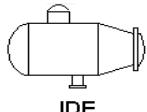
 IDE Ingeniería de Equipos	Título Verificación mecánica Tanque de LNG para LN2 VCS-20000-NC-100	DOCUMENTO Nro. : S/N Rev A	Pag. 2 de 8
--	--	--	-----------------------------

Índice

	Pag.
1-Consideraciones generales	3
2- Características del LPG y LN2	4
3-Datos constructivos	5
4- Datos de diseño	5
5- Verificación de cuerpo y cabezales	6
6- Verificación de dispositivos de alivio	8
7- Conclusiones	8

 IDE Ingeniería de Equipos	Título Verificación mecánica Tanque de LNG para LN2 VCS-20000-NC-100	DOCUMENTO Nro. : S/N Rev A	Pag 3 de 8
---	--	---	----------------------------

1-Consideraciones generales

Se realizará la verificación del tanque interior del equipo criogénico que originalmente contenía LNG (gas natural licuado) y se lo quiere usar para almacenar LN2 (nitrógeno líquido).

El tanque externo estará sometido a iguales condiciones tanto para el LNG como para el LN2 por lo que no necesita verificarse.

El cálculo de verificación se realizará con el programa PVelite y se usará como código de diseño el ASME div1.

La documentación de referencia será la entregada por el comitente:

Archivo "Tk 20K Gals LNG v2.pdf" de Julio de 2022

Asumiremos que el equipo no tiene ninguna falla estructural ni disminución de espesores y que está apto para el servicio.

Tomaremos como base para las condiciones de diseño las que figuran en el documento adjunto mencionado y las adaptaremos a las nuevas condiciones de uso.

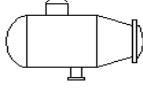
Finalmente se verificarán los dispositivos de alivio.

Documentos adjuntos

Tk 20K Gals LNG v2.pdf (enviado por el comitente como base de datos)

Verificacion_Tanque_LNG.pdf (informe del Pvelite del cálculo según ASME 1995)

Verificacion_Tanque_LNG_a_LN2 .pdf (informe del Pvelite para el nuevo servicio)

 IDE Ingeniería de Equipos	Título Verificación mecánica Tanque de LNG para LN2 VCS-20000-NC-100	DOCUMENTO Nro. : S/N Rev A	Pag 4 de 8
--	--	---	---

2- Características del LPG y LN2

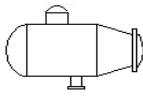
En las tablas siguientes vemos las características de LPG Y LN2 respectivamente

Tabla 10.1. Metano líquido en el punto de ebullición (PE).

Presión	Temperatura		Densidad	Entalpia	Calor específico	Viscosidad	Conductibilidad	Nº PRANDTL
P	T		d	h	Cp (P=cte)	$\mu \times 10^5$	$\lambda \times 10^{-5}$	Npr
bar	°K	°C	kg/m³	kcal/kg	kcal/kg °K	poise	cal/cm s °K	
1,0	112	-162	422,6	68,3	0,84	102,5	49,2	1,7
5,0	138	-135	383,0	91,3	0,91	63,2	41,0	1,4
14,7	158	-115	341,2	110,7	1,05	45,9	32,3	1,5
20	166	-107	318,0	119,4	1,2	40,3	28,3	1,6
31	178	-95	248,4	134,1	1,6	32,4	22,7	2,3

Tabla 6.1. Nitrógeno líquido en el punto de ebullición (PE).

Presión	Temperatura		Densidad	Entalpia	Calor específico	Viscosidad	Conductibilidad	Nº PRANDTL
P	T		d	h	Cp (P=cte)	$\mu \times 10^5$	$\lambda \times 10^{-5}$	Npr
bar	°K	°C	kg/m³	kcal/kg	kcal/kg °K	poise	cal/cm s °K	
1,01	77,35	-195,80	808,61	-29,01	0,49	153,41	32,64	2,32
5,01	94,00	-179,15	724,06	-20,57	0,52	81,83	25,54	1,68
10,17	104,00	-169,15	662,94	-15,08	0,56	60,00	21,41	1,69
14,67	110,00	-163,15	620,02	-11,47	0,61	52,59	18,97	1,75
20,46	116,00	-157,15	568,73	-7,45	0,79	43,10	16,57	2,06
30,57	124,00	-149,15	459,08	-0,12	2,21	29,14	13,39	4,81

 IDE Ingeniería de Equipos	Título Verificación mecánica Tanque de LNG para LN2 VCS-20000-NC-100	DOCUMENTO Nro. : S/N Rev A	Pag 5 de 8
--	--	--	----------------------------

3-Datos constructivos

Tomamos de la documentación de referencia mencionada los siguientes valores del equipo

Espesor de cabezales 0.2918 in 7.41 mm

Espesor de cuerpo 0.2925 in 7.43 mm

Tipo de cabezales Semielípticos 2:1

Material SA553 9%Ni

Diámetro interno 120 in

4- Datos de diseño

Para el LNG	Para el LN2
-------------	-------------

Tensión admisible	25000 psi Nota 1
-------------------	------------------

Para el LN2	28600 psi
-------------	-----------

Presión estática	6.836 psi Nota 2
------------------	------------------

13.081 psi Nota 3	Nota 3
-------------------	--------

Temp. de diseño	-260 °F (-162 °C) Nota 4
-----------------	--------------------------

-315 °F (-195 °C) Nota 5	Nota 5
--------------------------	--------

Presión. de diseño	121.5 psi (8.5 kg/cm2) Nota 6
--------------------	-------------------------------

125.94psi (8.9 kg/cm2) Nota 7	Nota 7
-------------------------------	--------

MAWP	100 psi (7.03 kg/cm2)
------	-----------------------

100 psi (7.03 kg/cm2)	Nota 8
-----------------------	--------

Nota 1 . Esta es la tensión que indicaba el ASME en el año 1995. A partir del 2000 el ASME disminuyó los coeficientes de seguridad, aumentando las tensiones admisibles para todos los materiales.

Nota 2 . Corresponde a una densidad de LNG líquido 444,6 kg/m3 a 1 atm.

Nota 3 . Corresponde a una densidad de LN2 líquido de 808,61 kg/m3 a 1 atm.

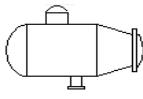
Nota 4 . Esta temp. corresponde a la ebullición del LNG a presión atmosférica.

Nota 5 . Esta temp. corresponde a la ebullición del LN2 a presión atmosférica.

Nota 6 . Presión de diseño para LNG con el ASME de 1995.

Nota 7 . Presión de diseño para el LN2 con el ASME actual. Ver detalle en Pag 7

Nota 8. Presión máxima presión de trabajo adoptada para el equipo

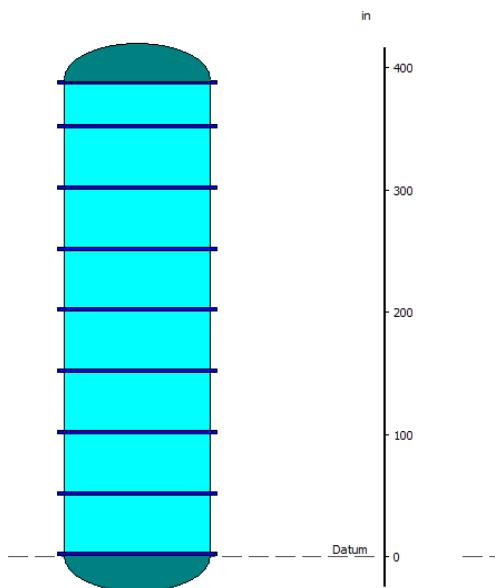
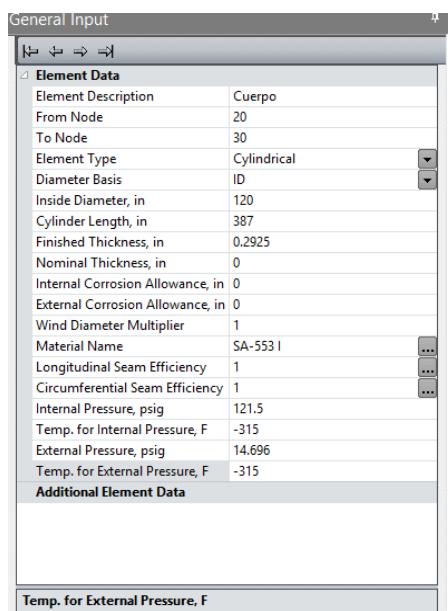
 IDE Ingeniería de Equipos	Título Verificación mecánica Tanque de LNG para LN2 VCS-20000-NC-100	DOCUMENTO Nro. : S/N Rev A	Pag 6 de 8
--	--	--	----------------------------

5- Verificación de cuerpo y cabezales

Según lo anunciado se carga el programa PVelite con los datos constructivos actuales y con los de diseño para el LN2.

Al no tener información asumimos los anillos los de refuerzo externos del cuerpo para que el mismo verifique a la presión exterior (vacío total para el cilindro externo).

Abajo vimos la vista de la ventana del programa con los datos de entrada y el esquema del equipo.



Al correr el programa se obtiene una verificación satisfactoria; sin errores ni advertencias.

```
PV Elite 2016  FileName : Verificacion_Tanque_LNG_a_LN2
Warnings and Errors :  Step: 0  12:36pm  Aug 11, 2022
```

1

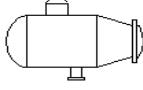
```
Class From To : Basic Element Checks.
```

```
=====
```

```
Class From To: Check of Additional Element Data
```

```
=====
```

```
There were no geometry errors or warnings.
```

 IDE Ingeniería de Equipos	Título Verificación mecánica Tanque de LNG para LN2 VCS-20000-NC-100	DOCUMENTO Nro. : S/N Rev A	Pag 8 de 8
--	--	--	----------------------------

6- Verificación de dispositivos de alivio

Se toman los siguientes valores indicados en la documentación de referencia:

Presión de servicio = 100 psig
 Espesor del cabezal superior externo = x = 0.067 ft

Superficie externa del recipiente = A = 1273.18 ft²

Los valores de conductancia KRV y KRD, de Temperatura y del factor G para el nitrógeno son:

KRV= 0.011
 KRD= 0.0157
 G= 10.2
 T= 320

Cálculo

LRV=KRV/X = 0.164 BTU/h ft² °F
 LRD=KRD/X = 0.234 BTU/h ft² °F

Capacidad

Disco de ruptura

QRD= G*LRD*(A^{0.82})= 840.30 St Ft³/m (aire)

Válvula de alivio

QRV = (120+T)/(4*(1200+T))*(G+LRV*A) = 154.30 St Ft³/m (aire)

7- Conclusiones

- 1- El recipiente interno del equipo verifica para ser usado para LN2 ya que las presiones MAWP de cabezales y cuerpo son superiores a los 100 psig adoptada como máxima para el equipo.
- 2-Los caudales del disco de ruptura y válvula de alivio para el LN2 exceden en un orden del 20% a los del LNG.
- 3- Considerando que el equipo estuvo en servicio desde 1995 se recomienda efectuar un estudio de evaluación de aptitud para el servicio (Fitness-For-Service = FKS) para demostrar su integridad estructural; siguiendo los lineamientos del API 579.