño del producto almacenado SG = 1 (sea menor que 1)	SG	1	
Mínimo espesor requerido en la placa de refuerzo del fond = h^2 / (260000 + h * 170 * (H*SG)) the_min		38.68 mm	API 650, Sec. 5.7.7.6
Mínimo espesor requerido en la placa de refuerzo del fondo según API STD con CA	the	39.00 mm	API 650, Table 5.10 a

$$K_1 = \frac{0.7 + 8.0 \cdot D - 71.5}{1.408} \left[ \frac{120}{400(D-33)} \right]^{1.14}$$

OK  
 No cumple. Aumentar el espesor de la placa de refuerzo en la virola  
 OK  
 No cumple.



**Notes**

W: Ancho del arco de la placa de refuerzo	W	2700 mm
r1: Radio de curvatura superior de la apertura	r1	610 mm
r2: Radio de curvatura de la placa de refuerzo en virola	r2	1030 mm
e: Distancia entre ejes de pernos	e	38 mm
D: Ancho de brida (excepto para el fondo)	D	114 mm
Z: Ancho de brida para el fondo	Z	121 mm
g: Espacio entre pernos especiales	g	108 mm
Número de pernos	operenos	46 ud.
Diámetro de pernos	operenos	24 mm
Área placa de refuerzo sobre la pared	Aprp	2285713.994 mm <sup>2</sup>
Volumen placa de refuerzo sobre la pared	Vprp	54857135.85 mm <sup>3</sup>
Longitud arco del cuello de tubuladura	Lact	2823 mm
Profundidad arco del cuello de tubuladura	Pact	168 mm
Volumen arco del cuello de tubuladura	Vact	10174233.56 mm <sup>3</sup>
Volumen placa de refuerzo del fondo	Vprf	13929513 mm <sup>3</sup>
Área de la contrabrida	Acb	1437624.735 mm <sup>2</sup>
Volumen contrabrida	Vcb	56067364.68 mm <sup>3</sup>
Área de la brida	Ab	483165.4222 mm <sup>2</sup>
Volumen de la brida	Vb	18843451.47 mm <sup>3</sup>
Volumen del conjunto de la puerta de limpieza	Vflush	0.153871699 m <sup>3</sup>
Peso del conjunto de la puerta de limpieza	Wflush	1208 kg

He decidido que el espesor de la brida/contrabrida sea el mismo que el fondo de refuerzo

He decidido que el espesor de la brida/contrabrida sea el mismo que el fondo de refuerzo

**Tabla 5.9a** Dimensiones de accesorios para apertura de limpieza Flush-type

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11
h: Altura de la b	W: Ancho de l	r1: Radio de c	r2: Radio de c	e: Distancia en D	Ancho de l	D: Ancho de l	e: Espacio en	Número de p	Diámetro de p	
203	406	1130	100	360	32	102	89	83	22	20
610	610	1830	300	740	38	102	95	89	36	20
914	1219	2700	610	1040	38	114	121	108	46	24
1219	1219	3200	610	1310	38	114	127	114	52	24

Nota A For neck thicknesses greater than 40 mm, increase if necessary to provide a 1.5 mm clearance between the required neck-to-flange weld and the head of the bolt.  
 Nota B Refer to spacing at the lower corner of the cleanness-fitting flange.  
 Nota C Only for Group I, II, III, or IIIA shell materials (see 5.7.7.2).

**Tabla 5.10a** Espesores mínimos para contrabrida, brida, y placa de refuerzo del fondo para apertura de limpieza Flush-type

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10
H: nivel de liq.	Presión equi.	te: Espesor de t	tb: Espesor de b	tc: Espesor de c	td: Espesor de d	te: Espesor de e	tf: Espesor de f	tg: Espesor de g	th: Espesor de h
200,400	200,400	600x600	600x600	900x1200	900x1200	1200x1200	1200x1200	1200x1200	1200x1200
6.1	6.0	10	13	10	13	16	21	16	21
10.4	101	10	13	13	13	19	25	21	28
12.5	123	10	13	13	14	22	28	22	30
16.1	159	10	13	14	16	24	32	25	33
18.3	179	11	13	16	18	25	33	28	35
19.5	191	11	13	16	18	27	35	28	36
21.9	235	11	13	18	19	28	36	30	40

Nota A Equivalent pressure is based on water loading.  
 Nota B Maximum of 25 mm.  
 Nota C Maximum of 28 mm.  
 Nota D Maximum of 40mm.  
 Nota E Maximum of 45 mm.  
 Nota F See 5.7.7.7 when corrosion allowance is specified.

**Tabla 5.11a** Espesores y altura de placa de refuerzo de virola para aperturas de limpieza Flush-type

t: Espesor	H: nivel de liq.	Área de placa de refuerzo de virola para el tamaño de ape
200x400	600x600	900x1200
350	915	1372
418	1556	1830

Nota A Dimensions td and L may be varied within the limits defined in 5.7.7.  
 Nota B 1200 x 1200 flush-type cleanness fittings are not permitted for tanks with greater than 38 mm lowest shell course thickness.  
 Nota C See 5.6.3.2.

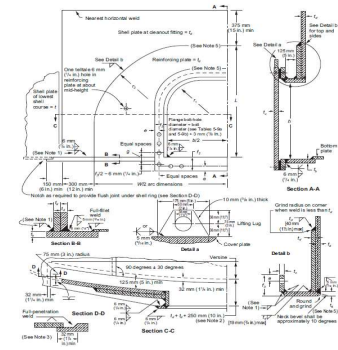


Figure 5.12—Flush-Type Cleanout Fittings (see Tables 5.9a, 5.9b, 5.10a, 5.10b, 5.11a, and 5.11b)







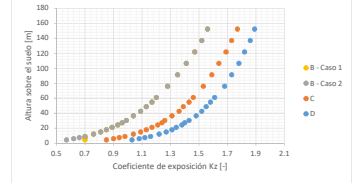
**Análisis de Viento**

		API 650, sec 5.11	
		ASCE 7-05	
Altura del depósito hasta el bordillo del techo	Ht	25000 mm	
Altura de como del techo	h	2846 mm	
Espesor de la virola más gruesa (sin corner)	tmax	19.00 mm	
Diámetro interno del depósito	Di	34000 mm	
Diámetro nominal	D	34019 mm	
Diámetro exterior del depósito	Do	34038 mm	
Velocidad básica del viento	V	93.60 km/h	ASCE 7-05, Sec. 6.5.3 Design Procedure
		26.00 m/s	DBSE-AEAnejo D
Factor de direccionalidad del viento	Kd	0.95	Table 6-4, ASCE 7-05
Categoría de clasificación de edificios y estructuras			
Selección: <b>IV</b> - <i>Chimneys, Tanks, and Similar Structures - Round</i>			
Auxiliary structures (including, but not limited to, communication towers, fuel storage tanks, cooling towers, electrical substation structures, fire water storage tanks or other structures housing or supporting water, or other fire-suppression material or equipment)			
Selección: <b>IV</b> - <i>Table L-1, ASCE 7-05</i>			
Factor de Importancia (cargas de viento)	Iw	1.15	Table 6-1 - ASCE 7.05
Rugosidad del terreno	C	-	ASCE 7.05, Sec 6.5.6.2 Surface Roughness Categories.
Categoría de exposición del viento	C	-	ASCE 7.05, Sec 6.5.6.3 Exposure Categories.

ASCE 7.05	Table 6-1	Importance Factor Iw (Wind Loads)			
Categoría	I	II	III	IV	
Regiones no propensas a huracanes y regiones propensas a huracanes con V= 137-160 km/h y Alaska	0.87	1	1.15	1.15	
Regiones propensas a huracanes con V>=160km/h	0.77	1	1.15	1.15	

Altura de la cimentación sobre el nivel del terreno	zf	1 m	(suposición)	z (m) - interp	kz - interp.
Altura total sobre el nivel del terreno	z	26 m	índice en Tabla 6.3 - ASCE 7.	9	24.4 1.21 27.4 1.24
Coefficiente de exposición de la presión dinámica (calculado para z to)	Kz	1.226	-	Table 6.3 de ASCE 7-05	
Factor topográfico	Kzt	1	-	ASCE 7-05, Sec 6.5.7.2 Topographic Factor.	
Factor de ráfaga (gust factor)	G	0.85	-	ASCE 7-05, Sec 6.5.8.1 & API 650 Sec 5.9.7.1	
Presión dinámica a la altura Z	qz	555.03 N/m <sup>2</sup>	-	ASCE 7-05, Sec 6.5.10	
		0.56 kPa	-		
Ratio H/D		0.7353	-		
Valor D* (q <sub>g</sub> )		801 N/m <sup>2</sup>	-	> 5.3	
Coefficiente de fuerza	Horizontal C <sub>fh</sub>	0.5	-	ASCE 7-05, Figura 6-21, Round Moderately Smooth surface	
	Vertical C <sub>fv</sub>	1.3	-	ASCE 7-05, Figura 6-21, Square sections normal to face	
	(Factor vertical = 1.3 considerado como una aproximación conservadora de ASCE 7-05.				

ASCE 7.05	Tabla 6-3	Velocity Pressure Exposure Coefficients, K <sub>h</sub> and K <sub>z</sub>			
Categoría de Exposición	B - Caso 1	B - Caso 2	C	D	
z (ft)	z (m)				
15	4.6	0.7	0.57	0.85	1.03
20	6.1	0.7	0.62	0.9	1.08
25	7.6	0.7	0.66	0.94	1.12
30	9.1	0.7	0.7	0.98	1.16
40	12.2	0.76	0.76	1.04	1.22
50	15.2	0.81	0.81	1.09	1.27
60	18	0.85	0.85	1.13	1.31
70	21.3	0.89	0.89	1.17	1.34
80	24.4	0.93	0.93	1.21	1.38
90	27.4	0.96	0.96	1.24	1.4
100	30.5	0.99	0.99	1.26	1.43
120	36.6	1.04	1.04	1.31	1.48
140	42.7	1.09	1.09	1.36	1.52
160	48.8	1.13	1.13	1.39	1.55
180	54.9	1.17	1.17	1.43	1.58
200	61	1.2	1.2	1.46	1.61
250	76.2	1.28	1.28	1.53	1.68
300	91.4	1.35	1.35	1.59	1.73
350	106.7	1.41	1.41	1.64	1.78
400	121.9	1.47	1.47	1.69	1.82
450	137.2	1.52	1.52	1.73	1.86
500	152.4	1.56	1.56	1.77	1.89



Diámetro del tanque (incluyendo ancho para la escalera) - ancho de escalera	Dd	34838 mm	
Área proyectada normal a la dirección del viento	Af	871 m <sup>2</sup>	(suposición)
Altura media del tanque desde la base	Hm	12500 mm	
Área proyectada del techo sobre la base	Aroof	909 m <sup>2</sup>	
Carga de viento horizontal de diseño	F <sub>H</sub>	205 kN	ASCE 7-05, Sec 6.5.15 Design Wind Loads on Other Structures
Carga de viento vertical de diseño	F <sub>V</sub>	557 kN	ASCE 7-05, Sec 6.5.15 Design Wind Loads on Other Structures
Momento de vuelco (@ virola - fondo) debido a la pre = FH * Hm	M <sub>WH</sub>	2568 kN * m	
Momento de vuelco (@ virola - fondo) debido a la pre = FV * D/2	M <sub>WV</sub>	9482 kN * m	
Momento de vuelco total debido a M <sub>WH</sub> + M <sub>WV</sub>	M <sub>W</sub>	12050 kN * m	
Cortante total en la base debido al viento	FW	205 kN	

<b>Comprobación para los anclajes requeridos debido al viento</b>			
Presión interna de diseño	Pi	2.9 kPa	API 650, sec 5.11.2
Peso de las virolas + techo estructural soportado por las virolas que no está	Ds	249616 kg	(1) + (2)
Peso de la placa del techo + cualquier elemento estructural asociado a ella	Dr	103428 kg	(4) + (5) <b>Debería ser 0</b>
Factor de combinación de presión			
Se define como el ratio entre presión normal de operación y presión de diseño, con un mínimo de 0.4. En otro caso, resultaría ATM / P/diseño (= 0bar/0.029 bar). 0.4 es un valor de minoración de las fuerzas estabilizadoras.			
Fuerza debida a la presión interna de diseño sobre el te = Pi * Aroof	Fpi	2636 kN	
		268599 kg	
Momento sobre la junta virola-fondo debido a la presión = Fpi * D/2	Mpi	44836 kN * m	API 650, Sec 5.11.2
		4568743 kg * m	
Momento de vuelco total debido al viento sobre la virola y la junta con el f. MW		12050 kN * m	
		1227918 kg * m	
Momento sobre la junta virola-fondo debido al peso de = Ds * D/2	MDL	41667 kN * m	API 650, Sec 5.11.2
		4245846 kg * m	
Fuerza resistente del líquido por unidad circunferencial = min (A1, A2)	wL	27134 N/m	API 650, Sec 5.11.2.3
		2765 kg/m	
wL = 59 * tb * sqrt(Fby * HD)	A1	27134 N/m	
valor de 140.8 HF * D	A2	112562 N/m	
el espesor corroido de la placa de fondo bajo las virolas	tb	6 mm	
Fby: Limite elástico de la placa de fondo	Fby	250 MPa	
HF: altura de liquido de diseño	HF	36259 Psi	
Momento sobre la junta virola-fondo debido al liquido = (wL * z * D)/2	MF	23500 mm =DLL	
		49325 kN * m	API 650, Sec 5.11.2
		5026253 kg * m	
Momento sobre la junta virola-fondo debido al peso de = Dr * D/2	MDLR	17265 kN * m	API 650, Sec 5.11.2
		1759254 kg * m	
Momento de vuelco (@ virola - fondo) debido a la pre = FH * Hm	MWS	2568 kN * m	
		261689 kg * m	

Tanques sin anclajes deben cumplir los siguientes criterios de levantamiento [kN * m] [kN * m]			
Momento desestabilizador < Momento estabilizador		M desestab.	< M estab.
0.6 MW + MPI < MDL/1.5 + MDLR	1) Tanque vacío	52066	45042 <b>No cumple.</b>
MW + Fp * MPI < (MDL * MF)/2 + MDLR	2) Tanque lleno	29984	62761 <b>Cumple.</b>
MWS + Fp * MPI < MDL/1.5 + MDLR	3) Vacío con factor	20502	45042 <b>Cumple.</b>

Cumple. Las condiciones se cumplen. No es necesario anclar mecánicamente el tanque.  
 No cumple. Las condiciones no se cumplen. Es necesario anclar mecánicamente el tanque.

Las condiciones no se cumplen. Es necesario anclar mecánicamente el tanque.

**Tabla 1 - Diseño sismo de tanque de almacenamiento**

Altura del depósito hasta el borde del techo	H1	2500 mm
Altura de cono del techo	H2	266 mm
Diámetro nominal	D	3400 mm
Nivel máximo de líquido de diseño	H	2500 mm
Clase de terreno del sitio	definada en API 650, App E, E.4.4	B -
Grupo de suelo sísmico, establecido por el SUG	S	II
Factor de importancia, establecido por el SUG	I	1.5 -
Aceleración máxima del terreno	SP	0.07 g
Parámetro de respuesta con un 5% de amortiguamiento = 2.5 * Sp	Sp	0.175 g
Parámetro de respuesta con un 5% de amortiguamiento = 1.25 * Sp	S1	0.0875 g
Coefficiente de amplificación de aceleración del sitio (período de 0.2-2s)	Sa	0.175 g
Coefficiente de amplificación de velocidad del sitio (período de 1 sec)	Fv	1 -
Máximo espectro de respuesta de aceleración condon = Fa * Sa	Sa	0.075 g
Máximo espectro de respuesta de aceleración condon = Fa * S1	S1	0.0875 g

Período correctivo de chapoteo

$$K_c = \frac{0.75}{\sqrt{1 + \frac{H^2}{D^2}}}$$

Coefficiente de período de chapoteo

$$K_a = \frac{0.5816}{\sqrt{1 + \frac{H^2}{D^2}}}$$

Período del primer modo de chapoteo

$$T_c = 1.14 K_c \sqrt{D}$$

Período de transición para largos períodos de movimiento de terreno

$$T_L = 4 s$$

El modo correctivo de vibración del líquido genera una onda sísmica que debe ser menor que el espacio libre de líquido del tanque.

Factores de modificación de respuesta

Tipo de análisis del tanque?	Muchísimo incluido
Factor reductor de fuerza para modo impulsivo usando métodos de efectos Rwi	4 -
Factor reductor de fuerza para modo correctivo usando métodos de efectos Rwc	2 -

Para sitios donde sólo se define la aceleración máxima de terreno (Sp), se sustituye Sp por Sp en las ecuaciones para calcular los parámetros de espectro de respuesta de aceleración impulsiva y correctiva (A1, A2)

Q=1, sólo se especifica otro valor en la normativa aplicable, desde ASCE 7 se aplica

Valor de factor de escala	Q	1.000
Parámetro de espectro de aceleración impulsiva	A1	0.0656 g/g
a) A1 >= 0.007	SDS * (R/Rwi) * (2.5*Sp/Fa) * Sp	0.0656 g/g
b) A1 >= 0.6	0.0656 g/g	0.0656 g/g

Coefficiente para ajustar la aceleración espectral de 5% a 0.5% amortiguado K

$$K = 1.5 -$$

Parámetro de espectro de aceleración correctivo

a) Para Tc <= TL

$$A_c = 2.5 * K * Q * Fa * Sp * (Tc/TL)$$

b) Para Tc > TL

$$A_c = 2.5 * K * Q * Fa * Sp * (TL/Tc)$$

Parámetro vertical de aceleración sísmica

$$A_v = 0.47 * S_{ds} = 0.47 * A_v = 0.3285 g$$

Gravedad específica del fluido

$$G = 0.7577 -$$

Peso

Vista	249636 kg	[1]
Tabuladuras y púas interno - Vindos	6000 kg	[11]
Peso total de Vindos y sus quepas	256566 kg	
Peso total de Vindos y sus quepas	258000 kg	

Placa de techo fijo (incluyendo placa de compresión)

Conjunto estructural del techo

Adjustes permanentes del techo (plataformas + subaladas)

Peso total del techo fijo incluyendo marcos + ajustes permanentes

Peso total del suelo

Peso total del contenido del tanque

Ratio D/H

a) si D/H <= 1.33

b) si D/H < 1.33

Peso efectivo impulsivo del líquido

Peso efectivo correctivo (chapoteo) del líquido

La fuerza de diseño sísmica equivalente se calcula como F = A \* H \* G, donde:

- A = el coeficiente de aceleración lateral, g
- H = el peso efectivo
- G = la gravedad específica del fluido

Cortante total de diseño en la base (Tanque fijo)

Cortante de diseño en la base debido a la componente = A \* W

Cortante de diseño en la base debido a la componente = A \* Wc

Cálculo del momento último para las condiciones de operación

Altura desde el final de vista hasta el centro de acción de la fuerza lateral el Xi

a) si D/H >= 1.3333, Xi = 0.375 \* H

b) si D/H < 1.3333, Xi = (0.5 \* 0.084 \* H) \* H

Altura desde el final de vista hasta el centro de acción de la fuerza lateral el Xc

Cálculo del centro de gravedad de las vistas

Nivel	Altura (m)	Altura acumulada	Peso (kg)	C.d.g. vertical (m)	C.d.g. acumulada	W * X
1	2.380	2.380	17900	1.190	2.190	21460
2	2.380	4.760	15400	1.190	3.370	18266
3	2.380	7.140	13240	1.190	4.560	15400
4	2.380	9.520	11360	1.190	5.750	13240
5	2.380	11.900	9760	1.190	6.940	11360
6	2.380	14.280	8380	1.190	8.130	9760
7	2.380	16.660	7200	1.190	9.320	8380
8	2.380	19.040	6200	1.190	10.510	7200
9	2.380	21.420	5360	1.190	11.700	6200
10	2.380	23.800	4640	1.190	12.890	5360
11	2.380	26.180	4040	1.190	14.080	4640
Total			249636			2526840

Altura desde el final de vista hasta el centro de gravedad = Z (A\*B)/ΣA

Altura desde el final de vista hasta el centro de gravedad = H1 + H2 - Z

Momento de vuelco (Tanque fijo)

Momento sísmico en el anillo

Comprobación de vuelco debido al momento sísmico

Material de la placa anillo del fondo

Límite elástico especificado del material de la placa anillo de fondo

Tensión de diseño del producto para el material de la placa anillo de fondo

Espesor nominal de la placa de fondo bajo las vistas

Vindos (niveles 1-7) R11

Material de la vista

Límite elástico especificado del material de la vista

Tensión de diseño del producto para el material de la v

Espesor nominal de la vista más baja

data anclada

Fuerza resistente del contenido del tanque (por unidad de longitud circular)

si no se cumple, wa = 200 \* H \* D \* Kc

si se cumple, wa = 200 \* H \* D \* Kc

si L < Leat, usar un valor reducido de wa = wa \* (L/Leat)^2

Ratio de Anclaje

Criterio: tabla E.6

Evaluación de "a" según los requerimientos de Anillo Anclado

1. "a" usado para "a" debe ser menor que el espesor (Cumple)

2. "a" usado para "a" no debe exceder el espesor de L (Cumple)

3. La mínima provisión de la placa anillo interior de L (Cumple)

Máxima tensión de compresión longitudinal en el fondo

Criterio

si criterio = 44

si criterio = 44

Tensión sísmica de compresión longitudinal admisible en el fondo de las v

En caso de no cumplir, si el espesor de la última viga calculado para resistir el momento de vuelco sísmico es mayor que el requerido por presión

RF Fuerzas circunferenciales debidas a la hidrostática del líquido

Ratio D/H

Distancia desde la superficie del líquido hasta el punto de análisis (positivo) Y

Ratio Y/H

Fuerzas circunferenciales dinámicas, N

1) si D/H >= 1.33

2) si D/H < 1.33 (+) Y = 0.75D

3) si D/H < 1.33 (+) Y = 0.75D

Esfuerzo circunferencial de membrana en la pared del tanque

Esfuerzo circunferencial de membrana en la pared del tanque (correctivo)

Esfuerzo hidrostático circunferencial debido a la presión = 49 \* D \* H / 3

Tensión circunferencial combinada (máxima)

Tensión circunferencial combinada (mínima)

Máxima tensión circunferencial permitida para la combinación hidrostática

Comprobación de los esfuerzos circunferenciales en las Vistas

Grupo de suelo sísmico, SUG

Factor de importancia, establecido por el SUG

Factor de respuesta para modo de chapoteo

Período de transición para largos períodos de movimiento de terreno

Coefficiente para ajustar la aceleración espectral de 5% a 0.5% amortiguado

Espectro de respuesta de sísmo de diseño para período = QP \* Sp

Espectro de respuesta de sísmo de diseño para período = QP \* S1

Coefficiente de aceleración para el cálculo de la altura de [caso 1]

Para SUG I y II

Para SUG III

Altura de la ola de chapoteo sobre el nivel de diseño de = 0.42 \* D \* Af

Altura libre mínima requerida según la Tabla E.7

Espacio libre para techo flotante

Comprobación de altura libre: respuesta VS disponible

Cálculo de altura libre

Tabla E.1 - Valor de Fa en función de la Clase de Sitio

Site Class	Sa = 0.25	Sa = 0.5	Sa = 0.75	Sa = 1.0	Sa = 1.25
A	0.8	1	1	0.8	0.8
B	1	1	1	1	1
C	1.2	1.2	1.2	1.1	1
D	1.4	1.4	1.4	1.2	1.1
E	2.5	2.5	1.7	1.2	0.9

Tabla E.5 - Factor de Importancia (I) y Clasificación SUG

SUG	I
I	1.25
II	1.0
III	0.75

Tabla E.6 - Criterio del ratio de anclaje

J	Criterio
J <= 0.785	0 Levantamiento no calculado bajo el momento de vuelco sísmico de diseño. El tanque está auto-anclado.
0.785 < J <= 1	0.785000 El tanque se levanta, pero se establece para la carga de diseño siempre que se cumplan los requisitos de esfuerzos longitudinales de compresión. El tanque está auto-anclado.
J >= 1.54	1.540000 El tanque no está estable y no está auto-anclado por la carga de diseño. Modificar el anillo anillo L=0.05SD está controlando o añadir anillos mecánicos.

Tabla E.7 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.8 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.9 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.10 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.11 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.12 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.13 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.14 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.15 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.16 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.17 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.18 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.19 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.20 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.21 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.22 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.23 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.24 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.25 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.26 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.27 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.28 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.29 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.30 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.31 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.32 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.33 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.34 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.35 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.36 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
SDS <= 0.3	0	0 (a)	0 (b)	0
SDS > 0.3	0.33 (a)	0 (b)	0 (c)	0

Tabla E.37 - Altura libre mínima requerida

Valor de SDS	R1SG	I	II	III
--------------	------	---	----	-----

**Diseño del anclaje y asentamiento**

Dímetro nominal	D	34019	mm
Presión de diseño (interna)	Pi	0.029	barg
Presión de prueba hidrostática (1.0 x Pi)	Pt	0.029	barg
Presión de prueba hidrostática (1.0 x Pi)	Pt	2.9	kPa
Mínima presión de fallo calculada	Pf	3.903	kPa
API 650, Appendix F, Sec F.6			
Espesor de la placa del techo (corrosión)	the	5	mm
Espesor de la placa del techo (sin corrosión)	th	6.6	mm
Usar para W1 Usar para W2			
Factor de combinación de presión	Fp	0.4	-
API 650, sec 5.2.2			
Se define como el ratio entre presión normal de operación y presión de diseño, con un mínimo de 0.4. En otro caso, resultaría ATM / Pdesigno (=0.029/0.029 barg). 0.4 es un valor de minoración de las fuerzas estabilizadoras.			
Presión de viento para levantamiento del techo	= FV / Ansof	PWR	0.613
Momento de vuelco (∑ virola - fondo) debido a la presión	= FV * Hm	MWH	2508
kN * m			
Momento sísmico en el anillo	Mrw	6995793	kg * m
68654			
kN * m			
Parámetro vertical de aceleración sísmica	= 0.47 * SDS	Av	0.08225
%			
Peso muerto de las virolas (corrosión) y cualquier carga muerta, exceptuando la W1		0	kg
API 650, Tabla 5.21a			
		0	N
Peso muerto de las virolas (corrosión) y cualquier carga muerta, incluyendo la W2		45054	kg
-W1 = [4]			
		4421	N
Peso muerto de las virolas (sin corrosión) y cualquier carga muerta, exceptuando W3		0	kg
		0	N

**Tabla 5.21a - Cargas de levantamiento**

Caso de carga de levantamiento	Formula neta de levantamiento, U [N]	Tension admisible en los pernos de anclaje, Fba [Mpa]	Tension admisible en los espesores de anclaje, Fba [Mpa]	
Presión de diseño	$[(P_i - 0.08^*h_c) * D^2 + 785] - W_1$	2271186	5/12 * Fy	104.2
Presión de prueba	$[(P_t - 0.08^*h_c) * D^2 + 785] - W_1$	2271186	5/9 * Fy	138.9
Presión de fallo	$[(1.5 * P_t - 0.08^*h_c) * D^2 + 785] - W_3$	4839659	Fy	250.0
Carga de viento	$PWR * D^2 + 785 + (4 * MWH/D) - W_2$	417004	0.8 * Fy	200.0
Carga sísmica	$(4 * Mrw/D) - W_2 + (0.4 * A_v)$	7644785	0.8 * Fy	200.0
Presión de diseño + Viento	$[(Fp * P_i) + PWR - 0.08^*h_c] * D^2 + 785 + (4 * MWH/D) - W_1$	1549579	5/9 * Fy	138.9
Presión de diseño + Sismo	$[(Fp * P_t) + 0.08^*h_c] * D^2 + 785 + (4 * Mrw/D) - W_1 + (0.4 * A_v)$	8762814	0.8 * Fy	200.0
Presión de fragilidad	$[(3 * P_t - 0.08^*h_c) * D^2 + 785] - W_3$	N/A	Fy	250.0

**Carga en pernos de anclaje**

Mínimo número de pernos de anclaje requeridos	$(U / Fba) / 3$	35.625	uds
Nº de pernos de anclajes previstos	Na	36	uds
Tomare el múltiplo de 4 superior			
Dímetro exterior del depósito	Do	34038	mm
Distancia entre la pared exterior de virola el eje del perno de anclaje	e	80	mm
Dímetro de círculo de pernos de anclaje (BCD)	Do + 2 * e	34198	mm
Levantamiento neto	U	8762814	N
Tensión de diseño en cada perno de anclaje	U / Na	243411.5	N
Material de los pernos de anclaje	Fy	A 36	250
Límite elástico del material de los pernos de anclaje	Fba	200	Mpa
Tensión admisible en los pernos de anclaje	ob min.	1	inch
Dímetro mínimo de perno de anclaje	CA, b	25.4	mm
Corrosión general (asumida)	CA, b	1.6	mm

El mínimo diámetro de pernos no debe ser menor de 25 mm más al menos 6 mm de corrosión, dando un diámetro mínimo de 31 mm (LONG, pg93)

Diámetro de perno de anclaje seleccionado	db	42	mm
Área bruta del perno	Ab	1385	mm <sup>2</sup>
Área estresada del perno	As	1120	mm <sup>2</sup>
Dímetro del área estresada	da	37.8	mm
Dímetro del área estresada (corrosión)	da, CA	34.6	mm
Área real del perno (corrosión)	As, CA	938	mm <sup>2</sup>
Tensión real en el perno de anclaje	ob	259.44	N/mm <sup>2</sup> = Mpa

Comprobación:	ob	<=	Fba	Cumple
La tensión real en cada perno debe ser igual o menor que la tensión admisible	259.44	<=	200	No cumple

**Detalles de la silleta de anclaje**

Caras de diseño del perno de anclaje	PL	224.00	kN
mínimo entre: Fba * As (máxima carga admisible)		90.36	kN
1.5 * Tb		224.00	kN
368.12		224.00	kN
Tolerancia para la ubicación del perno	db	6	mm
Dímetro de perno de anclaje seleccionado	db	42	mm
Dímetro del agujero del perno de anclaje	db + cb	48	mm
Ancho de la placa superior de la silleta (sobre la virola)	a	250	mm
Longitud radial de la placa superior de la silleta	b	150	mm
Mínima distancia entre el contorno de la placa y el centro del perno de anclaje (d)	d	70	mm
Distancia del perno de anclaje	e	80	mm
Distancia radial desde el exterior de la placa al contorno de	f	51.74	mm
Distancia radial desde el exterior de la placa al contorno de	g	24.18	mm
Distancia entre las chapas verticales	a	130	mm
Espesor de la placa anular / de fondo	gn	67.4	mm
Proyección de la placa anular / de fondo más allá de la virola	ap	50	mm
Radio nominal del tanque	R	17009.5	mm
Espesor de la virola final (corrosión)	t	17.40	mm
Alura de la silleta	h	152.4	mm
Mínima altura recomendada de la silleta	h	152.4	mm
Para espesores de placa anular / de fondo menores de 9.5 mm la altura mínima recomendada es 305 mm (12"), y donde debe considerarse efecto sísmico y vientos mayores a 161 km/h.			
La máxima altura recomendada es h = 3a	hmax	750	mm
Alura adecuada para la silleta de anclaje	h	300	mm

Cálculo del espesor de la parte superior de la silleta	R * t	295965.3	mm <sup>2</sup>
Factor de reducción	Z	0.8945	-
Tensión crítica en la parte superior de la silleta	S	129.49	N/mm <sup>2</sup>
Espesor requerido de la parte superior de la silleta	c	49.41	mm

Detalles de la placa vertical			
Espesor de la placa vertical	el máximo entre: 1/2" (es el mínimo permitido)	12.7	mm
0.04 * (b-c)		10	mm
13		13	mm
100		100	mm
Comprobación:	Cumple		
Estos límites aseguran un Lx mínimo de 86.6 y una máxima tensión promedio Pk/25 [mm <sup>2</sup> ] >= 52.00			

Soldadura de la silleta de anclaje			
Carga vertical por unidad de longitud de soldadura	Wv	263.53	N / mm
Carga horizontal por unidad de longitud de soldadura	Wh	132.71	N / mm
Carga total	W	295.06	N / mm
Material de soldadura	E70xx		
Límite de resistencia a la tracción del material de soldadura	fux	482.63	N/mm <sup>2</sup>
Tamaño de soldadura	ws	1/4	inch
	ws	6	mm
Resistencia admisible de la soldadura por unidad de longitud = Rn / Ω	Wadm	614.29	N / mm
Tensión nominal	Fu	289.58	N/mm <sup>2</sup>
Área de la sección transversal de la base de metal	Aust	4.243	mm <sup>2</sup> / mm
Resistencia nominal de la soldadura	Fu * Aust	1228.58	N / mm
Factor de seguridad	Ω	2	-
Comprobación:	Cumple		
La capacidad de la soldadura debe ser igual o mayor que la carga que soporta l	614.29	>=	295.06

in	d	f	g+d=1	a	e min	e min	ksi	ksi
							P	S
1.12	7/8	2.12	4.12	1.90	0.73	19.4	25	25
1.34	1	2.34	4.34	2.12	0.92	32.7	25	25
2	1.18	3	5	2.34	1.02	43.1	25	25
2.14	1.14	3.14	5.14	2.57	1.14	56.6	25	25

mm	d	f	g+d=1	a	e min	e min	Num2	Num2
							P	S
38.10	22.23	39.10	114.30	34.33	20.26	19.4		
44.45	25.40	45.45	120.65	39.95	23.08	32.7		
50.80	28.58	51.80	127.00	45.58	25.89	43.1		
57.15	31.75	58.15	133.35	51.21	28.70	56.6		

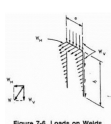
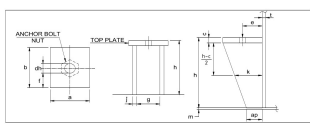
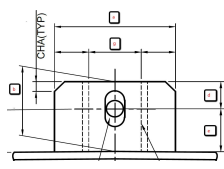


Figure 7-6. Loads on Welds.



**Cálculo de la estructura del techo**

La placa del techo está soportada por vigas internas y soldada a la estructura del techo.

<b>Tamaño del tanque</b>	Diámetro interno del depósito	Di x Ht	34000 mm Ø x 25000 mm altura	
	Altura del depósito hasta el bordillo del techo	Ht	25000 mm	
	Área seccional del tanque	At	908 m <sup>2</sup>	
Peso del techo estructural	Rsw	46444 kg	Estimación	46444
Peso de tubuladuras y misceláneos del techo	Rnw	3000 kg	Suposición	
Peso de plataformas y railes	Prw	10000 kg	Suposición	

Copiar el valor para evitar la referencia cruzada

<b>Parámetro de diseño - Viento</b>	Velocidad básica del viento	V	93.6 km / h	
	Categoría de exposición del viento	C		
	Factor de Importancia (cargas de viento)	Iw	1.15	

<b>Parámetro de diseño - Sismo</b>	Parámetro de respuesta con un 5% de amortiguamiento para periodo e Ss	Ss	0.175 %g	
	Parámetro de respuesta con un 5% de amortiguamiento para 1 seg	S1	0.0875 %g	
	Clase de terreno del sitio	B	Clasificación definida en API 650, App E. E.4.4	
	Grupo de uso sísmico, SUG	III	-	
	Factor de importancia, establecido por el SUG	I	1.5	
	Parámetro vertical de aceleración sísmica = 0,47*SDS = 0,47*Q*I Av		0.08225 %g	

<b>Especificación de materiales</b>	Temperatura de diseño	Td	55 °C	
	Factor reductor del limite elástico	ky	1	AISC 360, tabla A-4.2.1
1. Placa del techo	Material		A 36	
	Limite elástico mínimo = Fy * ky	Fy	250000 kPa	
	Tensión admisible en placa a flexión = 0,6 * Fy	fb	150000 kPa	AISC 360, F1
2. Estructura del techo	Material		A 36	
	Limite elástico mínimo = Fy * ky	Fy	250000 kPa	

<b>Sobrespesor de corrosión</b>	CA - Placa de techo / Placa de compresión	C2	1.6 mm	
	CA - Estructura del techo (total)	C4	1.6 mm	

<b>Cargas</b>	Carga muerta (Dl)	Dl	1.258 kPa	Hacia abajo (-Ve)
	Peso propio de la placa del techo + placa de c = Wp*g / At		0.616 kPa	
	Peso propio de la estructura interna del techo = Rsw *g / At		0.502 kPa	
	Misceláneos = (Rnw+Prw) *g / At		0.141 kPa	
Carga de presión	Presión de vacío (Pe)	Pe	0.5 kPa	Hacia abajo (-Ve)
	Presión interna (Pi)	Pi	2.9 kPa	Hacia arriba (+Ve)
	Presión de prueba (Pt)	Pt	2.9 kPa	Hacia arriba (+Ve)
	Prueba hidrostática (Ht)	Ht	0 kPa	Hacia abajo (-Ve) (el fluido de prueba no tocará el techo)
	Carga viva del techo (Lr)	Lr	1.000 kPa	Hacia abajo (-Ve)
Carga de nieve (S)	Carga de nieve balanceada (Sb) = 0,84*S	Sb	0.20 kPa	Hacia abajo (-Ve)
	Carga de nieve desequilibrada (Su) Ø ≤ 10° : =Sb Ø > 10° : =1,5*Sb	Su	0.168 kPa	Hacia abajo (-Ve)
Líquido almacenado (F)	Líquido almacenador en el techo	F	0 kPa	Hacia abajo (-Ve)
Carga de viento (Wl)	Presión de viento de levantamiento del techo = Fv / At	Wl	0.614 kPa	Hacia arriba (+Ve)
Carga sísmica (E)	Hacia arriba = Av *DL	E+	0.104 kPa	Hacia arriba (+Ve)
	Hacia abajo	E-	0.104 kPa	Hacia abajo (-Ve)
Cargas del techo flotante interno (TFI)	Peso muerto del techo flotante interno = Wf / At	Df	1.078 kPa	Hacia abajo (-Ve)
	Carga viva uniforme del techo	Lf1	0.6 kPa	Hacia abajo (-Ve)
	Carga máxima concentrada en una pierna de apoyo	Lf2	2.2 kN / 0,1 m2	Hacia abajo (-Ve)
	Presión externa de diseño del techo flotante interno	Pfe	0.24 kPa	Hacia abajo (-Ve)

Factor de combinación de presión Fp 0.4 -  
Se define como el ratio entre presión normal de operación y presión de diseño, con un mínimo de 0.4. En otro caso, resultaría ATM / Pdiseño (=0barg/0,029 barg). 0,4 es un valor de minoración de las fuerzas estabilizadoras.

Combinación de cargas - Cálculo de la estructura del techo				API 650 Sec. 5.2.2	Absolutos
a) Fluido y presión interna	DL + F + Pi		1.642 kPa		2.6947
b) Prueba hidrostática	DL + Ht + Pt		1.642 kPa		2.6947
c) Viento y presión interna	DL + W + Fp*(Pi)		0.516 kPa		0.2658
d) Viento y presión externa	DL + W + 0.4*(Pe)		-0.844 kPa		0.7131
e.1.1) Cargas gravitatorias	DL + Lr + 0.4*(Pe)		-2.458 kPa		0.6440
e.1.2) Cargas gravitatorias	DL + Su + 0.4*(Pe)		-1.626 kPa		2.6453
e.1.3) Cargas gravitatorias	DL + Sb + 0.4*(Pe)		-1.626 kPa		2.6453
e.2.1) Cargas gravitatorias	DL + Pe + 0.4*(Lr)		-2.158 kPa		4.6589
e.2.2) Cargas gravitatorias	DL + Pe + 0.4*(Su)		-1.826 kPa		3.3330
e.2.3) Cargas gravitatorias	DL + Pe + 0.4*(Sb)		-1.826 kPa		3.3330
f.1) Carga sísmica	DL + F + E(+)+ 0,1*(Sb) + Fp*(Pi)		-0.012 kPa	Hacia arriba (+Ve)	0.0001
f.2) Carga sísmica	DL + F + E(-)+ 0,1*(Sb) + Fp*(Pi)		-0.219 kPa	Hacia abajo (-Ve)	0.0479
g.1) Cargas gravitatorias para techos fijos con	DL + Df + Lr + Pe + 0,4*(Pfe ó Lf1 ó Lf2)		kPa		0.0000
g.2) Cargas gravitatorias para techos fijos con	DL + Df + (Pfe ó Lf1 ó Lf2) + 0,4*(Lr + Pe)		kPa		0.0000

La combinación de cargas que gobierna es: c.1.1) Cargas gravitatorias  
cuya presión máxima presión uniforme (p) es: p -2.458 kPa 2458445.875 Pa

<b>Cálculo de vigas radiales (rafters)</b>	Espacio máximo entre vigas admisible, medido circun = t*(1,5*Fy/p)*0,5 ≤ 21(b)	t	1953 mm	API 650, Sec. 5.10.4.4
	Espesor de la placa de techo (corroído)	t	5 mm	
	Radio horizontal interno	Ro	17000 mm	
	Perímetro exterior = 2*Pi*Ro	Pext	106814 mm	
	Nº de paneles en el perímetro exterior = b / Pext		54.69826	
		np_ext	55 paneles	Redondeo superiormente
	Espacio entre vigas en el radio exterior =Pex / np_ext	wl_ext	1942 mm	
	wl_ext tiene que ser menor que b.		OK	OK No cumple
	Radio del anillo de compresión central	Ri	1500 mm	
	Ángulo entre techo y la horizontal	Ø	9.5 °	
			0.1658 rad	
	Numero rigidizadores radiales / paneles	np	5 uds	

Perfil IPE de las vigas radiales	330	G	49.1 kg/m	Resultados ANSYS
Peso total de las vigas radiales	= np_ext*G*(R-Rac)*co	Wraft	41284 kg	
Peso de los rigidizadores + anillo central	= 12,5% Wraft	Wrig	5160 kg	
Peso del techo estructural	= Wraft + Wrig	Rsw	46444 kg	Estimación



Efecto de las acciones en la sección transversal

		A 36	A 36	A 36	A 36	A 36	A 36	A 36	A 36	
Material viga	Fy	Pa	2.50E+08	2.50E+08	2.50E+08	2.50E+08	2.50E+08	2.50E+08	2.50E+08	
Perfil viga radial	IPE	-	200	220	240	270	300	330	360	
	A	cm2	28.50	33.40	39.10	45.90	53.80	62.60	72.70	84.50
	G	kg/m	22.40	26.20	30.70	36.10	42.20	49.10	57.10	66.30
	Iy	cm4	1940.00	2770.00	3890.00	5790.00	8360.00	11770.00	16270.00	23130.00
	Wy	cm3	194.00	252.00	324.00	429.00	557.00	713.00	904.00	1160.00
	Iz	cm4	8.26	9.11	9.97	11.20	12.80	14.50	16.50	18.90
	Wz	cm3	142.00	205.00	284.00	420.00	604.00	788.00	1040.00	1320.00
	Iz	cm	2.24	2.48	2.69	3.02	3.33	3.55	3.79	3.93

Coefficiente de resistencia de la sección transversal	YM0	-	1	1	1	1	1	1	1
---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

Esfuerzo axial máximo	Ned	N	-111070	-113270	-115530	-118560	-122050	-125560	-130030	-134700
Momento máximo alrededor del eje y-y	My.ed	N*m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Momento máximo alrededor del eje z-z	Mz.ed	N*m	64675	65583	66502	67673	69017	70312	72001	73585

= Ned/(Aef * Fy/YM0)*(-1)	COMP	-	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
= Mz.ed/(Wz*Fy/YM0)	FLEX	-	1.33	1.04	0.82	0.63	0.50	0.39	0.32	0.25

Tensión máxima por flexocompresión	σmax / fy.d	-	1.49	1.18	0.94	0.73	0.59	0.47	0.39	0.32
Esfuerzo de ANSYS	σmax / fy.d ≤ 1 ?	-	No cumple	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Tensión máxima por flexocompresión	σN	Pa	-40764000	-35249000	-31070000	-26938000	-23526000	-20987000	-18590000	-16696000
	σBy	Pa	0.01	0.00	0.00	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00
	σBz	Pa	350430000	271950000	217390000	165960000	129420000	104090000	83486000	67273000

Tensión máxima por flexocompresión	σmax / fy.d	-	1.56	1.23	0.99	0.77	0.61	0.50	0.41	0.34
Tensiones de ANSYS	σmax / fy.d ≤ 1 ?	-	No cumple	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Resistencia al pandeo

Módulo de elasticidad del acero		E	Pa	1.99E+11	1.99E+11	1.99E+11	1.99E+11	1.99E+11	1.99E+11	1.99E+11
Longitud de pandeo - y	Ly	m	15.287	15.287	15.287	15.287	15.287	15.287	15.287	15.287
	Lz	m	3.057	3.057	3.057	3.057	3.057	3.057	3.057	3.057
Longitud de pandeo - z	Ly	m	3.057	3.057	3.057	3.057	3.057	3.057	3.057	3.057
	Lz	m	15.287	15.287	15.287	15.287	15.287	15.287	15.287	15.287
Coefficiente de pandeo	βy	-	2	2	2	2	2	2	2	2
	βz	-	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Esbeltéz - y	λy	-	370.16	335.62	306.67	272.99	244.60	223.17	203.83	185.30
	λz	-	95.55	86.30	79.56	70.87	63.89	60.29	56.47	54.18
Esbeltéz - z	λy	-	370.16	335.62	306.67	272.99	244.60	223.17	203.83	185.30
	λz	-	95.55	86.30	79.56	70.87	63.89	60.29	56.47	54.18
Esbeltéz referencial	λref	-	88.64	88.64	88.64	88.64	88.64	88.64	88.64	88.64
	λmed,y	-	4.1762	3.7865	3.4599	3.0799	2.7596	2.5179	2.2997	2.0906
Esbeltéz adimensional - y	λmed,z	-	1.0780	0.9737	0.8976	0.7996	0.7208	0.6802	0.6371	0.6113
	λz	-	1.0780	0.9737	0.8976	0.7996	0.7208	0.6802	0.6371	0.6113

Coefficiente de imperfección - y	a	-	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
	b	-	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Coefficiente de imperfección - z	φy	-	9.638	8.045	6.828	5.545	4.576	3.913	3.365	2.884
	φz	-	1.230	1.106	1.021	0.922	0.848	0.813	0.777	0.757
Coefficiente de reducción - y	χy	-	0.0546	0.0660	0.0787	0.0985	0.1215	0.1447	0.1718	0.2053
	χz	-	0.5485	0.6138	0.6627	0.7247	0.7718	0.7948	0.8180	0.8313

Coefficiente parcial para la resistencia de elementos estructurales a inestabilidad	YMI	-	1	1	1	1	1	1	1	1
---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

= Mz.Ed	Mh		64675	65583	66502	67673	69017	70312	72001	73585
	Ms (Z)		-45936	-46664	-47407	-48338	-49627	-50850	-52394	-54102
= Mz más negativo	ψ * Mh		-1413.2	-1413.2	-1449.9	-1473.6	-1505.2	-1535.4	-1573.7	-1615.3
	ψ		-0.0219	-0.0218	-0.0218	-0.0218	-0.0218	-0.0218	-0.0219	-0.0220
= Mh / Ms	αs		-1.407	-1.405	-1.403	-1.397	-1.391	-1.383	-1.374	-1.360
	Cmz	-	1.228	1.227	1.224	1.220	1.215	1.208	1.202	1.190
0.1*(1-ψ)-0.8*αs > 0.4	Azz	-	1.324	1.252	1.203	1.163	1.134	1.115	1.100	1.087
	kzz	-	0.976	0.921	0.884	0.851	0.827	0.808	0.793	0.777
= 0.6 * kzz	kzz	-	1.626	1.536	1.473	1.418	1.378	1.347	1.321	1.294
	Cmz * Azz	-	1.626	1.536	1.473	1.418	1.378	1.347	1.321	1.294

Comprobación pandeo a compresión + flexión	Esfuerzo de ANSYS	[Ned / (γ0 * Aef * Fy / YM0)]	COMP	-	2.8564	2.0543	1.5026	1.0494	0.7466	0.5543	0.4164	0.3105
	[kzz * Mz.ed / (Wy.elas * Fy / YM0)]	FLEX	-	1.3009	0.9591	0.7258	0.5369	0.4097	0.3189	0.2526	0.1971	
	COMP+FLEX	-	4.16	3.01	2.23	1.59	1.16	0.87	0.67	0.51		

= Ned / (γ0 * Aef * Fy / YM0)	COMP	-	0.2842	0.2210	0.1783	0.1426	0.1176	0.1009	0.0875	0.0767
	FLEX	-	2.1682	1.5985	1.2096	0.8948	0.6828	0.5315	0.4210	0.3284
COMP+FLEX	-	2.45	1.82	1.39	1.04	0.80	0.63	0.51	0.41	

No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Comprobación pandeo a compresión + flexión

Tensiones de ANSYS	[-σN / (γ0 * Fy / YM1)]	COMP	-	2.9878	2.1353	1.5801	1.0944	0.7742	0.5800	0.4328	0.3253
	[kzz * σBz / (Fy / YM1)]	FLEX	-	1.3675	1.0022	0.7687	0.5648	0.4279	0.3366	0.2648	0.2090
	COMP+FLEX	-	4.3552	3.1375	2.3488	1.6593	1.2021	0.9166	0.6976	0.5342	
		-	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	
= [-σN / (γ0 * Fy / YM1)]	COMP	-	0.2973	0.2297	0.1875	0.1487	0.1219	0.1056	0.0909	0.0803	
	FLEX	-	2.2791	1.6704	1.2812	0.9414	0.7131	0.5610	0.4413	0.3483	
COMP+FLEX	-	2.5764	1.9001	1.4687	1.0901	0.8351	0.6666	0.5322	0.4286		
		-	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	

No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------	--------	--------	--------

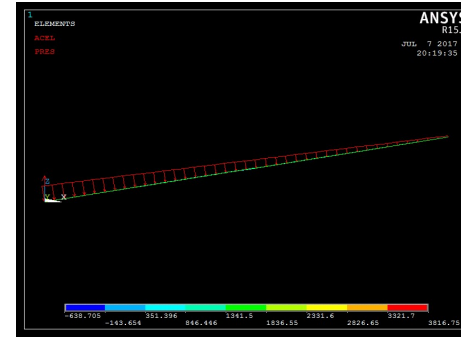


Tabla 6.2 - Elección de la curva de pandeo para cada sección transversal

Sección transversal	Límites	Curva de pandeo				
		Pandeo alrededor del eje	S 235	S 275	S 355	S 460
Sección de perfil laminado	h ≤ 40 mm	y-y	a	b	b	b
	40 mm < h ≤ 100	y-y	b	b	b	b
		z-z	c	a	a	a
		y-y	b	a	a	a
h ≤ 100 mm	y-y	b	a	a	a	
	z-z	c	a	a	a	
h > 100 mm	y-y	d	c	c	c	
	z-z	d	c	c	c	

EN 1993 1-1, Tabla 6.1 - Coeficientes de imperfección para las curvas de pandeo							
Curva de pandeo	a	b	c	d			
Coefficiente de	0.13	0.21	0.34	0.49	0.76		

Cumple
No cumple

Ley de momentos	rango	Cm y C1p y C1p,τ	
		carga uniforme	carga puntual
	-1 ≤ ψ ≤ 1	0.6 + 0.4ψ ≥ 0.4	
	0 ≤ α ≤ 1	-1 ≤ ψ ≤ 1	0.2 + 0.8α ≥ 0.4
	-1 ≤ α ≤ 0	-1 ≤ ψ ≤ 1	0.1 - 0.8α ≥ 0.4
	0 ≤ α ≤ 1	-1 ≤ ψ ≤ 1	0.95 + 0.05α
	-1 ≤ α ≤ 0	-1 ≤ ψ ≤ 1	0.90 + 0.10α

Datos del tanque y del techo flotante - Detalles

Tipo de techo		Techo flotante interno - tipo pontona de cubierta única	
Producto almacenado		Fuel Oil	
Diámetro interno del depósito	Di	34000 mm	
Altura del depósito hasta el bordillo del techo	Ht	25000 mm	
Espacio entre virola y borde del pontón	Rim	200 mm	
Grado del material	A 36		
Límite elástico mínimo	Fy	250 Mpa	
		2547.5 kg/cm2	
Esfuerzo admisible de flexión para la placa	Fb	1698.3 kg/cm2	
Módulo de elasticidad del acero	E	199000 Mpa	
		2027810 kg/cm2	
Coefficiente de Poisson	v	0.3	
Densidad Acero	pSteel	7850 kg/m3	
Número de compartimentos (bulkheads)	nc	24 ud.	
Ancho de la pontona	Pw	2870 mm	
Ancho del compartimento (bulkhead)	BHw	2850 mm	
Altura del borde interior	Hri	600 mm	
Altura del borde exterior	Hro	1000 mm	
Altura del borde exterior más allá del pontón	hpr	100 mm	
Diferencia de altura entre los puntos bajos del borde interno y externo de la pontona	hpi	180 mm	
Altura desde la cubierta central hasta el contorno interno inferior	hci	145 mm	
Altura desde la cubierta central hasta el contorno interno superior	hco	455 mm	
Diferencia de altura entre los puntos altos del borde interno y externo de la pontona	hpo	120 mm	
Longitud de la placa inferior del pontona	Lpi	2876 mm	
Longitud de la placa superior del pontona	Lpo	2873 mm	
Ángulo de la placa inferior de la pontona	βpb	0.06264 rad	
Ángulo de la placa superior de la pontona	βpt	0.04179 rad	
Altura de la barrera para espuma	Fd	700 mm	
Distancia entre el borde exterior y la barrera para la espuma	Ld	400 mm	
Espesor de la placa de soportado de la cubierta	Sw	12 mm	
Espesor del borde interior	Ti	12 mm	
Espesor del borde exterior	To	8 mm	
Espesor de la placa de la cubierta	t	6.6 mm	
Espesor de la placa de fondo del pontona	tb	6.6 mm	
Espesor de la placa superior de la pontona	tp	6 mm	
Espesor de los compartimentos (bulkhead)	tc	6 mm	
Espesor de la barrera para espuma	Fdt	6 mm	
Ancho de la placa de soportado de la cubierta	Sw	150 mm	
Diámetro externo de la pontona	A	33600 mm	
Diámetro interno de la pontona	B	27860 mm	
Radio externo de la pontona	Ro	16800 mm	
Radio interno de la pontona	Ri	13930 mm	
Radio medio de la pontona	Rm	15365 mm	
Radio de la barrera para espuma	Rd	16400 mm	
Nº perfiles de compresión en la barrera para espuma	ncd	72 uds	Nº entero superior
Separación máxima	l_min	1450 mm	
Longitud real del perfil	lcd	606 mm	

Flotabilidad



Peso del pontona y accesorios			
Rigidizador de la barrera para espuma	L 50x5*	Wids	3.77 kg/m
Rigidizador radial del pontón	L 60x6*	Wprs	5.42 kg/m
Nº parejas por compartimento	= nrdb	nprs	2 parejas/s
Rigidizador circunferencial del pontón	L 60x6*	Wpcs	5.42 kg/m
Nº parejas por compartimento	= nercd	apcs	1 parejas/s
Angular para la coronación del borde exterior	L 50x5*	Wra	3.77 kg/m
Peso unitario del sello, incluyendo la fricción que genera		Wfr	50 kg/m
Peso de la barra para choques (150 x 50 x 15mm)		Wbb	0.88 kg
Borde interior	= π * B * Hri * T1 * pSteel		4947 kg
Borde exterior	= π * A * Hro * To * pSteel		6629 kg
Angular de coronación del borde exterior	= π * A * Wra		398 kg
Placa superior de la pontona	= 2π * Rm * Lpo * tp * pSteel		13062 kg
Placa inferior de la pontona	= 2π * Rm * Lpi * tp * pSteel		14383 kg
Placa de soportado de la cubierta	= π * B * Sw * pSteel		1237 kg
Compartimentos (bulkheads)	= nc * BHw * (Hro - hpr + Hri) / 2 * tc * pSteel		2416 kg
Barrera para espuma	= 2π * Rd * Fd * pSteel		3397 kg
Angular perimetral en la barrera y perfiles de compresión	= (2π * Rd) * (ncd * l_min) * Wids		553 kg
Barras para choques	= nc * Wbb		21 kg
Rigidizadores radiales del pontón	= (Lpi + Lpo) * Wprs * nprs * nc		1495 kg
Rigidizadores circunferenciales del pontón	= 2π * Ri * C * Wpcs		1047 kg
Soportes de apoyo		2285 kg	<b>Soportes IFR</b> 2285 Copiar este número en la columna D. Existe una referencia cruzada
Aparos del techo		1800 kg	(supuestos)
Sellos y carga friccional	= π * A * Wfr	5278 kg	
Angular para la coronación del borde exterior	= π * A * Wra	398 kg	
Misceláneos		1200 kg	(supuestos)
Peso total del pontón y accesorios		Wp	60546 kg

Peso de la cubierta y accesorios			
Placa central de la cubierta	= π * Ri * t * pSteel		31584 kg
Soportes de apoyo		2616 kg	<b>Soportes IFR</b> 2616 Copiar este número en la columna D. Existe una referencia cruzada
Escalera de rodadura		0 kg	
Bocas de hombre		1000 kg	(supuestos)
Sistema de drenaje del techo		2000 kg	(supuestos)
Válvulas de alivio de presión		500 kg	(supuestos)
Misceláneos		1500 kg	(supuestos)
Peso total de la cubierta y accesorios		Wd	39200 kg
Peso total bruto del techo flotante	= Wp + Wd	WF	99747 kg

**Cálculos de flotabilidad**

API 650, App H, Sec H.4.2.1

Según API 650, apéndice H, sección H.4.2.1.1, los techos flotantes internos deben ser diseñados basándose en el menor valor entre la gravedad específica del producto y 0,7, y debe tener flotabilidad suficiente bajo las siguientes condiciones:

a) Soportar al menos dos veces su propio peso muerto (H.4.2.1.2)

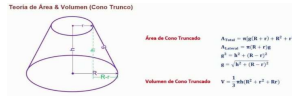
b) En tanques con diámetro mayor a 6 m, con cubierta central en contacto con el producto (tipos H.2.2b, c, y g), flotar con la cubierta central y dos de los compartimentos perforados e inmundados (H.4.2.1.3).

c) Soportar la carga de dos hombres andando por la cubierta, 2.2 kN sobre 0,1m<sup>2</sup>. (H.4.2.1.3)

**Cálculos de flotabilidad**

API 650, App H, Sec H.4.2.1.1

Gravedad específica		API 650, App H, Sec H.4.2.1.1	
Agua para prueba	pw	1	-
Producto almacenado	p1	1000	kg/m <sup>3</sup>
Valor según API650, app H	p2	0,7835	-
Densidad de diseño	pp	0,7	-
Densidad del acero	ps	700	kg/m <sup>3</sup>
		7850	kg/m <sup>3</sup>
<b>Cargas de diseño</b>			
Peso total del pontón y accesorios	Wp	60546	kg
Peso total de la cubierta y accesorios	Wd	39200	kg
Peso muerto del techo flotante	Wf	99747	kg
<b>Volumen de la pontona</b>			
	Vol_pon	209,10	m <sup>3</sup>
Cuña superior: 1	Vol1	17,14	m <sup>3</sup>
Distancia desde el centro del tanque al CDG1	Vol1	15843	mm
Rectángulo central: 2	Vol2	166,34	m <sup>3</sup>
Distancia desde el centro del tanque al CDG2	Vol2	15365	mm
Cuña inferior: 3	Vol3	25,71	m <sup>3</sup>
Distancia desde el centro del tanque al CDG3	Vol3	15843	mm
<b>Profundidad de flotación del espesor de la cubierta central (1m2)</b>			
	ddp	74	mm
Volumen de producto desplazado por la pontona	Volp	86,49	m <sup>3</sup>
Profundidad de flotación de la pontona desde la esquina inferior in	Volp	219	mm
Diferencia entre los niveles en la pontona y en la cubierta	ddp	145	mm
<b>Geometría del pontón</b>			
Altura del borde exterior	Hro	1000	mm
Altura desde la cubierta central hasta el contorno interno superior	heo	455	mm
Altura desde la cubierta central hasta el contorno inferior interno	hci	145	mm
Altura del pontón entre el contorno inferior interno y externo	hpi	180	mm



**Condición 1 - Techo flotando bajo condiciones normales**

Flotabilidad requerida	= Wf * 1	Wf1	99747	kg
Área del techo flotante	= pi * A' / 4	Afr	887	m <sup>2</sup>
Área de la pontona (corona circular)	= pi * (A' - B') / 4	Ap	277	m <sup>2</sup>
Área de la cubierta	= pi * B' / 4	Ad	610	m <sup>2</sup>
Volumen de producto desplazado por el peso del techo	= Wf1 / pp	Vd1	142	m <sup>3</sup>
Volumen sumergido del pontón bajo la línea de referencia	= (Ap * hci) = Vol3	Vbr	66	m <sup>3</sup>
Volumen para ser desplazado sobre la línea de referencia	= Vd1 - Vbr	Vd1	77	m <sup>3</sup>
Nivel de líquido en el contorno desde la parte superior de la cubierta	= Vd1 / Afr	h1	86	mm
Nivel de líquido en el contorno desde la parte inferior del pontón	= hpi + hci + h1	h2	412	mm
Comprobación	El techo flota bajo la condición 1: h2 < Hro?	Cumple	58,8%	

Principio de Arquímedes: el volumen de líquido desplazado por un sólido sumergido es igual a la masa del sólido entre la densidad del fluido.  
Principio de Arquímedes: todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido en reposo experimenta una fuerza de empuje hacia arriba que es igual al peso del volumen del fluido que desaloja.

Conozco el volumen que el techo va a desplazar (Vd). El fluido permanecerá bajo la cubierta, y en el espacio entre la vira y el borde del pontón. Ese volumen desplazado (Vd) se reparte entre el volumen sumergido por el pontón (Vbr) y el que queda confinado entre vira y borde del pontón (Vdr1).

Cumple  
No cumple

**Condición 2 - Techo flotando bajo condiciones normales con dos veces el peso muerto del techo**

Flotabilidad requerida	= Wf * 2	Wf2	199493	kg
Volumen de producto desplazado por el peso del techo	= Wf2 / pp	Vd2	285	m <sup>3</sup>
Volumen para ser desplazado sobre la línea de referencia	= Vd2 - Vbr	Vd2	219	m <sup>3</sup>
Nivel de líquido en el contorno desde la parte superior de la cubierta	= Vd2 / Afr	h1	247	mm
Nivel de líquido en el contorno desde la parte inferior del pontón	= hpi + hci + h1	h2	572	mm
Comprobación	El techo flota bajo la condición 2: h2 < Hro?	Cumple	42,8%	

Principio de Arquímedes: el volumen de líquido desplazado por un sólido sumergido es igual a la masa del sólido entre la densidad del fluido.

Cumple  
No cumple

**Condición 3 - Con dos compartimentos perforados**

Volumen de producto desplazado por el peso del techo	= Vd1 (condición 1)	Vd3	142	m <sup>3</sup>
Volumen sumergido efectivo del pontón bajo la línea de referencia	= Vbr * (nc-2)/nc	Vpe	60	m <sup>3</sup>
Área efectiva de pontón	= Ap * (nc-2)/nc	Ape	254	m <sup>2</sup>
Volumen para ser desplazado sobre la línea de referencia	= Vd3 - Vpe	Vd3	82	m <sup>3</sup>
Nivel de líquido en el contorno desde la parte superior de la cubierta	= (Vd3) / (Ape + Ad)	h1	95	mm
Nivel de líquido en el contorno desde la parte inferior del pontón	= hpi + hci + h1	h2	420	mm
Comprobación	El techo flota bajo la condición 3: h2 < Hro?	Cumple	58,0%	

Suponiendo 2 compartimentos inefectivos

Principio de Arquímedes: el volumen de líquido desplazado por un sólido sumergido es igual a la masa del sólido entre la densidad del fluido.

Cumple  
No cumple

**Condición 4 - Con cubierta central y dos compartimentos perforados**

Volumen de producto desplazado por el peso del techo	= Vd1 (condición 1)	Vd4	142	m <sup>3</sup>
Volumen para ser desplazado sobre la línea de referencia	= Vd4 - Vpe	Vd4	82	m <sup>3</sup>
Nivel de líquido en el contorno desde la parte superior de la cubierta	= (Vd4) / (Ape)	h1	323	mm
Nivel de líquido en el contorno desde la parte inferior del pontón	= hpi + hci + h1	h2	648	mm
Comprobación	El techo flota bajo la condición 4: h2 < Hro?	Cumple	35,2%	

Principio de Arquímedes: el volumen de líquido desplazado por un sólido sumergido es igual a la masa del sólido entre la densidad del fluido.

Cumple  
No cumple

**Método para encontrar el nivel por el cual un techo flotante de cubierta simple se hunde debido a la perforación de dos compartimentos**

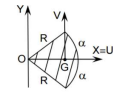
Ancho de la pontona	Pw	2870	mm
Diferencia de altura entre los puntos altos del borde interno y exterior	hpo	120	mm
Radio externo de la pontona	Ro	16800	mm
Nivel del líquido desde la esquina superior interna	y	33	mm
Distancia horizontal desde el borde exterior a la placa superior de l = Pw * (1 - y/hpo)	x	1953	mm
<b>Sección rectangular "a"</b>			
Área de revolución	Aa	74873	mm <sup>2</sup>
Distancia desde el eje del tanque al CDG	da	16781	mm
Volumen "a"	Va	7.894	m <sup>3</sup>
<b>Volumen triangular "b"</b>			
Área de revolución	Ab	17573	mm <sup>2</sup>
Distancia desde el eje del tanque al CDG	db	14541	mm
Volumen "b"	Vb	1.606	m <sup>3</sup>
Volumen total	Vacc	9.500	m <sup>3</sup>
Volumen objetivo	Vobj	9,5	m <sup>3</sup>

Solver

**Comprobación de estabilidad de techo flotante (con cubierta central y 2 compartimentos perforados)**

Ángulo barrido por cada compartimento	= 360 / nc	$\beta$	15 °	
			0.262 rad	
Ángulo barrido por dos compartimentos contiguos	= 2* $\beta$	$\emptyset$	30 °	
			0.524 rad	
Área efectiva de pontona tras ser perforada en dos compartimentos		Ape	254 m <sup>2</sup>	Flotabilidad
Centro de gravedad del área efectiva de la pontona	= (2* $\pi$ * $\sin(\pi - \emptyset / 2)$ * (Ro <sup>3</sup> -Ri <sup>3</sup> )) / (3* $\pi$ * Z)		1.385 m	
Momento de inercia del área efectiva de la pontona cr	= (Ro <sup>4</sup> -Ri <sup>4</sup> )*8 * (2 $\pi$ - $\emptyset$ + $\sin(2\pi - \emptyset)$ )	Iyy	27617 m <sup>4</sup>	(sector circular -> Iy)
Momento de inercia del área efectiva de la pontona cr	= Iyy + (Ape*Z <sup>2</sup> )	Ixx	28104 m <sup>4</sup>	$\alpha = \pi - \emptyset/2$
Momento en el centro del techo	= Wf * Z	ML	138142 kg*m	
Cargas excéntricas reales debidas a la cubierta	= Wd / (nc/2) * Ri	Md	45505 kg*m	Momento provocado por la cuña de la cubierta de 2 compartimentos
Cargas excéntricas reales debidas a la pontona	= Wp / (nc/2) * Rm	Mp	77525 kg*m	Momento provocado por el peso de 2 compartimentos
Cargas excéntricas reales en el contorno de la ponton:	= qmain * Ro	Mm	3766 kg*m	Momento provocado por dos hombres andando sobre el techo (contorno del pontona)
Cargas de dos hombres andando por la cubierta (man) = 2,2 kN sobre 0,1m2		qmain	224.18 kg	API 650, App H, H.4.2.1.4
Momento excéntrico total	= Md + Mp + Mm	MT	126796 kg*m	
Comprobación				
El techo no vuelca ante las cargas excéntricas: ¿MT < ML?		Cumple	8.2%	Cumple No cumple

**Sector circular**



$$A = R^2 \alpha$$

$$\bar{x} = \frac{2R \sin \alpha}{3\alpha}$$

$$\bar{y} = 0$$

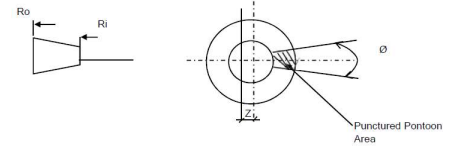
$$I_x = \frac{(2\alpha - \sin 2\alpha)}{8} R^4$$

$$I_y = \frac{(2\alpha + \sin 2\alpha)}{8} R^4$$

$$I_{xy} = 0$$

$$I_y = f(\alpha) R^4$$

$$f(\alpha) = \frac{[9\alpha(2\alpha + \sin 2\alpha) - 16(1 - \cos 2\alpha)]}{72\alpha}$$



**Comprobación por la inclinación del techo flotante**

Sumersión adicional en el lado perforado	= ML * (Ro + Z) / (Ixx * pp)	d1	127.69 mm	hacia abajo
Profundidad reducida en el lado contrario	= ML * (Ro - Z) / (Ixx * pp)	d2	108.24 mm	hacia arriba
Nivel de líquido en el contorno desde la parte superior	= (Vd:4) / (Ape)	h1	323 mm	(de la condición 4: cubierta + dos pontones perforados)
Nivel de líquido en el contorno desde la parte inferior	= hpi + hci + h1 + d1 (= h2 + d1)	h2'	776 mm	
Comprobación				
El techo flota en la posición inclinada: ¿h2' < Hro?		Cumple	22.4%	Cumple No cumple
Ángulo del techo inclinado	= arctg (d1 / (Ro+Z))	$\emptyset$	0.00702 rad 0.402 °	

**Comprobación de la altura libre para el techo flotante**

Espacio libre para techo flotante		Hf_TFI	1500 mm	
Altura ganada en el borde del techo flotante	= hco + hpo + (Fd-Ld*tg( $\beta$ pt)) + d2	H_TFI	1366 mm	
Comprobación				
El techo flotante no interfiere con el techo fijo: ¿H_TFI < Hf_TFI?		Cumple		Cumple No cumple
Holgura:			134 mm	

El cubierta central deflexionará hacia abajo debido a su peso propio.

Placas circulares bajo cargas distribuidas originando grandes desplazamientos.

La deflexión y la tensión se calculan con Roark's Formulas for Stress and Strain - 7th Edition, Chapter 11, section 11.11

Caso 3. Placa fija y empotrada. Presión uniforme q sobre toda la placa.

La tensión calculada (σ) es debida a la combinación del esfuerzo a flexión (σb) mas el esfuerzo de diafragma (σd). σ = ob + od

**Comprobación de tensión y deflexión en la cubierta central**

Fuerza neta debida al peso propio de la cubierta

$-t * (\text{steel} - \text{pp}) * g$  q = 463.10 N/m<sup>2</sup> (Hacia abajo)

¿Tener en cuenta el empuje del producto para calcular el peso propio?

SI

SI

NO

La deflexión máxima en el centro de la cubierta se calcula con la ecuación (11.11-1). Después se obtiene la tensión de la ecuación (11.11-2)

$q = R_1^4 \left( \frac{1}{E} + t^2 \right) = K_1 * \frac{q}{t^4} + K_2 * \left( \frac{q}{t^4} \right)^2$  Ec. (11.11-1)

$A1 = K1 * X + K2 * X^3$

$\frac{\sigma * R_1^2}{E} + t^2 = K_3 * \frac{q}{t^4} + K_4 * \left( \frac{q}{t^4} \right)^2$  Ec. (11.11-2)

$\sigma * B1 = K3 * X + K4 * X^3$

Caso para tomar los factores K1, K2, K3 y K4:

caso 3	K1	5.857 -	
- 5.23 / (1 - ν <sup>2</sup> )	K2	2.857 -	
- 2.6 / (1 - ν <sup>2</sup> )	K3c	2.857 -	(en el centro)
- 2 / (1 - ν)	K4c	0.976 -	(en el centro)
- 0.976	K3e	4.396 -	(en el borde)
- 4 / (1 - ν <sup>2</sup> )	K4e	1.730 -	(en el borde)
- 1.23	A1	46179.74 -	
- (a * R <sup>2</sup> /4) * (E + ν <sup>2</sup> )	B1	2.20 cm <sup>2</sup> / kg	
- (R <sup>2</sup> /2) * (E + ν <sup>2</sup> )			

La placa de la cubierta está fijada por el perímetro y sostenida.

$f(X) = K1 * X + K2 * X^3 - A1 = 0$

0 =

Fuerzo que esta célula sea 0, variando X. Ejecutar SOLVER

$-y / t$  X = 25.23

y = 167 mm

Deflexión máxima en el centro de la cubierta: Ec. (11.11-1)

$\frac{q}{4} * X^4 = X^4$

Comprobación: grandes desplazamientos. OK. Es un caso de grandes desplazamientos.

OK. Es un caso de grandes desplazamientos.

Elegir otro caso de carga donde la deflexión sea del orden del espesor de la cubierta

Máxima esfuerzo en el centro de la cubierta

$= [K3c * X + K4c * X^2] / B1$

oc	316.26 kg / cm <sup>2</sup>
	31.04 N / mm <sup>2</sup>
Flexión	3.224 N / mm <sup>2</sup>
Diafragma	27.812 N / mm <sup>2</sup>

Máximo esfuerzo en el borde de la cubierta

$= [K3e * X + K4e * X^2] / B1$

oe	552.89 kg / cm <sup>2</sup>
	54.26 N / mm <sup>2</sup>
Flexión	4.959 N / mm <sup>2</sup>
Diafragma	49.299 N / mm <sup>2</sup>

Comprobación:

Cumple

oe, oc <= Fb

Cumple

La tensión en el centro de la cubierta debe ser igual o menor que la tensión admisible

316.26 <= 1698.33 kg/cm<sup>2</sup>

La tensión en el borde de la cubierta debe ser igual o menor que la tensión admisible

552.89 <= 1698.33 kg/cm<sup>2</sup>

**Comprobación de tensión en la placa del borde interno**

Fuerza radial en el borde interno de la pontona

$= \sigma * t$

Fr = 358.10 N / mm circ.

Reacción en la parte superior del borde interno de la pontona

$= Fr * h_1 / H_1$

Frt = 86.75 N / mm circ.

Reacción en la parte inferior del borde interno de la pontona

$= Fr * h_2 / H_2$

Fri = 271.35 N / mm circ.

Considerando puntos de carga a cada mm de circunferencia se obtiene un ángulo muy pequeño entre carga y carga

Distancia entre puntos de carga

$= 2 * \pi * R_1$

Δr = 1 mm

Perímetro de la cubierta central

$= \text{Per} / \Delta r$

NL = 87525 unidades

Número de puntos de carga en la circunferencia

$= \Delta r / \text{Per} * 360^\circ$

2α = 0.0041131 rad

Medio ángulo entre puntos de carga

$= \alpha$

α = 0.000718 rad

$1 / \alpha$

1 / α = 27860 1/rad

$1 / \text{sen } \alpha$

1 / sen α = 27860

$1 / \text{tg } \alpha$

1 / tg α = 27860

Carga horizontal en el borde interno

$= Fr$

FH = 0.36 kN / mm circ.

Momento entre las cargas FH

$= FH * R_1 / 2 * [(1/\text{sen } \alpha) - (1/\alpha)]$

Mm = 14.9210 N \* mm

Esfuerzo circunferencial entre las cargas FH

$= FH / 2 * (1/\text{sen } \alpha)$

Tm = 4988 kN

Momento en las cargas FH

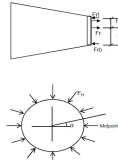
$= - FH * R_1 / 2 * [(1/\alpha) - (1/\text{sen } \alpha)]$

Mr = -29.8420 N \* mm

Esfuerzo circunferencial en las cargas FH

$= FH / 2 * (1/\text{tg } \alpha)$

Tr = 4988 kN



El esfuerzo en la placa de la cubierta causará tensión en el borde de la cubierta y por tanto esfuerzos en borde de la pontona. Son los esfuerzos de diafragma en el borde de la cubierta los que causan tensiones en el borde interno de la pontona.

Propiedades de la pontona (transversales)		- b*d		distancia de cada CDG al borde interno		momento estático respecto a x		CDG en Y		distancia en cada CDG al eje Y y particular		= (bd) <sup>3</sup> /12		I(cdg) + A*h <sup>2</sup>	
Área	b	d	Área (A)	y	A*y	Y	Y	h = Y - y	A*h <sup>2</sup>	I (cdg)	Ixx				
[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]				
1 - Placa interna	600	12	7200	-t/2	6	43200	1437.87	14885794249	86400	1488580649					
2 - Placa superior	6	2873	17235	-t/2 + cos φ * b + Tr	1447	24939111	-3.13	168801.7522	11859061043	11851129845					
3 - Placa inferior	6,6	2876	18979	-t/2 + cos φ * b + Tr	1447	27462928	-3.13	185884.3473	13078737141	13078923025					
4 - Placa externa	900	8	7200	Tr - t/2	2865	20635200	-4.022.13	14561657344	38400	14561696144					
ΣA =				50614	Σ(A*y) =		73080439	ΣI(cdg) =		54377629663					

CDG en y = 1443.87 Modulo resistente de la sección Za = 37661017.14 mm<sup>3</sup>

Área de la sección efectiva de la pontona

$= Ixx / Y$

Aa = 50614 mm<sup>2</sup>

Modulo resistente de la sección de la pontona

$= Ixx / Y$

Za = 37661017 mm<sup>3</sup>

1426.13

Límite elástico de material de las placas de las pontonas

$= A * 36$

Fy = 250 Mpa = N/mm<sup>2</sup>

1435

Tensión admisible

$= 0.66 * Fy$

Fb = 165 N/mm<sup>2</sup>

**Tensión entre los puntos de carga**

Cargas a flexión

$= Mm / Za$

fbm = 3.96E-07 N/mm<sup>2</sup>

Cargas circunferenciales a compresión

$= Tm / A$

fcm = 98.557 N/mm<sup>2</sup>

Comprobación

Cumple

fbm / fb + <= Fb

Cumple

La combinación de tensiones debe ser menor que la tensión admisible

98.56 <=

165 MPa

No cumple

**Tensión entre los puntos de carga**

Cargas a flexión

$= Mr / Za$

fbr = 7.92E-07 N/mm<sup>2</sup>

Cargas circunferenciales a tensión

$= Tr / A$

ft = 98.557 N/mm<sup>2</sup>

Comprobación

Cumple

fbr / fb + <= Fb

Cumple

La combinación de tensiones debe ser menor que la tensión admisible

98.56 <=

165 MPa

No cumple

**Comprobación para punto focal de la placa superior de la pontona**

Carga			
Espeor de la placa superior de la pontona	tp	6 mm	
Peso propio de la placa superior de la pontona	DL	47.1 kg/m <sup>2</sup>	
Carga viva	LL	1.22 kPa	
		124.3 kg/m <sup>2</sup>	
Carga total	qt	171.4 kg/m <sup>2</sup>	
		0.01714 kg/cm <sup>2</sup>	
Nº rigidizadores radiales por compartimento	nrb	2 uds	
Nº rigidizadores circunferenciales por compartimento	nrb	1 uds	
Lado externo	a	2199 mm	
Lado interno - radial	b	1435 mm	
Lado corto	c	1823 mm	
Lado largo	a/b	1.532	
Ratio a/b			
Roark's Formulas for Stress and Strain - 7th Edition, (Table 11.4, Caso 8a)			
Coefficientes			
	β1	0.45706 -	0.4356 0.468
	β2	0.22212 -	0.2094 0.2286
	α	0.02426 -	0.0226 0.0251
Tensión máxima en el centro del borde largo	σcl	448.16 kg/cm <sup>2</sup>	
Tensión máxima en el centro	σc	217.792 kg/cm <sup>2</sup>	

Comprobación: **Cumple** σcl, σc <= Fb  
 La tensión en el centro del borde largo debe ser igual o menor que la tensión admisible 448.16 <= 698.33 kg/cm<sup>2</sup>  
 La tensión en el centro de la placa debe ser igual o menor que la tensión admisible 217.79 <= 698.33 kg/cm<sup>2</sup>

Deflexión máxima - (a \* qt \* b<sup>3</sup>) / (E \* tp<sup>3</sup>) δs 4.0253 mm  
 Deflexión admisible - max [a\*b] / 360 δadm 6.1087 mm

Comprobación: **Cumple** δs <= δadm  
 La deflexión en el centro de la placa debe ser menor que L/360 4.0253 <= 6.1087 mm

**Comprobación para punto focal de la placa de fondo de la pontona**

Carga			
Espeor de la placa de fondo de la pontona	tb	6.6 mm	
Peso propio de la placa de fondo de la pontona	DL	238 kg/m <sup>2</sup>	
Empuje hacia arriba debida a la presión del líquido	Uw	543 kg/m <sup>2</sup>	
Empuje total hacia arriba en la placa de fondo de la pontona	qb	304.8 kg/m <sup>2</sup>	
		0.03048 kg/cm <sup>2</sup>	
Tensión máxima en el centro del borde largo	σcl	658.50 kg/cm <sup>2</sup>	
Tensión máxima en el centro	σc	320.01 kg/cm <sup>2</sup>	
Comprobación: <b>Cumple</b> σcl, σc <= Fb La tensión en el centro del borde largo debe ser igual o menor que la tensión admisible 658.50 <= 698.33 kg/cm <sup>2</sup> La tensión en el centro de la placa debe ser igual o menor que la tensión admisible 320.01 <= 698.33 kg/cm <sup>2</sup>			
Deflexión máxima - (a * qb * b <sup>3</sup> ) / (E * tp <sup>3</sup> ) δs 5.3769 mm Deflexión admisible - max [a*b] / 360 δadm 6.1087 mm			
Comprobación: <b>Cumple</b> δs <= δadm La deflexión en el centro de la placa debe ser menor que L/360 5.3769 <= 6.1087 mm			

**Diseño del rigidizador superior de la pontona**

Perfil angular seleccionado	L 60x6	
Altura del perfil rigidizador	bperf	60 mm
Espeor del perfil rigidizador	tperf	6 mm
Espeor de la placa superior de la pontona	tp	6 mm
Ancho de la sección combinada	da	66 mm
Contribución efectiva de la placa de la pontona a la sección	be	198 mm



Área	b	d	Área (A)	y	A*y	Y2	Y2 - Σ(A*y) / ΣA	h - Y2 - y	A*b <sup>2</sup>	ln (cdg)	Ixx
1 - Perfil	60	60	6.91	4.9	33.93	30	-2.91	58.70	22.8000	81.5029	
2 - Placa superior	198	6.6	11.88	3.56	42.47	2.00	1.70	34.14	0.3564	34.5099	
ΣA			18.79		76.40					116.00	

Inercia en el eje xx de la sección compuesta ΣIxx 116.00 cm<sup>4</sup>  
 Distancia desde el borde exterior y el CDG de la sección o = ds - Y2 4.60 cm  
 Modulo resistente de la sección efectiva Z = ΣIxx / Ymax 25.19 cm<sup>3</sup>

Carga de empuje hacia arriba total en el rigidizador qt 171 kg/m<sup>2</sup>  
 Carga máxima en el rigidizador - qt \* (a+c) / 2 wt 3.44769 kg/cm  
 Longitud del rigidizador - Pa 285 cm  
 Máximo momento por flexión en el rigidizador - wt \* L<sup>2</sup> / 12 M 23336.5 kg\*cm  
 Tensión por flexión en el rigidizador - M / Z fb 926.325 kg/cm<sup>2</sup>  
 Tensión admisible a flexión - 0.66 \* Fy fadm 1681.35 kg/cm<sup>2</sup>  
 Comprobación: **Cumple** fb <= fadm  
 La tensión por flexión debe ser menor que la tensión admisible 45% 926.32 <= 1681.35 kg/cm<sup>2</sup>

Deflexión en el rigidizador - wt \* L<sup>4</sup> / (384 \* E \* I) δs 0.25181 cm  
 Deflexión admisible (=Span/360) - Lx / 360 δadm 0.79167 cm  
 Comprobación: **Cumple** δs <= δadm  
 La deflexión en el rigidizador debe ser menor que la admisible 68% 2.52 <= 7.92 mm

**Diseño del rigidizador del fondo de la pontona**

Perfil angular seleccionado	L 60x6	
Altura del perfil rigidizador	bperf	60 mm
Espeor del perfil rigidizador	tperf	6 mm
Espeor de la placa de fondo de la pontona	tb	6.6 mm
Ancho de la sección combinada	da	66.6 mm
Contribución de la placa de la pontona a la sección compo	be	217.2 mm



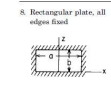
Área	b	d	Área (A)	y	A*y	Y2	Y2 - Σ(A*y) / ΣA	h - Y2 - y	A*b <sup>2</sup>	ln (cdg)	Ixx
1 - Perfil	60	60	6.91	4.97	34.34	30	-2.97	61.14	22.8000	83.9446	
2 - Placa superior	217.2	6.66	14.34	3.73	54.73	1.84	1.67	39.76	0.5204	40.2761	
ΣA			21.25		89.07					124.22	

Inercia en el eje xx de la sección compuesta ΣIxx 124.22 cm<sup>4</sup>  
 Distancia desde el borde exterior y el CDG de la sección o = ds - Y2 4.82 cm  
 Modulo resistente de la sección efectiva Z = ΣIxx / Ymax 25.77 cm<sup>3</sup>

Carga de empuje hacia arriba total en el rigidizador qb 305 kg/m<sup>2</sup>  
 Carga máxima en el rigidizador - qb \* (a+c) / 2 wb 6.1297 kg/cm  
 Longitud del rigidizador - Pa 285 cm  
 Máximo momento por flexión en el rigidizador - wb \* L<sup>2</sup> / 12 M 41490 kg\*cm  
 Tensión por flexión en el rigidizador - M / Z fb 1610 kg/cm<sup>2</sup>  
 Tensión admisible a flexión - 0.66 \* Fy fadm 1681.35 kg/cm<sup>2</sup>  
 Comprobación: **Cumple** fb <= fadm  
 La tensión por flexión debe ser menor que la tensión admisible 4% 1610.18 <= 1681.35 kg/cm<sup>2</sup>

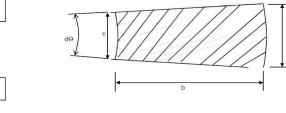
Deflexión en el rigidizador - wb \* L<sup>4</sup> / (384 \* E \* I) δs 0.42 cm  
 Deflexión admisible (=Span/360) - Lx / 360 δadm 0.79 cm  
 Comprobación: **Cumple** δs <= δadm  
 La deflexión en el rigidizador debe ser menor que la admisible 47% 4.18 <= 7.92 mm

La deflexión y la tensión se calcularán con Roark's Formulas for Stress and Strain - 7th Edition, (Table 11.4 Formulas for flat plates with straight boundaries and constant thickness) Para placas rectangulares con los contornos fijos y con carga uniformemente distribuida (Rectangular plate, all edges fixed. Uniform over entire plate). Table 11.4, caso 8a.



σ <sub>max</sub> = -qt * a <sup>2</sup> / 16 * (1 - β <sup>2</sup> )	σ <sub>min</sub> = -qt * b <sup>2</sup> / 16 * (1 - β <sup>2</sup> )
δ <sub>center</sub> = qt * a <sup>4</sup> / 64 * D	δ <sub>center</sub> = qt * b <sup>4</sup> / 64 * D
β = a/b	β = b/a
α = 16 * (1 - β <sup>2</sup> ) / (3 * (1 + β <sup>2</sup> ))	α = 16 * (1 - β <sup>2</sup> ) / (3 * (1 + β <sup>2</sup> ))
γ = 16 * (1 - β <sup>2</sup> ) / (3 * (1 + β <sup>2</sup> ))	γ = 16 * (1 - β <sup>2</sup> ) / (3 * (1 + β <sup>2</sup> ))

Tabla 11.4, caso 8a									
a/b	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.01	100	
β1	0.3078	0.3834	0.4356	0.468	0.4872	0.4974	0.5	0.5	
β2	0.1386	0.1794	0.2094	0.2386	0.2496	0.2472	0.25	0.25	
α	0.0138	0.0188	0.0226	0.0251	0.0267	0.0277	0.0284	0.0284	



Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple

Cumple No cumple



**Cálculo de los soportes del techo flotante**

Peso total del pontón y accesorios	$Wp$	60546 kg
Área de la pontona (corona circular)	$Ap$	277 m <sup>2</sup>
	$= Wp / Ap$	$wp$ 219 kg/m <sup>2</sup>
Peso total de la cubierta y accesorios	$Wd$	39200 kg
Área de la cubierta	$Ad$	610 m <sup>2</sup>
	$= Wd / Ad$	$wd$ 64 kg/m <sup>2</sup>

Existen dos tipos de alturas libres desde el techo flotante hasta el fondo:  
 - Posición baja: para operación. Está condicionada por los componentes internos del tanque incluyendo las tabuladuras de las viruelas con sus proyecciones internas.  
 - Posición alta: para mantenimiento. Debe haber 2m libres entre la parte mas alta de techo flotante y el fondo.

Radio externo de la pontona	$R_o$	16800 mm
Radio interno de la pontona	$R_i$	13930 mm
Altura ganada debida a la pdte del fondo en A	$h_A$	3 mm
Altura ganada debida a la pdte del fondo en B	$h_B$	51 mm
Distancia desde la cubierta central hasta el punto b = hci + hpi	$h_{pon}$	325 mm
Altura de las tabuladuras	$h_{mooz}$	1500 mm
Altura libre para actividades de mantenimiento	$h_{hoem}$	2000 mm
Altura libre máxima	$H_{libre} = \max(h_{mooz}; h_{hoem})$	2000 mm
Posición de cubierta central si la esquina inferior e = hA + Hlibre + hpon	$H1$	2329 mm
Posición de la cubierta central si el centro es el pu = hcone+Hlibre	$H2$	2283 mm
Posición de la cubierta central sobre el suelo cuand = max(H1,H2)	$Hd$	2329 mm
Ancho de la pontona	$Pw$	2870 mm
Posición en la pontona desde borde exterior	$r1$	957 mm
Número de radios para piernas de apoyo	$n$	4 uds
Radio de la primera pierna de apoyo	$r1$	15843 mm
Espacio entre los niveles de piernas de apoyo	$gap\_exact$	2321.67 mm
Redondear al múltiplo inferior de:	$gap$	2320.00 mm

API 650, App.H, H.4.6.3

Número de piernas de apoyo en el anillo exterior #1	$n1$	24 uds
Radio del anillo exterior #1	$r1$	15843 mm
Distancia perimetral entre piernas de apoyo #1	$p1$	4148 mm
Área soportada por cada pierna de apoyo del anillo = $Ares(Ro-Ri) / n1$	$a1$	11.54 m <sup>2</sup>
Altura ganada debida a la pdte del fondo #1	$h1$	19 mm
Longitud de la pierna de apoyo #1	$l1$	3309 mm
	2	
Número de piernas de apoyo en el anillo exterior #2	$n2$	16 uds
Radio del anillo exterior #2	$r2$	11610 mm
Distancia perimetral entre piernas de apoyo #2	$p2$	4559 mm
Área soportada por cada pierna de apoyo del anillo = $a^* [Ri^2 - ((n-i)/2)^2] / ni$	$a2$	21.15 m <sup>2</sup>
Altura ganada debida a la pdte del fondo #2	$h2$	90 mm
Longitud de la pierna de apoyo #2	$l2$	3329 mm
	3	
Número de piernas de apoyo en el anillo exterior #3	$n3$	8 uds
Radio del anillo exterior #3	$r3$	6970 mm
Distancia perimetral entre piernas de apoyo #3	$p3$	5474 mm
Área soportada por cada pierna de apoyo del anillo = $a^* [(n-i)/2]^2 / ni$	$a3$	25.40 m <sup>2</sup>
Altura ganada debida a la pdte del fondo #3	$h3$	167 mm
Longitud de la pierna de apoyo #3	$l3$	3162 mm
	4	
Número de piernas de apoyo en el anillo exterior #4	$n4$	4 uds
Radio del anillo exterior #4	$r4$	2330 mm
Distancia perimetral entre piernas de apoyo #4	$p4$	3660 mm
Área soportada por cada pierna de apoyo del anillo = $a^* [(n-i)/2]^2 / ni$	$a4$	16.98 m <sup>2</sup>
Altura ganada debida a la pdte del fondo #4	$h4$	245 mm
Longitud de la pierna de apoyo #4	$l4$	3084 mm

Distancia menor a 6 m  
 Área soportada por cada pierna < 34 m<sup>2</sup>

Distancia menor a 6 m  
 Área soportada por cada pierna < 34 m<sup>2</sup>

Distancia menor a 6 m  
 Área soportada por cada pierna < 34 m<sup>2</sup>

Distancia menor a 6 m  
 Área soportada por cada pierna < 34 m<sup>2</sup>

Número de piernas de apoyo en el anillo exterior	$n$	pares (mínimo 4 apoyos)
Radio del anillo exterior	$r$	
Distancia perimetral entre piernas de apoyo	$p$	Distancia menor a 6 m
Área soportada por cada pierna de apoyo del anillo	$a$	Área soportada Diagoner más
Altura ganada debida a la pdte del fondo	$h$	
Longitud de la pierna de apoyo	$l$	

Según API 650 App.H, H.4.2.2.2 las piernas de apoyo del techo flotante se diseñan con la siguiente combinación de cargas:  
 $Dp = \max(Lf1, Lf2, Pfc)$

Carga viva uniforme del techo	$Lf1$	0.6 kPa
	Sin drenajes automáticos	61.14 kg/m <sup>2</sup>
Carga máxima concentrada en una pierna de apoyo peso de 2 hombres caminando por el tecl	$Lf2$	2.2 kN
		224.18 kg
Presión externa de diseño del techo flotante interno	$Pfc$	0.24 kPa
		24.46 kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta total de las pontona del TFI	$Dfp$	218.52 kg/m <sup>2</sup>
Carga axial máxima en la pierna de apoyo de la po	$Lp1$	3229 kg
	$Lp2$	2747 kg
	$Lp3$	2865 kg
	$Lp4$	3229 kg
Carga muerta total de la cubierta central del TFI	$Dfd$	64.30 kg/m <sup>2</sup>
Carga axial máxima en la pierna de apoyo de la cu	$Ld1$	3186 kg
	$Ld2$	1888 kg
	$Ld3$	2285 kg
	$Ld4$	3186 kg

API 650 App.H, H.4.2.2.2	0.6 kPa
Sin drenajes automáticos	0.24 kPa
Con drenajes automáticos	

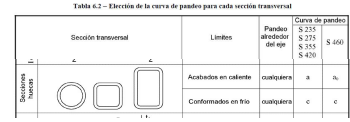
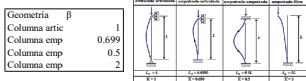
Área x pierna	Radio
61.14	21.15
25.40	25.40
16.98	16.98
0.00	#REF!

Área limitante: reducir en caso de no cumplir criterio de compresión	$a1$	11.54 m <sup>2</sup>
¿Cumple el criterio de compresión? $a_{Ned} < N_b.Rd?$	Cumple	
Máxima altura de la pierna de apoyo	$LL$	3309 mm
Longitud efectiva	$Le$	4402 mm

<b>Selección del tamaño de la pierna de apoyo - Tubo interno</b>			
Material	A 53 Gr. B	$Fy$	240 Mpa
Tamaño nominal de la tubería (NPS)	3	$Do$	88.9 mm
Espesor	SCH 80	$tw$	7.62 mm
Diámetro interno		$Di$	73.66 mm
Área transversal de acero	$= \pi/4 (Do^2 - Di^2)$	$As$	1946 mm <sup>2</sup>
Peso unitario del tubo interior	$= As * \rho_{Steel}$	$Wit$	15.27 kg/m
Inercia del tubo	$= \pi/64 (Do^4 - Di^4)$	$I$	1620938 mm <sup>4</sup>
Radio de giro del tubo	$= I / As * 10^6$	$i$	28.86 mm
<b>Selección del tamaño de la pierna de apoyo - Tubo externo</b>			
Material	A 53 Gr. B	$Fy$	240 Mpa
Tamaño nominal de la tubería (NPS) - pulgadas	4	$Do$	114.3 mm
Espesor	SCH 80	$tw$	8.56 mm
Diámetro interno		$Di$	97.18 mm
Área transversal de acero	$= \pi/4 (Do^2 - Di^2)$	$As$	2844 mm <sup>2</sup>
Peso unitario del tubo interior	$= As * \rho_{Steel}$	$Wot$	22.32 kg/m
Longitud del tubo de alojamiento	$Lol$		2000 mm

<b>Pandeo de la pierna de apoyo</b>			
Longitud de pandeo - y	$L$	4402 mm	
Coefficiente de pandeo	$\beta$	2	
Esbeltz - y	$\lambda$	305.00 -	
Esbeltz referencia	$\lambda_{ref}$	90.46 -	
Esbeltz adimensional - y	$\lambda_{med}$	3.37 -	

EN 1993-1-1:2005



Curva de pandeo del perfil	$\alpha$	0.21 -
Coefficiente de imperfección - y	$\phi$	0.21 -
	$\psi$	6.5165 -
Coefficiente de reducción - y	$\chi$	0.0827 -

EN 1993-1-1, Tabla 6.1

$\leq 50e^2$	0	Clase 1
$\leq 70e^2$	48.938	Clase 2
$\leq 90e^2$	68.342	Clase 3
$> 90e^2$	88.125	Clase 4

Clase	Sección flexión y compresión
1	$d/t \leq 50e^2$
2	$d/t \leq 70e^2$
3	$d/t \leq 90e^2$

NOTA: Para  $d/t > 90e^2$  véase la Norma Europea EN 1993-1-6

Clase de sección hueca	$\epsilon$	0.990 -
	$\epsilon$	11.7 -
	$\epsilon$	Class 1 -
Resistencia de cálculo a pandeo de un elemento so = y * As * Fy / Yoi	$Nb,Rd$	38.2 kN
Coefficiente parcial para la resistencia de elementos estructurales a inestabilidad	$\gamma_{M1}$	1 -
Máxima esfuerzo de compresión en la pierna de ao = max(Lp,Ld) * g	$Ned$	31.68 kN
Comprobación		
El esfuerzo de compresión en las piernas de apoyo $a_{Ned} < N_b.Rd?$ debe ser igual o menor que la resistencia de	Cumple	18.0%
	No cumple	

<b>Cálculo de pesos</b>			
Nº piernas de apoyo en la pontona	$n1$	24 uds	
Peso del tubo exterior	$Wot1$	1071 kg	
Longitud tubo interior	$l1$	3309 mm	
Peso del tubo interior	$Wit1$	1213 kg	
Peso total de piernas de apoyo en la pontona	$W11$	2285 kg	
Nº piernas de apoyo en el radio i de la cubierta central	$ni$	16 8 4 uds	
Peso del tubo exterior	$Woi$	714 357 179 kg	
Longitud tubo interior	$li$	3239 3162 3084 mm	
Peso del tubo interior	$Wii$	792 386 188 kg	
Peso total de piernas en el radio i de la cubierta ce = Woi + Wii	$W1i$	1506 743 367 kg	
Peso total de piernas de apoyo en la cubierta centr = Σ W1i	$W1d$	2616 kg	

**Cálculo del viento** API 2000 7 edición

Diámetro interno del tanque	D	34000	mm
Altura del tanque	H	25000	mm
Área transversal del tanque	Ar	907.9	m <sup>2</sup>
Temperatura de diseño (max)	Td	55	°C
Temperatura de diseño (min)	Tm	0	°C
Presión de diseño (interna)	Pd	0.029	bar
Presión de diseño (Externa)	Pe	0.005	bar
Temperatura de almacenamiento del producto	T	55	°C
Latitud geográfica	Sevilla: 37°		
Densidad del aire	aire	Bajo 42°: 1.204	kg/m <sup>3</sup>

<http://www.coordenadas.com/espana/sevilla-sevilla/6242>

Líquido almacenado	Fuel Oil		
Tipo de líquido	Líquido no volátil (Pvapour <= 5kPa)		
Tipo de presión de vapor	Similar al Hexano		
Gravedad específica del producto	G	0.7835	-
Máximo caudal de llenado	Vpf	420.4	m <sup>3</sup> /h
Máximo caudal de vaciado	Vpe	213.0	m <sup>3</sup> /h

Tanque sin aislamiento			
Coefficiente interno de transferencia de calor	U_i coef	4	W / (m <sup>2</sup> K)
Espesor de aislamiento	l_in	0.1	m
Conductividad térmica del aislamiento	λ_in	0.05	W / (m <sup>2</sup> K)
Superficie total del tanque (virotas y techo)	Atm	3578	m <sup>2</sup>
Altura de aislamiento	h_in	N/A	m
Superficie aislada	Ains	N/A	m <sup>2</sup>
Factor de líquido volátil	Kl	1	-
Caudal volumétrico de inhalación de aire	- Kl * Vpf	Vop	420.4 m <sup>3</sup> /h
Caudal volumétrico de exhalación de aire	- Vpe	Vip	213.0 m <sup>3</sup> /h

Aislamiento - API 2000	Ri	1
Tanque sin aislamiento	Ri	#####
Tanque parcialmente aislado	Ri	#####
Tanque completamente aislado	Ri	0.11111

API 2000 Sec. 3.3.2.2.1 Gx Kl  
Líquido no volátil (Pvapour <= 5 kPa)  
Líquido volátil (Pvapour > 5 kPa)  
Líquido flashando

API 2000 - (equation 12)  $R_{sp} = \frac{A_{ins}}{A_{tm}} \cdot R_{in} + (1 - \frac{A_{ins}}{A_{tm}}) \cdot R_i$

API 2000 - (equation 11)  $R_{in} = \frac{1}{1 + (h_{in} \cdot U_{i,ins})}$

Realizar un cálculo del flash de equilibrio y aumentar los requerimientos de viento para inhalación consecuentemente.

**Techo fijo - Vientos atmosféricos**

Volumen del tanque	- π * D <sup>2</sup> / 4 * H	Vtk	22698	m <sup>3</sup>
Área de virola húmeda	- π * D * min(H, 9,14)	ATWS	976	m <sup>2</sup>
Evaluación térmica por calentamiento	- Y * Vtk / 0.9 * Ri	Vot	2664	m <sup>3</sup> /h
Factor Y (latitud)	Y	0.32	-	
Para tanques sin aislamiento	Ri	1	-	
Inhalación térmica por enfriamiento	- C * Vtk / 0.7 * Ri	Vit	7280	m <sup>3</sup> /h
Factor C (presión de vapor, T y latitud)	C	6.5	-	
Para tanques sin aislamiento	Ri	1	-	

API 2000 - Tabla 1 - Factor (Y) dependiendo de la latitud	
Latitud	Factor (Y)
Bajo 42°	0.32
Entre 42° y 58°	0.25
Sobre 48°	0.2

API 2000 - Tabla 2 - Factor (C) dependiendo de la latitud, la presión de vapor y la temperatura media de almacenamiento				
Temperatura	< 25°C	> 25°C	< 25°C	> 25°C
Latitud	Más alta que el hexano, o desonocida	Más alta que el hexano, o desonocida	Más alta que el hexano, o desonocida	Más alta que el hexano, o desonocida
Bajo 42°	4	6.5	6.5	6.5
Entre 42° y 48°	3	5	5	5
Sobre 48°	2.5	4	4	4

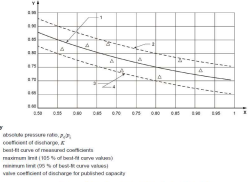


Figure 2 - Typical Ratio Limits for Capacity Testing of Venting Devices Using the Coefficient of Discharge Method

Requerimientos totales de viento	- Vop + Vit	Vo	3084	m <sup>3</sup> /h
Exhalación total requerida	- Vip + Vit	Vi	7493	m <sup>3</sup> /h
Inhalación total requerida	- Vip + Vit	Vi	7493	m <sup>3</sup> /h
Tamaño de viento	NPS	12	"	
Schedule del tubo	sch	STD	-	
Espesor del tubo	t	9.53	mm	
Diámetro externo del tubo	de	323.85	mm	
Diámetro interno del tubo	di	304.80	mm	
Área total de paso	At	72966	mm <sup>2</sup>	
Coefficiente de descarga	K	0.65	-	
Capacidad de descarga	- K * At * (2 * ΔP / ρaire) <sup>0.5</sup>	Qd	11850	m <sup>3</sup> /h
En sobrepresión: con ΔP = Pd	Qd	11850	m <sup>3</sup> /h	
En vacío: con ΔP = -Pe	Qe	4921	m <sup>3</sup> /h	
Nº de ventos necesarios	- max[(Vo/Qd); (Vi/Qe)]	n	1.5227	uds
	n_entero		2	uds

Patm	101.325	kPa
Pd	2.9	kPa
Pe	0.5	kPa

x 0.97218  
x 0.95959

**Techo fijo - Vientos de emergencia**

Caudal requerido para tanques sujetos a exposición del fuego	- 906.6 * Q * F / L (T/M) <sup>0.5</sup>	Q	20465	Nm <sup>3</sup> /h
Heat input de la exposición al fuego	Q	4129700	W	
Factor medioambiental	F	1	-	
Calor latente de vaporización del producto	L	334900	J/kg	
Temperatura absoluta del vapor alivinado	T	283.75	K	
Masa molecular relativa del vapor	M	86.17	kg/mol	
Tamaño de viento	NPS	18	"	
Schedule del tubo	sch	STD	-	
Espesor del tubo	t	9.53	mm	
Diámetro externo del tubo	de	457.20	mm	
Diámetro interno del tubo	di	438.15	mm	
Área total de paso	At	150777	mm <sup>2</sup>	
Coefficiente de descarga	K	0.65	-	
Capacidad de descarga	- K * At * (2 * ΔP / ρaire) <sup>0.5</sup>	Qd	24488	m <sup>3</sup> /h
En sobrepresión: con ΔP = Pd	Qd	24488	m <sup>3</sup> /h	
Nº de ventos necesarios	- Q / Qd	n	0.8357	uds
	n_entero		1	uds

API 2000 - Tabla 3 - Heat Input - Q	
Área de virola húmeda, AP Presión de Heat Input, Q [W]	
ATWS < 18.6	Pd ≤ 103.3 / 63150 * ATWS
18.6 ≤ ATWS < 93	Pd ≤ 103.3 / 224200 * ATWS <sup>0.56</sup>
93 ≤ ATWS < 260	Pd ≤ 103.3 / 360400 * ATWS <sup>0.33</sup>
260 ≤ ATWS	Pd ≤ 7

AWTS Q	
0	61652166
18.6	11034053
93	6457918.3
260	4129700

**Techo fijo - Vientos auto purgantes**

Tipo de viento	Auto Bleeder Vent			
Posición más baja del techo flotante	h	2329	mm	
Volumen del tanque	- π * D <sup>2</sup> / 4 * h	Vtk2	2114	m <sup>3</sup>
Evaluación térmica por calentamiento	- Y * Vtk2 / 0.9 * Ri	Vot	315	m <sup>3</sup> /h
Factor Y (latitud)	Y	0.32	-	
Para tanques sin aislamiento	Ri	1	-	
Inhalación térmica por enfriamiento	- C * Vtk2 / 0.7 * Ri	Vit	1382	m <sup>3</sup> /h
Factor C (presión de vapor, T y latitud)	C	6.5	-	
Para tanques sin aislamiento	Ri	1	-	
Requerimientos totales de viento	- Vop + Vit	Vo	735	m <sup>3</sup> /h
Exhalación total requerida	- Vip + Vit	Vi	1595	m <sup>3</sup> /h
Inhalación total requerida	- Vip + Vit	Vi	1595	m <sup>3</sup> /h
Máxima capacidad de diseño para ventear	- max (Vi, Vo)	Q	1595	m <sup>3</sup> /h
Tamaño de viento (tubo exterior)	NPS	10	"	
Schedule del tubo	sch	STD	-	
Espesor del tubo	t	9.27	mm	
Diámetro externo del tubo	de	273.05	mm	
Diámetro interno del tubo	di	254.51	mm	
Área total de paso (tubo exterior)	At	50874	mm <sup>2</sup>	
Tamaño de viento (tubo guía)	NPS	8	"	
Schedule del tubo	sch	STD	-	
Espesor del tubo	t	3.91	mm	
Diámetro externo del tubo	de	60.33	mm	
Diámetro de guía del tubo interior	d	90	mm	
Área bloqueada debido a la guía	- π * (d <sub>g</sub> ) <sup>2</sup> / 4	Ab1	6362	mm <sup>2</sup>
Ancho de la cartela para sujetar la guía	- (d1 - d <sub>g</sub> ) / 2	w	82.25	mm
Espesor de la cartela para sujetar la guía	tg	6	mm	
Número de cartelas	np	4	uds	
Área bloqueada debido a las cartelas	- np * w * tg	Ab2	1974	mm <sup>2</sup>
Área neta de paso por el viento auto purgante	- (At - Ab1 - Ab2)	An	42538	mm <sup>2</sup>
Coefficiente de descarga	K	0.65	-	
Diferencia de presiones	- Pd / 100	ΔP	0.00029	bar
Capacidad de descarga	- K * An * (2 * ΔP / ρaire) <sup>0.5</sup>	Qd	691	m <sup>3</sup> /h
En sobrepresión: con ΔP = Pd	Qd	691	m <sup>3</sup> /h	
Nº de ventos necesarios	- Q / Qd	n	2.3088	uds
	n_entero		3	uds

Soportes TFI

TABLA DE SCHEDULE SIN CAPAR

NPS	SCH 5	SCH 10	SCH 20	SCH 30	SCH 40	SCH 60	SCH 80	SCH 100	SCH 120	SCH 140	SCH 160	STD	XS	XXS	SCH 5S	SCH 10S	SCH 40S	SCH 80S	Calculado	Nominal Pipe Size NPS (")	Outside diameter (")	DN	Outside diameter (mm)	
1/8	NA	1.24	NA	1.45	1.73	NA	2.41	NA	NA	NA	NA	1.73	2.41	NA	NA	1.24	1.73	2.41		1/8	0.405	6	10.29	
1/4	NA	1.65	NA	1.85	2.24	NA	3.02	NA	NA	NA	NA	2.24	3.02	NA	NA	1.65	2.24	3.02		1/4	0.54	8	13.72	
3/8	NA	1.65	NA	1.85	2.31	NA	3.20	NA	NA	NA	NA	2.31	3.20	NA	NA	1.65	2.31	3.20		3/8	0.675	10	17.15	
1/2	1.65	2.11	NA	2.41	2.77	NA	3.73	NA	NA	NA	NA	4.78	2.77	3.73	7.47	1.65	2.11	2.77	3.73	1/2	0.84	15	21.34	
3/4	1.65	2.11	NA	2.41	2.87	NA	3.91	NA	NA	NA	NA	5.56	2.87	3.91	7.82	1.65	2.11	2.87	3.91	3/4	1.05	20	26.67	
1	1.65	2.77	NA	2.90	3.38	NA	4.55	NA	NA	NA	NA	6.35	3.38	4.55	9.09	1.65	2.77	3.38	4.55	1	1.315	25	33.40	
1 1/4	1.65	2.77	NA	2.97	3.56	NA	4.85	NA	NA	NA	NA	6.35	3.56	4.85	9.70	1.65	2.77	3.56	4.85	1 1/4	1.66	32	42.16	
1 1/2	1.65	2.77	NA	3.18	3.68	NA	5.08	NA	NA	NA	NA	7.14	3.68	5.08	10.16	1.65	2.77	3.68	5.08	1 1/2	1.9	40	48.26	
2	1.65	2.77	NA	3.18	3.91	NA	5.54	NA	NA	NA	NA	8.74	3.91	5.54	11.07	1.65	2.77	3.91	5.54	2	2.375	50	60.33	
2 1/2	2.11	3.05	NA	4.78	5.16	NA	7.01	NA	NA	NA	NA	9.53	5.16	7.01	14.02	2.11	3.05	5.16	7.01	2 1/2	2.875	65	73.03	
3	2.11	3.05	NA	4.78	5.49	NA	7.62	NA	NA	NA	NA	11.13	5.49	7.62	15.24	2.11	3.05	5.49	7.62	3	3.5	80	88.90	
3 1/2	2.11	3.05	NA	4.78	5.74	NA	8.08	NA	NA	NA	NA	5.74	8.08	NA	2.11	3.05	5.74	8.08		3 1/2	4	90	101.60	
4	2.11	3.05	NA	4.78	6.02	NA	8.56	NA	11.13	NA	NA	13.49	6.02	8.56	17.12	2.11	3.05	6.02	8.56	4	4.5	100	114.30	
5	2.77	3.40	NA	NA	6.55	NA	9.53	NA	12.70	NA	15.88	6.55	9.53	19.05	2.77	3.40	6.55	9.53		5	5.563	125	141.30	
6	2.77	3.40	NA	NA	7.11	NA	10.97	NA	14.78	NA	18.26	7.11	10.97	21.95	2.77	3.40	7.11	10.97		6	6.625	150	168.28	
8	2.77	3.76	6.35	7.04	8.18	10.31	12.70	15.09	18.26	20.62	23.01	8.43	12.70	22.23	2.77	3.76	8.18	12.70		8	8.625	200	219.08	
10	3.40	4.19	6.35	7.80	9.27	12.70	15.09	18.26	21.44	25.40	28.58	9.27	12.70	25.40	3.40	4.19	9.27	12.70		10	10.75	250	273.05	
12	3.96	4.57	6.35	8.38	10.31	14.27	17.48	21.44	25.40	28.58	33.32	9.53	12.70	25.40	3.96	4.57	9.53	12.70		12	12.75	300	323.85	
14	3.96	6.35	7.92	9.53	11.13	15.09	19.05	23.83	27.79	31.75	35.71	9.53	12.70	NA	3.96	4.78	9.53	12.70		14	14	350	355.60	
16	4.19	6.35	7.92	9.53	12.70	16.66	21.44	26.19	30.96	36.53	40.49	9.53	12.70	NA	4.19	4.78	9.53	12.70		16	16	400	406.40	
18	4.19	6.35	7.92	11.13	14.27	19.05	23.83	29.36	34.93	39.67	45.24	9.53	12.70	NA	4.19	4.78	9.53	12.70		18	18	450	457.20	
20	4.78	6.35	9.53	12.70	15.09	20.62	26.19	32.54	38.10	44.45	50.01	9.53	12.70	NA	4.78	5.54	9.53	12.70		20	20	500	508.00	
22	4.78	6.35	9.53	12.70	NA	22.23	28.58	34.93	41.28	47.63	53.98	9.53	12.70	NA	4.78	5.54	9.53	12.70		22	22	550	558.80	
24	5.54	6.35	9.53	14.27	17.48	24.61	30.96	38.89	46.02	52.37	59.54	9.53	12.70	NA	5.54	6.35	9.53	12.70		24	24	600	609.60	
26	NA	7.92	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		26	26	650	660.40
28	NA	7.92	12.70	15.88	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		28	28	700	711.20
30	6.35	7.92	12.70	15.88	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	6.35	7.92	9.53	12.70		30	30	750	762.00	
32	NA	7.92	12.70	15.88	17.48	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		32	32	800	812.80
34	NA	7.92	12.70	15.88	17.48	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		34	34	850	863.60
36	NA	7.92	12.70	15.88	19.05	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		36	36	900	914.40
38	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		38	38	950	965.20
40	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		40	40	1000	1016.00
42	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		42	42	1050	1066.80
44	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		44	44	1100	1117.60
46	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		46	46	1150	1168.40
48	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.53	12.70	NA	NA	NA	NA	NA	NA		48	48	1200	1219.20

Table 2M - ASTM A36 Anchor Rods - Metric

Nominal dia. (d <sub>o</sub> ) & thread pitch [mm]	d <sub>o</sub> [mm]	pitch [mm]	Stress area [mm <sup>2</sup> ]
M12 X 1,75	12	1.75	84.3
M16 X 2	16	2	157
M20 X 2,5	20	2.5	245
M24 X 3	24	3	353
M27 X 3	27	3	459
M30 X 3,5	30	3.5	561
M36 X 4	36	4	817
M42 X 4,5	42	4.5	1120
M48 X 5	48	5	1470
M56 X 5,5	56	5.5	2030
M64 X 6	64	6	2680
M72 X 6	72	6	3460

Table 2M - ASTM A36 Anchor Rods - Metric											
Bolt Properties				Type 2			Type 2S				
Nominal Dia. (d <sub>o</sub> ) & thread pitch (mm)	Stress Area (mm <sup>2</sup> )	L1 d <sub>o</sub> +13 (mm)	T1 2d <sub>o</sub> (mm)	h <sub>ef</sub> min. 12d <sub>o</sub> (mm)	Edge Dist. 4d <sub>o</sub> ≥100+d <sub>o</sub> /2 (mm)	Spacing 6d <sub>o</sub> (mm)	h <sub>ef</sub> min. SL+150 (mm)	Edge Dist. (note b) (mm)	Spacing (note c) (mm)	Sleeve	
		SD (mm)	SL (mm)								
M12x1,75	84.3	25	24	144	106	72	275	125	110	50	125
M16x2	157	29	32	192	108	96	275	125	130	50	125
M20x2.5	245	33	40	240	110	120	325	125	150	50	175
M24x3	353	37	48	288	112	144	400	138	195	75	250
M27x3	459	40	54	324	114	162	400	138	210	75	250
M30x3.5	561	43	60	360	120	180	400	143	225	75	250
M36x4	817	49	72	432	144	216	525	176	280	100	375
M42x4.5	1120	55	84	504	168	252	525	197	310	100	375
M48x5	1470	61	96	576	192	288	600	218	340	100	450
M56x5.5	2030	69	112	672	224	336	672	246	380	100	450
M64x6	2680	77	128	768	256	384	768	299	470	150	600
M72x6	3460	85	144	864	288	432	864	327	510	150	600

NOTES:

- a. MINIMUM EDGE DISTANCE IS MEASURED FROM THE CENTERLINE OF THE ANCHOR BOLT TO THE EDGE OF THE CONCRETE.
- b. EDGE DISTANCE FOR BOLTS WITH SLEEVES MUST BE INCREASED BY (SD-d<sub>o</sub>)/2
- c. SPACING OF BOLTS WITH SLEEVES MUST BE INCREASED BY (SD-d<sub>o</sub>)



IPE	IPN	HEA	HEB	HEM	UPN	L	L desiguales
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	80	80	100	100	100	80 L 20x3*	L 30x20x3
	100	100	120	120	120	100 L 20x4	L 30x20x4
	120	120	140	140	140	120 L 25x3*	L 40x20x4
	140	140	160	160	160	140 L 25x4	L 40x25x4
	160	160	180	180	180	160 L 25x5	L 45x30x4
	180	180	200	200	200	180 L 30x3*	L 50x30x5
	200	200	220	220	220	200 L 30x4*	L 60x30x5
	220	220	240	240	240	220 L 30x5	L 60x40x5
	240	240	260	260	260	240 L 35x3*	L 60x40x6
	270	260	280	280	280	260 L 35x4*	L 65x50x5
	300	280	300	300	300	280 L 35x5	L 70x50x6
	330	300	320	320	320	300 L 40x4*	L 75x50x6
	360	320	340	340	340	320 L 40x5*	L 75x50x8
	400	340	360	360	360	350 L 40x6	L 80x40x6
	450	360	400	400	400	380 L 45x4*	L 80x40x8
	500	380	450	450	450	400 L 45x5*	L 80x60x7
	550	400	500	500	500	L 45x6*	L 100x50x6
	600	450	550	550	550	L 50x4*	L 100x50x8
		500	600	600	600	L 50x5*	L 100x65x7
		550	650	650	650	L 50x6*	L 100x65x8
		600	700	700	700	L 50x7	L 100x65x10
			800	800	800	L 50x8	L 100x75x8
			900	900	900	L 60x5*	L 100x75x10
			1000	1000	1000	L 60x6*	L 100x75x12
						L 60x8*	L 120x80x8
						L 60x10	L 120x80x10
						L 70x6*	L 120x80x12
						L 70x7*	L 125x75x8
						L 70x8*	L 125x75x10
						L 70x10	L 125x75x12
						L 80x8*	L 135x65x8
						L 80x10*	L 135x65x10
						L 80x12	L 150x75x9
						L 90x8*	L 150x75x10
						L 90x10*	L 150x75x12
						L 90x12	L 150x75x15
						L 100x8*	L 150x90x10
						L 100x10*	L 150x90x12
						L 100x12	L 150x90x15
						L 100x15	L 150x100x10
						L 120x10*	L 150x100x12
						L 120x12*	L 200x100x10
						L 120x15	L 200x100x12
						L 150x12*	L 200x100x15
						L 150x15*	L 200x150x12
						L 150x18	L 200x150x15
						L 180x15*	
						L 180x18	
						L 180x20	
						L 200x16*	
						L 200x18*	
						L 200x20	
						L 200x24	

**CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y MECÁNICAS DE LA SERIE UPN**

UPN	Dimensiones							Sección A cm <sup>2</sup>	Peso G Kg/m	Propiedades de la Sección					
	h mm	b mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> =r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	d mm	l mm			Referido al eje y-y			Referido al eje z-z		
										I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>z</sub> cm
UPN 80	80	45	6	8	4	46	1.45	11	8.64	106	26.5	3.1	19.4	6.36	1.33
UPN 100	100	50	6	8.5	4.5	64	1.55	13.5	10.6	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47
UPN 120	120	55	7	9	4.5	82	1.6	17	13.4	364	60.7	4.62	43.2	11.1	1.59
UPN 140	140	60	7	10	5	98	1.75	20.4	16	605	86.4	5.45	62.7	14.8	1.75
UPN 160	160	65	7.5	10.5	5.5	115	1.84	24	18.8	925	116	6.21	85.3	18.3	1.89
UPN 180	180	70	8	11	5.5	133	1.92	27	22	1,350	150	6.95	114	22.4	2.02
UPN 200	200	75	8.5	11.5	6	151	2.01	32.2	25.3	1,910	191	7.7	148	27	2.14
UPN 220	220	80	9	12.5	6.5	167	2.14	37.4	29.4	2,690	245	8.48	197	33.6	2.3
UPN 240	240	85	9.5	13	6.5	184	2.23	42.3	33.2	3,600	300	9.22	248	39.6	2.42
UPN 260	260	90	10	14	7	200	2.36	48.3	37.9	4,820	371	9.99	317	47.7	2.56
UPN 280	280	95	10	15	7.5	216	2.53	53.3	41.8	6,280	448	10.9	399	57.2	2.74
UPN 300	300	100	10	16	8	232	2.7	58.8	46.2	8,030	535	11.7	495	67.8	2.9
UPN 320	320	100	14	17.5	8.75		2.6	75.8	59.5	10870	679	12.1	597	806	2.81
UPN 350	350	100	14	16	8		2.4	77.3	60.6	12840	734	12.9	570	75	2.72
UPN 380	380	102	13.5	16	8		2.38	80.4	63.1	15760	829	14	615	78.7	2.77
UPN 400	400	110	14	18	9		2.65	91.5	71.8	20350	1020	14.9	846	102	3.04

**CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y MECÁNICAS DE LA SERIE ANGULAR DE LADOS IGUALES**

L	Dimensiones				Sección A cm <sup>2</sup>	Peso G Kg/m	Propiedades de la Sección								Posición del centro de gravedad				
	b mm	t mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm			Referido al eje y-y		Referido al eje v-v			Referido al eje w-w			d cm	b-d cm	w cm	v <sub>1</sub> cm	v <sub>2</sub> cm
							I <sub>y</sub> =I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> =W <sub>z</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> =I <sub>z</sub> cm	I <sub>v</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>v</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>v</sub> cm	I <sub>w</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> cm					
L 20x3*	20	3	4	2	1.13	0.88	0.39	0.28	0.59	0.16	0.19	0.38	0.61	0.74	0.6	1.4	1.41	0.84	0.7
L 20x4	20	4	4	2	1.46	1.14	0.49	0.36	0.58	0.21	0.23	0.38	0.77	0.72	0.63	1.37	1.41	0.9	0.71
L 25x3*	25	3	4	2	1.43	1.12	0.8	0.45	0.75	0.33	0.33	0.48	1.26	0.94	0.72	1.78	1.77	1.02	0.87
L 25x4	25	4	4	2	1.86	1.46	1.01	0.58	0.74	0.43	0.4	0.48	1.6	0.93	0.76	1.74	1.77	1.07	0.89
L 25x5	25	5	4	2	2.27	1.78	1.2	0.71	0.75	0.52	0.46	0.48	1.89	0.91	0.8	1.7	1.77	1.13	0.91
L 30x3*	30	3	5	2.5	1.74	1.36	1.4	0.65	0.9	0.58	0.49	0.58	2.23	1.13	0.84	2.16	2.12	1.18	1.04
L 30x4*	30	4	5	2.5	2.27	1.73	1.8	0.85	0.89	0.75	0.61	0.58	2.85	1.12	0.88	2.12	2.12	1.24	1.05
L 30x5	30	5	5	2.5	2.78	2.18	2.16	1.04	0.88	0.92	0.71	0.57	3.41	1.11	0.92	2.08	2.12	1.3	1.07
L 35x3*	35	3	5	2.5	2.04	1.6	2.29	0.9	1.06	0.95	0.7	0.68	3.63	1.34	0.96	2.54	2.47	1.36	1.23
L 35x4*	35	4	5	2.5	2.67	2.09	2.95	1.18	1.05	1.23	0.86	0.68	4.68	1.33	1	2.5	2.47	1.42	1.24
L 35x5	35	5	5	2.5	3.28	2.57	4	1.45	1.04	1.49	1.01	0.67	5.64	1	1.04	2.46	2.47	1.48	1.25
L 40x4*	40	4	6	3	3.08	2.42	4	1.55	1.21	1.86	1.17	0.78	7.09	2	1.12	2.88	2.83	1.58	1.4
L 40x5*	40	5	6	3	3.79	2.97	5	1.91	1.2	2.26	1.37	0.77	8.6	2	1.16	2.84	2.83	1.64	1.42
L 40x6	40	6	6	3	4.48	3.52	6	2.26	1.19	2.65	1.56	0.77	9.98	1	1.2	2.8	2.83	1.7	1.43
L 45x4*	45	4	7	3.5	3.49	2.74	6	1.97	1.36	2.67	1.55	0.88	10.2	2	1.23	3.27	3.18	1.75	1.57
L 45x5*	45	5	7	3.5	4.3	3.38	8	2.43	1.35	3.26	1.8	0.87	12.4	2	1.28	3.22	3.18	1.81	1.58
L 45x6*	45	6	7	3.5	5.09	4	9	2.88	1.34	3.82	2.05	0.87	14.5	2	1.32	3.18	3.18	1.87	1.59
L 50x4*	50	4	7	3.5	3.89	3.06	9	2.46	1.52	3.72	1.94	0.98	14.2	2	1.36	3.64	3.54	1.92	1.75
L 50x5*	50	5	7	3.5	4.8	3.77	11	3	1.52	4.54	2.29	0.97	17.4	2	1.4	3.6	3.54	1.99	1.76
L 50x6*	50	6	7	3.5	5.69	4.47	12.8	3.61	1.5	5.33	2.61	0.97	20.3	1.89	1.45	3.55	3.54	2.04	1.77
L 50x7	50	7	7	3.5	6.56	5.15	14.6	4.16	1.49	6.11	2.91	0.96	23.1	1.88	1.49	3.51	3.54	2.1	1.78
L 50x8	50	8	7	3.5	7.41	5.82	16.3	4.68	1.48	6.87	3.19	0.96	25.7	1.86	1.52	3.48	3.54	2.16	1.8
L 60x5*	60	5	8	4	5.82	4.57	19.4	4.45	1.82	8.02	3.45	1.17	30.7	2.3	1.64	4.36	4.24	2.32	2.11
L 60x6*	60	6	8	4	6.91	5.42	22.8	5.29	1.82	9.43	3.95	1.17	36.2	2.29	1.69	4.31	4.24	2.39	2.11
L 60x6*	60	8	8	4	9.03	7.09	29.2	6.89	1.8	12.2	4.86	1.16	46.2	2.26	1.77	4.23	4.24	2.5	2.14
L 60x10*	60	10	8	4	11.1	8.69	34.9	8.41	1.78	14.8	5.67	1.16	55.1	2.23	1.85	4.15	4.24	2.61	2.17
L 70x6*	70	6	9	4.5	8.13	6.38	36.9	7.27	2.13	15.3	5.59	1.37	58.5	2.68	1.93	5.07	4.95	2.73	2.46
L 70x7*	70	7	9	4.5	9.4	7.38	42.3	8.41	2.12	17.5	6.27	1.36	67.1	2.67	1.97	5.03	4.95	2.79	2.47
L 70x8*	70	8	9	4.5	10.6	8.36	47.5	9.52	2.11	19.7	6.91	1.36	75.3	2.66	2.01	4.99	4.95	2.85	2.47
L 70x10	70	10	9	4.5	13.1	10.3	57	11.7	2.09	23.9	8.1	1.35	90.5	3	2.09	4.91	4.95	2.96	2.5
L 80x8*	80	8	10	5	12.3	9.63	72	12.6	2.43	29.9	9.36	1.56	115	3	2.26	5.74	5.66	3.19	2.82
L 80x10*	80	10	10	5	15.1	11.9	88	13.4	2.41	36.3	11	1.55	139	3	2.34	5.66	5.66	3.3	2.85
L 80x12	80	12	10	5	17.9	14	102	18.2	2.39	42.7	12.5	1.55	161	3	2.41	5.59	5.66	3.41	2.89
L 90x8*	90	8	11	5.5	13.9	10.9	104	16.1	2.74	43.1	12.2	1.76	166	3	2.5	6.5	6.36	3.53	3.17
L 90x10*	90	10	11	5.5	17.1	13.4	127	19.8	2.72	52.5	14.4	1.75	201	3	2.58	6.42	6.36	3.65	3.19
L 90x12	90	12	11	5.5	20.3	15.9	148	23.3	2.7	61.7	16.4	1.74	234	3	2.66	6.34	6.36	3.76	3.22
L 100x8*	100	8	12	6	15.5	12.2	145	19.9	3.06	59.8	15.5	1.96	230	4	2.74	7.26	7.07	3.87	3.52
L 100x10*	100	10	12	6	19.2	15	177	25	3.04	72.9	18.3	1.95	280	4	2.82	7.18	7.07	3.99	3.54
L 100x12	100	12	12	6	22.7	17.8	207	29.1	3.02	85.7	20.9	1.94	323	3.88	2.9	7.1	7.07	4.11	3.57
L 100x15	100	15	12	6	27.9	21.9	249	25.6	2.89	104	24.4	1.93	393	3.75	3.02	6.98	7.07	4.27	3.61
L 120x10*	120	10	13	6.5	23.2	18.2	313	36	3.67	129	27.5	2.36	497	4.63	3.31	8.69	8.49	4.69	4.23
L 120x12*	120	12	13	6.5	27.5	21.6	368	42.7	3.65	152	31.5	2.35	584	4.6	3.4	8.6	8.49	4.8	4.28
L 120x15	120	15	13	6.5	33.9	26.6	445	52.4	3.62	185	37.1	2.33	705	4.56	3.51	8.49	8.49	4.97	4.31
L 150x12*	150	12	16	8	34.8	27.3	737	67.7	4.6	303	52	2.95	1,170	5.8	4.12	10.88	10.6	5.83	5.29
L 150x15*	150	15	16	8	43	33.8	898	83.5	4.57	370	61.6	2.93	1,430	5.76	4.25	10.75	10.6	6.01	5.33
L 150x18	150	18	16	8	51	40.1	1,050	98.7	4.54	435	70.4	2.92	1,670	5.71	4.37	10.63	10.6	6.17	5.38
L 180x15*	180	15	18	9	52.1	40.9	1,590	122	5.52	653	92.6	3.54	2,520	6.96	4.98	13.02	12.7	7.05	6.36
L 180x18	180	18	18	9	61.9	48.6	1,870	145	5.49	768	106	3.52	2,960	6.92	5.1	12.9	12.7	7.22	6.41
L 180x20	180	20	18	9	68.3	53.7	2,040	159	5.47	843	115	3.51	3,240	6.89	5.18	12.82	12.7	7.33	6.44
L 200x16*	200	16	18	9	61.8	48.5	2,540	162	6.16	960	123	3.94	3,720	7.76	5.52	14.48	14.1	7.81	7.09
L 200x18*	200	18	18	9	69.1	54.2	2,600	181	6.13	1,070	135	3.93	4,130	7.73	5.6	14.4	14.1	7.93	7.12
L 200x20	200	20	18	9	76.3	59.9	2,850	199	6.11	1,170	146	3.92	4,530	7.7	5.68	14.32	14.1	8.04	7.15
L 200x24	200	24	18	9	90.6	71.1	3,330	235	6.06	1,380	167	3.9	5,280	7.64	5.84	14.16	14.1	8.26	7.21

### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y MECÁNICAS DE LA SERIE IPE

IPE	Dimensiones						Sección A cm <sup>2</sup>	Peso G Kg/m	Propiedades de la Sección					
	h mm	b mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>r</sub> mm	r mm	d mm			Referido al eje y-y			Referido al eje z-z		
									I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> cm
IPE 80	80	46	3.8	5.2	5	59.6	7.64	6	80.14	20.03	3.24	8.49	3.69	1.05
IPE 100	100	55	4.1	5.7	7	74.6	10.32	8.1	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24
IPE 120	120	64	4.4	6.3	7	93.4	13.2	10.4	318	53	4.9	27.7	8.65	1.45
IPE 140	140	73	4.7	6.9	7	112.2	16.4	12.9	541	77.3	5.74	44.9	12.3	1.65
IPE 160	160	82	5	7.4	9	127.2	20.1	15.8	869	109	6.58	68.3	16.7	1.84
IPE 180	180	91	5.3	8	9	146	23.9	18.8	1,320	146	7.42	101	22.2	2.05
IPE 200	200	100	5.6	8.5	12	159	28.5	22.4	1,940	194	8.26	142	28.5	2.24
IPE 220	220	110	5.9	9.2	12	177.6	33.4	26.2	2,770	252	9.11	205	37.3	2.48
IPE 240	240	120	6.2	9.8	15	190.4	39.1	30.7	3,890	324	9.97	284	47.3	2.69
IPE 270	270	135	6.6	10.2	15	219.6	45.9	36.1	5,790	429	11.2	420	62.2	3.02
IPE 300	300	150	7.1	10.7	15	248.6	53.8	42.2	8,360	557	12.5	604	80.5	3.35
IPE 330	330	160	7.5	11.5	18	271	62.6	49.1	11,770	713	13.7	788	98.5	3.55
IPE 360	360	170	8	12.7	18	298.6	72.7	57.1	16,270	904	15	1,040	123	3.79
IPE 400	400	180	8.6	13.5	21	331	84.5	66.3	23,130	1,160	16.5	1,320	146	3.95
IPE 450	450	190	9.4	14.6	21	378.8	98.8	77.6	33,740	1,500	18.5	1,680	176	4.12
IPE 500	500	200	10.2	16	21	426	116	90.7	48,200	1,930	20.4	2,140	214	4.31
IPE 550	550	210	11.1	17.2	24	467.6	134	106	67,120	2,440	22.3	2,670	254	4.45
IPE 600	600	220	12	19	24	514	156	122	92,080	3,070	24.3	3,390	308	4.66



### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y MECÁNICAS DE LA SERIE IPN

IPN	Dimensiones						Sección A cm <sup>2</sup>	Peso G Kg/m	Propiedades de la Sección					
	h mm	b mm	t <sub>w</sub> = r <sub>1</sub> mm	t <sub>r</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	d mm			Referido al eje y-y			Referido al eje z-z		
									I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> cm
IPN 80	80	45	3.9	5.9	2.3	59	7.58	5.95	77.8	19.5	3.2	6.29	3	0.91
IPN 100	100	50	4.5	6.8	2.7	75	10.6	8.32	171	34.2	4.01	12.2	4.88	1.07
IPN 120	120	58	5.1	7.7	3.1	92	14.2	11.1	328	54.7	4.81	21.5	7.41	1.23
IPN 140	140	66	5.7	8.6	3.4	109	18.3	14.4	573	81.9	5.61	35.2	10.7	1.4
IPN 160	160	74	6.3	9.5	3.8	125	22.8	17.9	935	117	6.4	54.7	14.8	1.55
IPN 180	180	82	6.9	10.4	4.1	142	27.9	21.9	1,450	161	7.2	81.3	19.8	1.71
IPN 200	200	90	7.5	11.3	4.5	159	33.5	26.3	2,140	214	8	117	26	1.87
IPN 220	220	98	8.1	12.2	4.9	175	39.6	31.1	3,060	278	8.8	162	33.1	2.02
IPN 240	240	106	8.7	13.1	5.2	192	46.1	36.2	4,250	354	9.59	221	41.7	2.2
IPN 260	260	113	9.4	14.1	5.6	208	53.4	41.9	5,740	442	10.4	288	51	2.32
IPN 280	280	119	10.1	15.2	6.1	225	61.1	48	7,590	542	11.1	364	61.2	2.45
IPN 300	300	125	10.8	16.2	6.5	241	69.1	54.2	9,800	653	11.9	451	72.2	2.56
IPN 320	320	131	11.5	17.3	6.9	257	77.8	61.1	12,510	782	12.7	555	84.7	2.67
IPN 340	340	137	12.2	18.3	7.3	274	86.8	68.1	15,700	923	13.5	674	98.4	2.8
IPN 360	360	143	13	19.5	7.8	290	97.1	76.2	19,610	1,090	14.2	818	114	2.9
IPN 380	380	149	13.7	20.5	8.2	306	107	84	24,010	1,260	15	975	131	3.02
IPN 400	400	155	14.6	21.6	8.6	323	118	92.6	29,210	1,460	15.7	1,160	148	3.13
IPN 450	450	170	16.2	24.3	9.7	363	147	115	45,850	2,040	17.7	1,730	203	3.43
IPN 500	500	185	18	27	10.8	404	180	141	68,740	2,750	19.6	2,480	268	3.71
IPN 550	550	200	19	30	11.9	444	213	167	99,180	3,610	21.6	3,490	349	4.02
IPN 600	600	215	21.6	32.4	13	485	254	199	139,000	4,630	23.4	4,670	434	4.3