
	TIPO DE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO.: IPE-2025-2977-M-MC-001
	PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA UCG EN LA E°C° COLPA	HOJA: 1 de 11
	TÍTULO: MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	


ÍNDICE DE REVISIONES

Fecha	Revisión	Observaciones
28-08-2025	A	Para Revisión del Cliente

 Ing. Juan Carlos Ferrufino Ingeniero de Proyecto ELABORADO POR	 Ing. Kevin Vargas Especialista de Tuberías REVISADO POR	 Ing. Andres Aguilar L. Gerente de Proyecto APROBADO POR
--	---	---


ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE YPFB TRANSPORTE S.A. Y NO PODRÁ SER REPRODUCIDO O UTILIZADO PARA CUALQUIER FINALIDAD DIFERENTE DE AQUELLA PARA LA QUE HA SIDO SUMINISTRADO.

Archivo: IPE-2025-2977-M-MC-001-RA

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	2 de 11 REV: A

ÍNDICE

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE.....	3
3. REFERENCIAS.....	3
3.1. NORMATIVA APLICABLE	3
4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (ASME B31.8)	3
4.1. TENSIÓN PERMITIDA A LA TEMPERATURA DE DISEÑO “S”	4
4.2. FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL “E”	4
4.3. FACTOR DE TEMPERATURA “T”	4
4.4. FACTOR DE DISEÑO “F”	4
4.5. TOLERANCIAS	5
5. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO BAJO ASME B31.3.....	5
6. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO BAJO ASME B31.1.....	7
7. DETERMINACIÓN DEL ESQUEMA DE TUBERÍA.....	8
7.1. CLASE A 150# (ASME B 31.8)	8
7.2. CLASE D 600# (ASME B31.8).....	9
7.3. CLASE E 900# (ASME B 31.8).....	9
7.4. CLASE L 150# - SERVICIOS GENERALES (GALVANIZADO) – ASME B31.3.....	10
7.5. CLASE W 150# - SERVICIOS DE AGUA (GALVANIZADO) - ASME B 31.1.....	10
8. CONCLUSIONES.....	11

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	3 de 11
		REV:
		A

1. OBJETIVO

El objetivo del presente documento es realizar el cálculo de Espesores de Cañerías en aplicación de las normas ASME B31.8, ASME B31.3 y ASME B31.1 para el proyecto "INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA UCG EN LA E°C° COLPA"

2. ALCANCE

Tuberías de transporte de hidrocarburos clase 150#, 600# y 900#, así como 150# para servicios como agua, aire, aceite para la implementación de la 4ta y 5ta UCG en la E°C° COLPA.

3. REFERENCIAS

3.1. NORMATIVA APLICABLE

[Ref. 1.]	Sistema de Tubería para Transporte y Distribución de Gas	ASME B31.8
[Ref. 2.]	Tuberías de proceso	ASME B31.3
[Ref. 3.]	Power Piping	ASME B31.1

4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO (ASME B31.8)

La fórmula adoptada para el cálculo es:

$$t = \frac{P \cdot D}{2(S \cdot E \cdot F \cdot T)} \quad \text{Ec. (1)}$$

De donde:

t = Espesor calculado [inch]

P = Presión de diseño [psig]


D = Diámetro externo [inch]

S = Tensión permitida a temperatura de diseño [psig]

E = Factor de junta longitudinal

T = Factor de Temperatura

F = Factor de Diseño

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	4 de 11
		REV:
		A

4.1. TENSIÓN PERMITIDA A LA TEMPERATURA DE DISEÑO “S”

Se tienen los siguientes valores:

- Para ASTM A106 Gr. B $S = 35000$
- Para API 5L Gr. B $S = 35000$
- Para API 5L X52 $S = 52000$
- Para API 5L X65 $S = 65000$

4.2. FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL “E”

Se tiene los siguientes valores:

- Tubería sin costura $E = 1,0$
- Tubería soldada por resistencia eléctrica $E = 1,0$
- Soldadura por arco sumergido $E = 1,0$
- Soldadura por extremo fundido $E = 0,60$

4.3. FACTOR DE TEMPERATURA “T”

Para temperaturas por debajo de los 900° F se tiene:

- Para 250° F; $T = 1,00$
- Para 300° F; $T = 0,97$
- Para 350° F; $T = 0,93$
- Para 400° F; $T = 0,90$

4.4. FACTOR DE DISEÑO “F”

Existen los siguientes tipos:

- Clase 1; con $F = 0,72$
- Clase 2; con $F = 0,60$
- Clase 3; con $F = 0,50$
- Clase 4; con $F = 0,40$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	5 de 11
		REV:
		A

4.5. TOLERANCIAS

Se consideró la tolerancia “C” como la suma del grado de erosión “C1” y el grado de corrosión permisible “C2”. La tolerancia de Fabricación ya fue considerada en el factor F

5. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO BAJO ASME B31.3

Para los Servicios de Aceite Lubricante y Aire se utilizó las ecuaciones de ASME B31.3 Para valores de $t < DE/6$, el espesor para tubería a presión interna no debe ser inferior al valor calculado mediante cualquiera de las siguientes ecuaciones:

$$t = \frac{P_i \cdot DE}{2(S \cdot E \cdot W + P_i \cdot Y)} \quad \text{Ec. (2)}$$

$$t = \frac{P_i(DI + 2c)}{2[S \cdot E \cdot W - P_i(1 - Y)]} \quad \text{Ec. (3)}$$

Para calcular el espesor de Diseño por presión interna cuando $t \geq DE/6$ o la relación $P_i/S \cdot E > 0.385$, se considera en especial factores tales como: teoría de falla, efectos de fatiga y esfuerzos térmicos.

Donde:

t : Espesor de diseño por presión, calculado para presión interna


P_i : Presión de diseño interna manométrica

DE : Diámetro externo de la tubería

DI : Diámetro interno de la tubería

S : Esfuerzo básico admisible a tensión del material (Tabla A-1 o Tabla A-1M, ASME B31.3)

E : Factor de calidad (Tabla A-1A o Tabla A-1B, ASME B31.3)

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	6 de 11
		REV:
		A

W : Factor de reducción de la resistencia de la junta de soldadura (apartado 302.3.5e, ASME B31.3)

Y : Coeficiente obtenido de la Tabla 304.1.1 de la ASME B31.3 valido para valores de $t < D/6$ y para los materiales indicados. Para valores intermedios de temperatura, pueden obtenerse por interpolación. Para valores de $t \geq D/6$, se debe usar la siguiente relación:

$$Y = \frac{DI + 2 \cdot c}{DE + DI + 2 \cdot c} \quad \text{Ec. (4)}$$

Finalmente, el espesor de pared requerido se determinó utilizando la siguiente expresión:

$$t_m = t + c \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

t_m : Espesor de pared mínimo requerido, incluyendo tolerancias mecánicas, por corrosión y por erosión.

c : Suma de tolerancias mecánicas (profundidad del hilo o de la ranura) más las tolerancias por corrosión y por erosión. Para componentes roscados, se aplicó la profundidad nominal del hilo de rosca. Para superficies maquinadas o ranuradas, cuya tolerancia de 0.5 mm (0.02 in), adicional a la profundidad especificada del corte.


El espesor mínimo para el tubo seleccionado, considerando la tolerancia negativa del fabricante, no fue inferior a t_m . Por tanto:

$$t_n = \frac{t_m}{1 - t_{fab}} \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

t_n : Espesor de pared nominal, incluyendo la tolerancia de fabricación de la tubería.

t_{fab} : Tolerancia de fabricación de la tubería.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	7 de 11 REV: A

6. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO BAJO ASME B31.1

Para los Servicios donde el Fluido es Agua se utilizó la norma ASME B31.1 el espesor para tubería a presión interna no debió ser inferior al valor calculado mediante cualquiera de las siguientes ecuaciones:

$$t = \frac{P_i \cdot DE}{2(S + P_i \cdot Y)} + A \quad \text{Ec. (7)}$$

$$t = \frac{P_i DI + 2 S A + 2 y P_i A}{2[SE - P_i y - P_i]} \quad \text{Ec. (8)}$$

Donde,

t : Espesor de diseño por presión, calculado para presión interna

P_i : Presión de diseño interna manométrica


DE : Diámetro externo de la tubería

DI : Diámetro interno de la tubería

S : Esfuerzo básico admisible a tensión del material (Apéndice A de ASME B31.1) equivalente a 17100 psig para A106 Gr.B

A : Espesor adicional, para compensar las uniones roscadas según párrafo 102.4.2, corrosión y erosión según párrafo 102.4.1 de ASME B31.1

y : Coeficiente según tabla 104.1.2 = 0.4

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	8 de 11
		REV:
		A

7. DETERMINACIÓN DEL ESQUEMA DE TUBERÍA

7.1. CLASE A 150# (ASME B 31.8)

Presión de Diseño: 285 psig; desde -20 hasta 100° F

280 psig a 120° F

Servicios: Gas Combustible, Gas de Instrumentación, Gas de Arranque, Venteo, Alivios y Drenajes Presurizados, escapes y venteo atmosférico.

NPS	O.D	S	E	F	T	t	Tolerancia (C)		TM	WT		Aceptación
(in)	(in)	(psi)				(in)	C1	C2	C + t (in)	SCH	WT (in)	
3/4"	1,050	35000	1	0,5	1	0,008	0,000	0,000	0,009	80	0,154	Si
1"	1,315	35000	1	0,5	1	0,011	0,000	0,000	0,011	80	0,179	Si
2"	2,375	35000	1	0,5	1	0,019	0,000	0,000	0,019	80	0,218	Si
2 ½"	2,875	35000	1	0,5	1	0,023	0,000	0,000	0,023	40	0,203	Si
3"	3,500	35000	1	0,5	1	0,028	0,000	0,000	0,029	40	0,216	Si
4"	4,500	35000	1	0,5	1	0,036	0,000	0,000	0,037	40	0,237	Si
6"	6,625	35000	1	0,5	1	0,053	0,000	0,000	0,054	40	0,280	Si
8"	8,625	35000	1	0,5	1	0,069	0,000	0,000	0,070	40	0,322	Si
10"	10,750	35000	1	0,5	1	0,086	0,000	0,000	0,088	40	0,375	Si


WT = Espesor de pared normalizado

O.D.= Diámetro Externo

C1 = 0.00" (tolerancia de erosión)

C2 = 0.00" (tolerancia por corrosión)

TM = Espesor calculado (C+t)

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	9 de 11
		REV:
		A

7.2. CLASE D 600# (ASME B31.8)

Presión de Diseño: 1480 psig; desde -20° a 100° F

1440 psig a 120° F

Servicios: Gas proceso, derivaciones, succión y descarga de unidades de compresión.

NPS	O.D	S	E	F	T	t	Tolerancia (C)		TM	WT		Aceptación
(in)	(in)	(psi)				(in)	C1	C2	C + t (in)	SCH	WT (in)	
1/2"	0,840	35000	1	0,5	1	0,035	0,000	0,000	0,035	80	0,147	Si
3/4"	1,050	35000	1	0,5	1	0,043	0,000	0,000	0,043	80	0,154	Si
1"	1,315	35000	1	0,5	1	0,054	0,000	0,000	0,054	80	0,179	Si
2"	2,375	35000	1	0,5	1	0,098	0,000	0,000	0,098	80	0,218	Si
3"	3,500	35000	1	0,5	1	0,144	0,000	0,000	0,144	80	0,300	Si
4"	4,500	35000	1	0,5	1	0,185	0,000	0,000	0,185	80	0,337	Si
6	6,625	35000	1	0,5	1	0,273	0,000	0,000	0,273	80	0,432	Si
8"	8,625	35000	1	0,5	1	0,355	0,000	0,000	0,355	80	0,500	Si
10"	10,750	35000	1	0,5	1	0,442	0,000	0,000	0,442	80	0,594	Si
12"	12,750	35000	1	0,5	1	0,525	0,000	0,000	0,525	80	0,688	Si
16"	16,000	35000	1	0,5	1	0,658	0,000	0,000	0,658	80	0,843	Si

WT = Espesor de pared normalizado

O.D.= Diámetro Externo

C1 = 0.00" (tolerancia de erosión)

C2 = 0.00" (tolerancia por corrosión)


TM = Espesor calculado (C+t)

7.3. CLASE E 900# (ASME B 31.8)

Presión de Diseño de la Clase 900#: 2220 psig; desde -20° F a 100° F

Servicios:

Conexiones a líneas de descarga de Unidades de Compresión. Solo se aplicó la Clase 900# a la brida, el espesor de la misma fue adoptado para Clase 600# (Punto 7.2.).

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA: 10 de 11
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	REV: A

7.4. CLASE L 150# - SERVICIOS GENERALES (GALVANIZADO) – ASME B31.3

Presión de Diseño 285 psig desde -20 hasta 100° F

Servicios: Aire de servicios, aceite lubricante, aceite hidráulico, drenajes abiertos, drenaje de aceite.

NPS	O.D	S	E	Y	T	T	Tolerancia (C)		TM	WT		Aceptación
(in)	(in)	(psi)				(in)	C1	C2	C + t (in)	SCH	WT (in)	
1"	1,315	20000	1	0,4	1	0,009	0,022	0,050	0,082	80	0,179	Si
2"	2,375	20000	1	0,4	1	0,017	0,027	0,050	0,094	40	0,154	Si

WT = Espesor de pared normalizado

O.D.= Diámetro Externo

C1 = 12,5% (tolerancia de fabricación)

C2 = 0.05" (tolerancia por corrosión)

TM = Espesor calculado (C+t)

7.5. CLASE W 150# - SERVICIOS DE AGUA (GALVANIZADO) - ASME B 31.1

Presión de Diseño 285 psig desde -20 hasta 100° F

Servicios: Agua de Servicio, agua doméstica, agua de refrigeración.

NPS	O.D	S	Y	T	Tolerancia (A)		TM	WT		Aceptación
(in)	(in)	(psi)		(in)	C1	C2	C + t (in)	SCH	WT (in)	
1"	1.315	17100	0.4	0.01088	0.01563	0.0625	0.08901076	80	0,179	Si
2"	2	17100	0.4	0.01966	0.01563	0.0625	0.0977856	40	0.154	Si


WT = Espesor de pared normalizado

O.D.= Diámetro Externo

C1 = 1/64" Reducción por rosca

C2 = 1/16" (tolerancia por corrosión)

TM = Espesor calculado (A+t)

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-M-MC-001
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO ESPESORES DE TUBERÍAS	11 de 11
		REV:
		A

8. CONCLUSIONES

Mediante la metodología de cálculo de la normativa respectiva, se realizó el cálculo de espesores para las diferentes tuberías, asegurando la integridad mecánica de las instalaciones, conforme a las normativas y estándares establecidos.