



Trabajo de fin de grado

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alcoxylados insolubles en agua

Identificador: TFGEQ_2012
Carlos Carne Carlos
David Martín Miranda
José María Tirado Bermúdez
TRABAJO DE FIN DE GRADO
28/06/2020

Departament d'Enginyeria Química. Universitat Rovira i Virgili.

Vist i plau pel lliurament i defensa del TFG del grau d'Enginyeria Química.

TÍTOL DEL TFGEQ: **Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alkoxylos insolubles en agua**

SUBTÍTOL

AUTOR: **Carlos Carne Carlos, David Martín Miranda & José María Tirado Bermúdez**

CURS ACADÈMIC: **2019 - 2020**

VIST I PLAU DEL TUTOR ACADÈMIC

En/Na **Antoni Cabello i Rimbau** en la seva capacitat de tutor acadèmic fa constar que considera que el TFGEQ

X és adequat i en conseqüència recomana la seva defensa

no en recomana la defensa per presentar les mancances exposades en el document annex

Signatura:



Data: **Diumenge 28 de June de 2020**

DECLARACIÓ D'ABSÈNCIA DE CONFLICTES DE CONFIDENCIALITAT

En/Na **Antoni Cabello i Rimbau**, en la seva capacitat de supervisor extern(*) del treball fa constar que ha revisat el contingut del TFGEQ i que no conté cap informació que pugui ser considerada com confidencial per part de l'empresa .

(*) Cas que el TFGEQ no sigui extern serà el professor tutor qui emplenarà aquesta secció

Signatura:



Data: **Diumenge 28 de June de 2020**

EXECUTIVE SUMMARY

Antonio Cabello Rimbau has entrusted us with the design of a finishing train for an alkoxyated glycol production plant due to the great growth in demand in recent years.

The five different end products that the company will finally sell are: PEG 300, PEG 400, PEG 600, PEG 1000, PEG 1450. Total production during a calendar year amounts to 1.34E+05tons.

Neutralization with acetic acid is carried out for the production of PEG 1450. For PEG 600 and PEG1000, their neutralization is carried out with phosphoric acid and then it is passed through a filter to eliminate the crystals that form during neutralization. For the production of PEG300 and PEG400, a slurry will first have to be formed and mixed with the product so that it finally passes through a candle filter. At last, to reach the specification, the PEG 600, PEG 1000, PEG 300 and PEG 400 must be passed through a vacuum tower with which the amount of water can be reduced.

In the report you can see the diagrams (Block diagram, PFD, P&ID and layout), lists of pipes, instruments, equipment and valves, specification data sheets, and the design of a tank, pump and the cartridge filter. Furthermore, the control and functionality of the plant have been as well described.

Finally, an economic study of the plant has been prepared to specify the feasibility of investing in the project. As a result of this study it is determined that the investment of the project is economically profitable, with a VAN of 1.36E+08, a TIR of 86.3% and a Payback period of 5years and 2 months.

ÍNDICE

1. Introducción	7
2. Etapa preliminar	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Alcance del proyecto	8
2.3. Descripción del proyecto	9
2.4. Estudio de alternativas	11
2.4.1. Tipo de intercambiador	12
2.4.2. Sistema de agitación	12
2.4.3. Tipo de pala de los agitadores	13
2.4.4. Elección del tipo de tanque para el ácido fosfórico y tanques finales	14
2.4.5. Elección de equipos que se han duplicado	14
2.4.6. Elección de las bombas de proceso	15
2.4.7. Precapa de filtración	15
2.4.8. Filtro de precapa	16
2.4.9. Método de deshidratación del PEG	17
2.5. Planificación del proyecto	19
3. Bases de diseño	22
3.1. Datos de emplazamiento	22
3.2. Códigos de diseño y estándares	23
3.3. Sustancias vinculadas con el proceso	24
3.4. Especificación de los servicios disponibles	25
3.4.1. Energías disponibles “ <i>utilities</i> ”	25
3.5. Product mix	26
4. Desarrollo de la ingeniería	28
4.1. Diagramas	28
4.1.1. Diagrama de Bloques	28
4.1.2. PFD	29
4.1.3. P&iD	30
4.1.4. <i>Layout</i> y alzado de la planta	41
4.2. Balances	42
4.2.1. Balance de materia y energía	42
4.3. Listado de tuberías	45
4.4. Listado de válvulas	51
4.5. Listado de instrumentos	63
4.6. Listado de equipos	66
4.1. Diseño Rundown Tank TK-101/TK-201	68
4.2. Diseño filtro F-501	68
4.3. Diseño bomba centrífuga P-801	68
4.4. Hojas de especificación	69
4.4.1. <i>Rundown Tank</i>	69
4.4.2. Tanque ácido acético	71
4.4.3. Mezclador estático para neutralizar PEG con ácido acético	73

4.4.4. Tanque ácido fosfórico.....	75
4.4.5. Mezclador estático para neutralizar PEG con ácido fosfórico	77
4.4.6. Filtro de cartuchos.....	79
4.4.7. Cartuchos	81
4.4.8. <i>Slurry Tank</i>	83
4.4.9. Filtro de candelas	86
4.4.10. Candelas	88
4.4.11. <i>Check Tank</i> Intermedio	90
4.4.12. Torre de vacío	92
4.4.13. <i>Check Tank</i> Final	96
4.4.14. Tanque final	98
4.5. Funcionalidad del proceso	100
4.5.1. Operación del tren de alcoxylados.....	100
4.5.2. Neutralización con ácido acético.	101
4.5.3. Neutralización con ácido fosfórico.	102
4.5.4. Filtración por medio de una precapa de filtración.	103
4.6. Estrategia de control	106
4.6.1. Control del <i>Rundown Tank</i> (TK-101 y TK-201)	106
4.6.2. Sistema de control para la neutralización con ácido acético (TK-301 y MX-301)	109
.....	109
4.6.3. Sistema de control para la neutralización con ácido fosfórico.....	110
4.6.4. Control antes del sistema de llenado del filtro de cartuchos (F-401).....	110
4.6.5. Lazo de control para el llenado del filtro de cartuchos (F-401).....	111
4.6.6. Sistema de control para la filtración por medio de una precapa	112
4.6.7. Control antes del sistema de llenado del filtro de candelas (F-501)	113
4.6.8. Sistema de control para el <i>check tank</i> (TK-601).....	115
4.6.9. Sistema de control para la torre de vacío (TV-701).....	117
4.6.10. Sistema de control para los <i>check tanks</i> finales (TK-801 y TK-901)	119
4.6.11. Sistema de control para los <i>final tanks</i> (TK-1001, TK-2001, TK-3001, TK-	120
4001 y TK-5001)	120
4.6.12. Control de las válvulas reguladoras	122
4.6.13. Válvulas de seguridad	125
4.7. Modelización torre de vacío.....	126
5. Manuales	129
5.1. Manuales de operación.....	129
5.1.1. Manual de operación de las bombas centrífugas	129
5.1.2. Manual de operación de un intercambiador BEM	130
5.1.3. Manual de operación de la torre de vacío	131
6. Evaluación económica	132
6.1. Inversión en capital fijo	132
6.2. Inversión en capital variable.	¡Error! Marcador no definido.
7. Bibliografía	136
A.1. Datos climáticos, pluviométricos y sísmicos	143
A.2. Diseño de las tuberías.....	143
A.2.1. Cálculo del diámetro nominal de las tuberías	143

A.2.2. Cálculo del espesor y diámetro interior de la tubería.....	143
A.2.3. Material de las tuberías	144
A.2.4. Piping Spec Code	144
A.2.5. Cálculo de las diferentes temperaturas y presiones de las tuberías.....	145
A.2.6. Selección del color de las tuberías	145
A.3. Listado de válvulas.....	145
A.4. Especificación ASTM A240 grados 316 Y 316L. (UNS S31600 y UNS S31603)	146
A.5. Especificación ASTM A240 grado 304(UNS S30400)	146
A.6. Especificación ASTM A510 grado 1005(UNS G10050).....	146
A.7. Especificación ASTM A53 Gr.B (UNS K03005).....	146
A.8. Diseño del TK-101	146
A.8.1. Presión y temperatura de diseño.....	147
A.8.2. Presión de prueba hidráulica	147
A.8.3. Cálculo de los espesores del tanque	147
A.9. Diseño del filtro F-501	148
A.9.1. Presión y temperatura de diseño.....	148
A.9.2. Presión de prueba hidráulica	149
A.9.3. Cálculo de los espesores del filtro.....	149
A.10. Diseño bomba centrífuga	149
A.11. Selección de juntas F-501	152
A.12. Selección calorífugado	153
A.13. Especificación de funda de manga filtrante del F-501	154
A.14. Especificación del anillo aspensor del F-501.....	154
A.15. Especificación del cartucho filtrante F-401	154
A.16. Geometría del agitador integrado en el ST-501	154
A.17. Geometría del <i>demister</i> de TV-701	154
A.18. Geometría de la placa deflectora de TV-701	154
A.19. Data sheets.....	155

ACRÓNIMOS

A continuación, se muestra el listado de acrónimos con los que identificar los distintos equipos que forman parte del proyecto en la Tabla 1.

Tabla 1. Listado de acrónimos

Equipos	Acrónimo
RUNDOWN TANK	TK
FILTRO CANDELAS	FCAN
FILTRO CARTUCHOS	FCAR
STATIC MIXER	MIX
SLURRY TANK	ST
CHECK TANK	CHK
TORRE VACIO	TV
INTERCAMBIADOR TUBOS Y CARCASA BEM	BEM
TANQUE ÁCIDO ACÉTICO	AAT
TANQUE ÁCIDO FOSFÓRICO	PAT
BOMBAS PROCESO	P
VÁLVULA AUTOMÁTICA BOLA	VAB
VÁLVULA AUTOMÁTICA GLOBO	VAG
VALVULA MANUAL	VM
VALVULA TAJADERA	VT
VÁLVULA CHECK	VCK
TRACEADO ELÉCTRICO	ET

DISTRIBUCIÓN DE LOS COLORES

La distribución de colores propuesta a continuación permite identificar que parte del proyecto ha sido realizada por cada alumno. Los colores se pueden apreciar en el vértice superior diestro de cada página, en caso de que no se exista etiqueta simboliza que ese apartado ha sido realizado en conjunto.

Naranja: Carlos Carne Carlos.

Rojo: David Martin Miranda.

Verde: José María Tirado Bermúdez.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del proyecto es diseñar un tren de acabado para una planta de producción de alcoxylados. La planta de producción de alcoxylados produce cinco tipos diferentes de polietilenglicoles (PEG). Se diseñarán tres procesos para la purificación del producto final y eliminación del catalizador (hidróxido de potasio en base acuosa).

Los cinco productos finales se tienen que suministrar en cinco tanques de almacenaje diferentes. Estos son el PEG300, PEG400, PEG600, PEG1000 y PEG1450. Para obtener los productos, se han de separar de las impurezas y el catalizador de la reacción por medio de diferentes equipos unitarios con el objetivo de conseguir la mejor calidad del producto final.

El alcance del proyecto engloba el proceso de purificación del polietilenglicol. Desde el tanque de descarga del reactor (*Rundown Tank*) hasta los cinco tanques finales de almacenaje.

El proyecto incluye los diferentes diagramas para el desarrollo de la ingeniería. En él se encuentran el diagrama de bloques, PFD, P&Id, *layout* y alzado de la planta. Se incluye el diseño de diversos equipos e instrumentación pertenecientes a la ingeniería de detalle con los que completar el funcionamiento del proceso. Asimismo, se ha confeccionado la planificación, las bases de diseño, la seguridad, balance económico y manuales de operación para el desarrollo del proyecto.

En la Tabla 1.1 se muestra el identificador del proyecto junto con los autores y tutor.

Tabla 1.1. Identificador, autores y tutor del proyecto

Título	Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alcoxylados insolubles en agua	
Identificador	TFGGEQ_2012	
Autores	Carlos Carne Carlos David Martin Miranda José María Tirado Bermúdez	
Tutor	Antoni Cabello Rimbau	
Fecha y lugar	Tarragona, 28/06/2020	

2. ETAPA PRELIMINAR

2.1. Antecedentes

Para poder estimar la viabilidad económica en la producción de polietilenglicol, se tiene en cuenta los valores mostrados en la Figura 2.1 los cuales son a una representación de la producción global de PEG para evaluar su posible inversión.

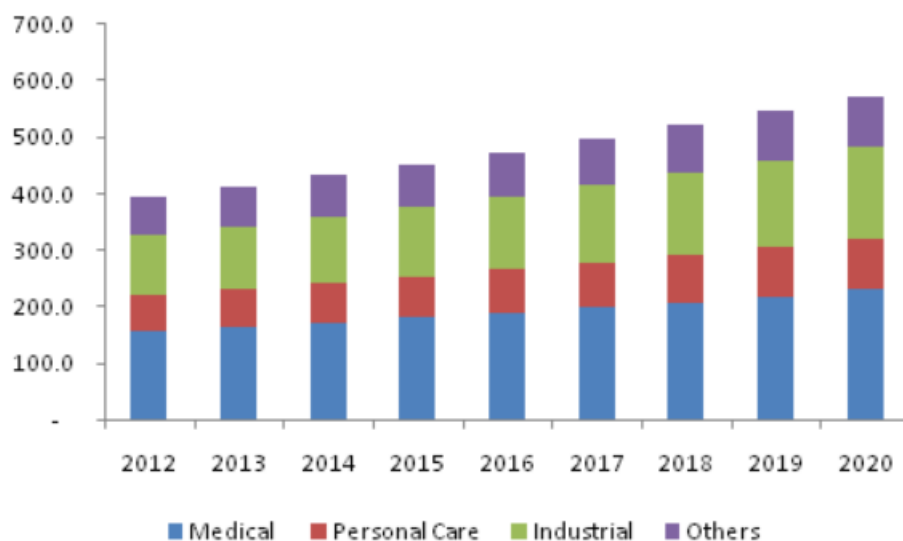


Figura 2.1. Representación de la producción de PEG en kT y su uso en diferentes sectores^[1].

Como se puede observar en el gráfico, la tendencia de producción se ve incrementada con el paso de los años. Actualmente, la producción de PEG está alrededor de las 580kT, generando un beneficio global de 1.68 billones de USD^[2]. Se trata de una óptima oportunidad de mercado puesto que las ganancias que implican los polietilenglicoles se prevén en un continuo crecimiento del 35.1% (2.27 billones de USD) para 2025^[3].

Hoy en día, el polietilenglicol es un material de amplio uso en la industria química. Sus aplicaciones están englobadas desde pinturas, recubrimientos, adhesivos o tensioactivos no iónicos. El campo donde tiene más relevancia se trata del de producción de medicamentos y cosméticos. El mayor exponente en su venta se trata de *Dow Chemical* bajo el nombre de referencia *CARBOWAX*. Este producto químico es un poliéter biocompatible, viscoso, no tóxico, no irritante y soluble en soluciones acuosas y solventes orgánicos.

2.2. Alcance del proyecto

Se ha elaborado el diseño de una planta encargada del acabado de la producción de polietilenglicol en la que constituya las diferentes unidades de separación del producto final. La confección del sistema está comprendida desde la descarga de producto del reactor hasta el almacenamiento final de polietilenglicol para su posterior comercialización.

El producto de la reacción de alkoxytación es conseguido a través de la adición de óxido de etileno para dar lugar a la polimerización del etilenglicol. La reacción es catalizada por un catalizador alcalino, el hidróxido de potasio. De tal forma, que se consigue un producto de bajo peso molecular con un pH resultante básico. Siendo por tanto necesario la implementación de diferentes operaciones unitarias de separación que logren reducir el carácter básico del producto y a su vez facilitar la separación del PEG con el catalizador, agua e impurezas. Las diferentes vías de obtención de PEG han de ser diseñadas de forma eficiente para conceder la posibilidad de poder alcanzar los diferentes grados de producto trabajando conjuntamente y de manera simultánea.

El sistema de separación seleccionado con el que tratar de obtener la mayor eficiencia y pureza de PEG, está constituido por los siguientes equipos: dos *Rundown Tank* en paralelo, un tanque de ácido acético, un tanque de ácido fosfórico, dos mezcladores estáticos, un filtro de cartuchos, un *Slurry Tank*, un filtro de candelas, un tanque *Check* intermedio, una torre de vacío, dos tanques *Check* finales en paralelo y cinco tanques donde se almacenará el producto listo para su venta. Por otra parte, se diseñan diferentes equipos auxiliares de seguridad establecidos en los diferentes equipos dinámicos y estáticos de la planta con los que garantizar la ausencia de riesgo y control en la operación.

Los diferentes tanques instalados a lo largo del proceso ofrecen la posibilidad de contener producto de más de una opción de filtración o neutralización, lo que permite reducir el tiempo de espera entre lote y evitar detener la producción ante un imprevisto. Se pretende minimizar el tiempo de operación y aumentar la capacidad operativa de la planta, produciendo más *batches* a lo largo del año para así generar más beneficios económicos.

La configuración de proceso escogida proporciona una producción anual de 1.34E+05 toneladas. Otorgando la capacidad de realizar como mínimo 3 *batch* con una capacidad de 120T. Como se ha mencionado con anterioridad, la inversión en este tipo de alkoxytados resulta rentable visto el estado actual del mercado y la previsión de incremento en la demanda que se espera en un futuro.

2.3. Descripción del proyecto

El proceso que se desarrolla en este proyecto consiste en el diseño de una planta con funcionamiento discontinuo. Se pretende conseguir la eliminación de las impurezas que acompañan al producto resultante de una reacción de alkoxytación. Para ello, se hace reaccionar en un reactor de tipo *Batch*, que contiene óxido de etileno como monómero en presencia de un catalizador alcalino en base acuosa como el hidróxido de potasio utilizando como sustratos etilenglicol y dietilenglicol con tal de facilitar la polimerización a polietilenglicol. La reacción de polimerización es exotérmica y ocurre bajo elevada presión (5.00 barA y 120°C). De la reacción se obtienen cinco productos diferentes: PEG 300, PEG 400, PEG 600, PEG 1000, PEG 1450. Todos los PEG que se producen poseen una viscosidad inferior a 200 cps por lo que no existe problema en la utilización de bombas centrifugas encargadas de impulsar producto. A su vez, las bombas disponen de un sistema de doble cierre mecánico el cual asegura la identificación y prevención de fugas de productos nocivos adjuntos al polietilenglicol.

El motivo por el que existen diferentes grados de producción viene determinado por el número asociado, e indica la masa molecular del polímero. El uso de un catalizador aniónico y la no inclusión de agua en la reacción favorece a la obtención de un producto de bajo peso molecular y a su vez el polímero estará formado por cadenas de un peso semejante entre ellas. Por otra parte, en el proceso de producción de polietilenglicol las impurezas de monómero y sustrato que quedan por reaccionar se reducen a medida que crece el peso molecular del polietilenglicol. Este suceso, provoca que según el producto que se quiera obtener el conjunto de operaciones unitarias a aplicar para su separación diste.

Existen tres procesos que engloban el tren de acabado de la planta: neutralización con ácido acético, neutralización con ácido fosfórico más filtración de las sales generadas y filtración por medio de una precapa con silicato de magnesio y celulosa como medio filtrante. El PEG de mayor peso molecular (PEG 1450) y por tanto de menor contenido de impureza se ha optado por utilizar la neutralización con ácido acético puesto que ofrece una considerable eficiencia de separación en un proceso rápido y carente de un gran conjunto de equipos. Sin embargo, los PEG con mayor contenido de impureza y por tanto los de menor peso molecular (PEG 300 Y 400) son enviados al proceso de filtración puesto que otorga una excelente eficiencia aun siendo un proceso más tardío debido a que se ha de formar la precapa. Por otra parte, para los PEG restantes se aplica la neutralización con ácido fosfórico y filtración de las sales generadas tras su neutralización.

El primer conjunto de equipos que se encuentran dentro del tren de acabado se trata de dos tanques llamados *rundown tanks* (TK-101 y TK-201). Su función es almacenar el producto que salen de los reactores batch para que se pueda empezar el siguiente Batch y alimentar a los diferentes sistemas de acabado en las condiciones de temperatura, presión y caudales adecuados. Por lo que incorporan una línea de nitrógeno que ofrece la presurización adecuada y que el producto esté inertizado. También se tiene una recirculación dotada de un intercambiador con el que mantener el producto caliente. Es un equipo de vital importancia para poder tener una buena versatilidad para operar, ya que ofrece la posibilidad de coordinar dos procesos de separación de forma simultánea y así optimizar la producción. En la salida de los tanques de almacenaje se tienen una bifurcación en la línea hacia los tres tipos de proceso de filtración dependiendo del tipo de producto que se quiera obtener.

En el caso del PEG 1450 el producto procedente del reactor se mezcla en un mezclador estático con ácido acético con la intención de neutralizar debido a que en la reacción el catalizador tiene un carácter básico. Al aplicar una reacción de neutralización se forma una sal en forma de cristal. Sin embargo, dicho cristal que se halla con el PEG acaba siendo vendido. Una vez se obtiene el producto dentro de especificación, se envía hasta los *check tank* finales (TK-801 y TK-901).

Para los PEG 600 y PEG 1000 se propone realizar una neutralización mezclando ácido fosfórico en un mezclador estático con idéntica operativa al mezclador de ácido acético. Sin embargo, los cristales que se forman resultan ser inservibles para el cliente, por lo que es necesario separarlos por medio de un proceso de filtración. El corriente neutralizado se lleva hacia un filtro de cartuchos para eliminar las impurezas de mayor tamaño. El filtro de cartuchos opera de tal forma que el rechazo se queda adherido en el propio cartucho por medio del uso de diferencial de presión entre el cartucho y la entrada. Una vez el elemento filtrado está dentro de la especificación, se envía a un *check tank* intermedio (TK-601). El *check tank* intermedio posee un intercambiador en recirculación con el que mantener caliente

el producto almacenado y mejorar la operatividad antes de la torre de vacío. Si no se está conforme con el producto filtrado puede enviarse hacia los *Rundown Tank* (TK-101 y TK-201). Mientras que lo que se ha conseguido eliminar del corriente se trata como *waste* y se vacía por fondo del filtro de cartuchos mediante un corriente de limpieza de condensado caliente en contracorriente.

Después de pasar por el TK-601 y comprobar que se tiene la composición deseada, se envía a una torre de vacío (TV-701) dotado de un sistema de vacío por medio del uso de un sistema de eyectores para extraer el agua del polietilenglicol. La torre de vacío posee una recirculación propia por si no se logra reducir la concentración de agua presente en el PEG. A su vez, también se recircula hacia el *check tank* intermedio en caso de que el problema con la torre requiera contener el producto por un tiempo para poder así solucionarlo.

Finalmente, para el PEG 300 y PEG 400 se decide utilizar un método diferente con el que llegar a neutralizar el compuesto. En este proceso se realiza una operación de adsorción en un filtro de candelas para filtrar el producto de la carga negativa que le proporciona el catalizador en forma de hidróxido. Esto permite que el rechazo se quede retenido en el interior del filtro y que el polietilenglicol salga purificado para el posterior proceso de acabado. Primeramente, se forma una pasta en un tanque que incorpora un sistema de agitación y recirculación. Este tanque, también cuenta con un traceado eléctrico por tal de mantener la temperatura. Una vez formada la pasta se envía a uno de los *Rundown Tanks* y se mezcla con el propio polietilenglicol. Después de que se haya mezclado, se envía al filtro de candelas. En este filtro también se tiene un proceso llamado *Heel filtration* que se utiliza cuando el nivel dentro del filtro no es el suficiente como para que esté en contacto con las mangas y no se pueda filtrar. La *heel filtration* consiste en una recirculación desde la parte inferior del equipo hacia la parte superior del filtro a través de una bomba para evitar generación de residuo y asegurarse de que el filtro queda totalmente vacío de producto líquido. Una vez llega a la parte superior se pulveriza el producto gracias a un anillo de aspersión y las gotas quedan adheridas en las mangas y así se puede llegar a filtrar un volumen que sino no se podría utilizar.

Una vez se obtiene el pH deseado se envía la mezcla al *check tank* intermedio (TK-601) el cual otorga la posibilidad de comprobar si la especificación es la deseada o reenviarlo a los *Rundown Tank* (TK-101 y TK-201). Si la composición del PEG en el TK-601 es la adecuada, se envía el producto a la torre de vacío para así poder eliminar el agua.

Antes de almacenar el producto, el tren de acabado está dotado de dos *check tank* finales (TK-801 y TK-901) que recibe como entrada el corriente procedente de la torre de vacío o neutralización con ácido acético. Por último, están los tanques de almacenamiento de producto que mantienen el PEG a la temperatura deseada por medio de una camisa de vapor previniendo la compactación del alkoxylo al aproximarse al *melting point*.

2.4. Estudio de alternativas

Se ha confeccionado un estudio de alternativas con el que discernir entre diferentes opciones para ver cual resulta más óptima para una determinada parte del proceso. En este análisis, se ha empleado como método de decisión la creación de diferentes matrices de

evaluación con la que comparar diferentes aspectos entre las opciones. En la matriz de alternativas el sumatorio de variables a comparar entre las diferentes elecciones ha de acabar sumando 100%. La alternativa con el resultado más elevado resultará la óptima para su implantación en el proceso.

2.4.1. Tipo de intercambiador

En este estudio, se comparan tres tipos de intercambiadores diferentes en el cual el intercambiador escogido se implementará para poder mantener la temperatura de los *rundown tanks* y *check tank* intermedio que contienen producto viscoso. Se instalará en recirculación con el tanque. Los criterios de selección y puntuación resultante se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Matriz de alternativas para escoger el tipo de intercambiador ^[4]

	(%)	BEM			BEU			Espiral	
		Valoración	Total	(%)	Valoración	Total	(%)	Valoración	Total
Coste del equipo	25.0	6.00	1.50	25.0	5.00	1.25	25.0	2.00	0.500
Eficiencia	10.0	5.00	0.500	10.0	6.00	0.600	10.0	3.00	0.300
Limpieza	5.00	3.00	0.150	5.00	5.00	0.250	5.00	5.00	0.250
Resistencia Fouling	5.00	6.00	0.300	5.00	6.00	0.300	5.00	8.00	0.400
Montaje	10.0	8.00	0.800	10.0	6.00	0.600	10.0	3.00	0.300
Sistema de control	5.00	5.00	0.250	5.00	5.00	0.250	5.00	5.00	0.250
Mantenimiento	10.0	4.00	0.400	10.0	5.00	0.500	10.0	8.00	0.800
Contaminación drenaje equipo	10.0	5.00	0.500	10.0	4.00	0.400	10.0	8.00	0.800
Evitar fugas	15.0	5.00	0.750	15.0	6.00	0.900	15.0	8.00	1.20
Vibraciones	5.00	5.00	0.250	5.00	4.00	0.200	5.00	8.00	0.400
Total			5.40			5.25			5.20

Tal y como se puede observar en la Tabla 2.1, se decide escoger el intercambiador BEM en vez del BEU o el de espiral. Primero de todo se descarta completamente el intercambiador de espiral debido a que supondría una inversión muy elevada para nuestra planta. Por otro lado los intercambiadores de tubos y carcasa son muy adaptables y se pueden utilizar para casi todas las aplicaciones ^[5]. Finalmente se decide escoger el intercambiador BEM orientado en posición vertical ya que, aunque necesite de más mantenimiento y sea más endeble al poseer una junta de expansión para la finalidad de calentar el PEG resulta más económico que el BEU y las variaciones de temperatura entre los productos no son relativamente elevadas ^[6].

2.4.2. Sistema de agitación

En este estudio, se han comparado tres sistemas diferentes de agitación con el que poder homogeneizar y neutralizar el corriente proveniente del *rundown tank* con el corriente de ácido acético y otra mezcla para el corriente que proviene del *rundown tank* con el corriente procedente del tanque de ácido fosfórico. Los criterios de selección y puntuación resultante se muestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Matriz de alternativas para escoger el tipo de agitador^[7]

	<i>Jet mixing</i>			Mezclador estático			Mezclador con palas		
	(%)	Valoración	Total	(%)	Valoración	Total	(%)	Valoración	Total
Coste del equipo	30.0	5.00	1.50	30.0	7.00	2.10	30.0	6.00	1.80
Eficiencia	30.0	7.00	2.10	30.0	7.00	2.10	30.0	8.00	2.40
Mantenimiento	10.0	7.00	0.700	10.0	9.00	0.900	10.0	7.00	0.700
Tiempo de mezclado	10.0	6.00	0.600	10.0	6.00	0.600	10.0	5.00	5.00
Montaje	10.0	5.00	0.500	10.0	7.00	0.700	10.0	6.00	0.600
Limpieza	10.0	5.00	0.500	10.0	7.00	0.700	10.0	7.00	0.700
Total			5.90			7.10			6.70

Tal y como se puede observar en la Tabla 2.2, se decide escoger el mezclador estático como tipo de agitador. El mezclador estático es más barato que el mezclador con palas y el *jet mixing*^[8]. Aunque es menos eficiente y requiere de un tiempo de residencia mayor de limpieza que el mezclador con palas, este agitador no dispone de elementos móviles, lo cual ofrece un bajo consumo de energía, no necesita mantenimiento, no tiene componentes electrónicos que comporten riesgo de explosión, es fácil de instalar ya que ocupa poco espacio para su montaje y es rápido a la hora de homogeneizar^[9]. El *jet mixing* se descarta por ser un equipo que sufre pérdidas de presión y tiene un alto consumo energético^[10]^[11]. El mezclador con palas es descartado puesto que su inversión para estas neutralizaciones resulta ineficiente y dispone de mucha más instrumentación lo cual dificulta su mantenimiento.

2.4.3. Tipo de pala de los agitadores

Se ha determinado que se utilizará un mezclador con palas *Rushton* para la formación de capa filtrante que insertar en los tubos del filtro de candelas. En este estudio se comparan dos tipos de palas para el agitador del *slurry*. Las palas *Rushton* y las palas helicoidales.

Los criterios de selección y puntuación resultante se muestran en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Matriz de alternativas para escoger tipo de palas para el agitador del *slurry*^[12]

	<i>Rushton</i>			Helicoidales		
	(%)	Valoración	Total	(%)	Valoración	Total
Coste del equipo	25.0	8.00	2.00	25.0	6.00	1.50
Eficiencia	25.0	7.00	1.75	25.0	8.00	2.00
Mantenimiento	20.0	8.00	1.60	20.0	7.00	1.40
Limpieza	20.0	7.00	1.40	20.0	7.00	1.40
Vibraciones	10.0	7.00	0.70	10.0	6.00	0.60
Total			7.45			6.90

Las palas *Rushton* ofrecen un movimiento más radial y menos axial. Son más grandes, operan a velocidades más bajas y se utilizan para productos de mayor viscosidad. Estas palas no generan velocidad rotatoria de tal forma que no genera vórtices o remolinos que puedan causar una mala mezcla^[13]. Para evitar los vórtices o remolinos, se coloca el agitador de manera oblicua de tal forma que se consigue un mejor mezclado consiguiendo mezclar por completo todo el volumen de fluido sin que exista el riesgo de formación de espuma por ausencia de *mixing*. Las palas helicoidales giran a más velocidad que el *Rushton* pero no

sirven para productos muy viscosos ^[14]. Además, generan un movimiento más vertical posibilitando a dejarse rincones del tanque por mezclar.

2.4.4. Elección del tipo de tanque para el ácido fosfórico y tanques finales

A continuación, se lleva a cabo la comparación entre los diferentes tipos de tanques para almacenar ácido fosfórico y producto en tanques finales de retención. En la Tabla 2.4 se puede observar los criterios que se han tenido en cuenta y las puntuaciones obtenidas finalmente.

Tabla 2.4. Matriz de alternativas de los tanques de almacenaje

	Tanque API			Tanque ASME		
	(%)	Nota	Total	(%)	Nota	Total
Coste del equipo	10.0	8.00	0.800	10.0	4.00	0.400
Coste de operación	10.0	8.00	0.800	10.0	6.00	0.600
Seguridad	70.0	8.00	5.60	70.0	6.00	4.20
Mantenimiento	5.00	8.00	0.400	5.00	8.00	0.400
Durabilidad	5.00	6.00	0.300	5.00	6.00	0.300
Total			7.90			5.90

Como se puede observar en la tabla anterior, la mejor opción es el uso de un tanque de almacenamiento que sigue el código API 650^[15]. Se ha dado una gran importancia a la seguridad de operación. También al coste de equipo del equipo que envuelve al equipo como es el coste inicial, el de operación, mantenimiento y durabilidad.

Se da una mayor nota a la seguridad de proceso que da un tanque API debido a que en el caso de sobrepresión están diseñados para que su rotura sea por el techo mientras que los tanques ASME no. En el caso del coste inicial del equipo el tanque API tiene un precio menor debido a que al tener que almacenar a una menor presión no necesita tanta cantidad de material para su construcción. También, el tanque API tiene un coste de operación menor debido a que necesitará una menor cantidad de nitrógeno para llegar a presurizar el equipo. Respecto a la durabilidad y al mantenimiento los dos equipos obtienen la misma puntuación, por lo que hace al mantenimiento de las dos opciones es muy parecido y en lo que se refiere a durabilidad las dos opciones sufrirán por corrosión bajo aislamiento.

2.4.5. Elección de equipos que se han duplicado

En este estudio se lleva a cabo la discusión de qué equipos se deben duplicar para mejorar la operabilidad de la planta teniendo en cuenta el punto de vista económico. Se decide duplicar los equipos con el motivo de que se admita la combinación de un par de procesos de acabado simultáneamente y en caso de fallo, nunca se deje de operar. En la Tabla 2.5 se puede observar los criterios que se han tenido en cuenta y las puntuaciones obtenidas finalmente para cada equipo.

Tabla 2.5. Matriz de alternativas de los equipos que se duplican

	<i>Rundown Tank</i>			<i>Check Tank</i> Intr.			Torre de vacío			<i>Check Tank</i> Final		
	(%)	Nota	Total	(%)	Nota	Total	(%)	Nota	Total	(%)	Nota	Total
Coste equipo	60.0	4.00	2.40	60.0	5.00	3.00	60.0	1.00	0.600	60.0	5.00	3.00

Mejora en operabilidad	40.0	10.0	4.00	40.0	10.0	4.00	40.0	7.00	2.80	40.0	10.0	4.00
Total			6.40			7.00			3.40			7.00

La duplicación de los diferentes equipos propuestos implicaría una clara mejora en la operabilidad de la planta. Sin embargo, es inconcebible por la inversión necesaria que supondría duplicar todos los equipos que aparecen en la Tabla 2.5. Se necesitaría una cantidad de producto a tratar más elevada, así como una superficie de terreno que ocupar más grande para abarcar un incremento de logística.

El coste de la torre de vacío es el más elevado debido a que no solamente se tendría que duplicar el equipo, sino que también la unidad de vacío para poder operar correctamente. Finalmente se deciden duplicar el *rundown tank* y *check tank final*. La torre de vacío se ha decidido no duplicar debido a que tiene un elevado coste y con un buen *producto mix* se puede tener una buena operabilidad. Mientras que el *check tank* intermedio no es rentable la inversión en duplicarlo puesto que pasan únicamente dos procesos de acabado.

2.4.6. Elección de las bombas de proceso

En este apartado, se lleva a cabo una comparación entre las bombas centrífugas y las bombas de desplazamiento positivo. En la Tabla 2.6 se puede observar los criterios que se han tenido en cuenta y las puntuaciones obtenidas finalmente.

Tabla 2.6. Matriz de alternativas de las bombas de proceso

	Bomba centrífuga			Bomba desplazamiento positivo		
	(%)	Nota	Total	(%)	Nota	Total
Coste del equipo	10.0	5.00	0.50	10.0	5.00	0.50
Seguridad	60.0	8.00	4.80	60.0	9.00	5.40
Facilidad control	30.0	9.00	2.70	30.0	6.00	1.80
Total			8.00			7.70

Las bombas centrífugas tienen una presión reducida en una sola etapa mientras que la de desplazamiento positivo permite más altas presiones en una sola etapa. Las de desplazamiento positivo resultan mucho más peligrosas que las centrífugas puesto que pueden llegarse a temperaturas de descomposición. Las bombas de desplazamiento positivo consumen mucho más que las centrífugas; a diferencia de las centrífugas tienen válvula de seguridad. Las centrífugas presentan peligro de cavitación mientras que las de desplazamiento positivo presentan riesgo de *dead heading*. Como se puede observar en la tabla anterior ambos equipos han obtenido una nota similar, debido a esta similitud, se ha decidido que se utilizarán las bombas centrífugas con doble cierre mecánico durante todo el proceso excepto en los corrientes que contengan ácido fosfórico que se empleará una bomba de pistón de desplazamiento positivo debido a la peligrosidad del ácido fosfórico y además porque los caudales son muy pequeños y difíciles de controlar ^[16]. Con esta medida se cree que es la mejor forma de tener un buen balance entre la facilidad de controlar las bombas y la seguridad ante el peligro de fuga ^[17]. Además, las propiedades del producto en este caso polietilenglicol han sido de vital importancia a la hora de seleccionar las bombas centrífugas puesto que tienen los 5 grados de especificación la viscosidad necesaria como para poder impulsar fluido con un equipo rotatorio.

2.4.7. Precapa de filtración

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alcoxilados.

En este estudio se ha comparado tres materias orgánicas que actúen como agentes de filtración siendo mezcladas previamente con un silicato que otorgue a la precapa depositada alrededor de las candelas del filtro carga positiva para así, tener la capacidad de adsorción de hidróxido perteneciente al catalizador de la reacción. Los criterios de selección y puntuación resultante se muestran en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Matriz de alternativas para la precapa de filtración

	Celulosa			Diatomita			Perlita		
	(%)	Valoración	Total	(%)	Valoración	Total	(%)	Valoración	Total
Pureza	15.0	8.00	1.20	15.0	5.00	0.75	15.0	4.00	0.60
Contaminación	15.0	8.00	1.20	15.0	5.00	0.75	15.0	7.00	1.05
Eficacia	25.0	7.00	1.75	25.0	5.00	1.25	25.0	6.00	1.50
Coste	20.0	4.00	0.80	20.0	6.00	1.20	20.0	7.00	1.40
Presión	15.0	8.00	1.20	15.0	6.00	0.90	15.0	4.00	0.60
Limpieza	10.0	7.00	0.70	10.0	7.00	0.70	10.0	5.00	0.50
Total			6.85			5.55			5.65

Entre las diferentes alternativas, la celulosa es la que posee un contenido en su composición con menores componentes secundarios, siendo por tanto la más pura. Esta característica le otorga la capacidad de tener compatibilidad y ser inerte prácticamente con cualquier tipo de solución a diferencia de las otras dos alternativas, por ejemplo, soluciones causticas de elevada temperatura. Asimismo, resulta útil para la recuperación de catalizadores formados a partir de metales raros^[18]. La perlita y la celulosa no son contaminadas ante sales disueltas ni arcillas coloidales.

La eficacia de la filtración viene relacionada con el tamaño de partícula^[19]. A menor tamaño de partícula de la capa filtrante la capacidad de retención aumenta. Sin embargo, el rendimiento es menor puesto que existe menos área. Por lo que debe existir un equilibrio. La diatomita tiene un tamaño de partícula de 1.50-22.0 μm , la perlita tiene un tamaño de 50.0-450 μm y la celulosa 20.0-600 μm ^[20]. En referencia al precio, la celulosa es la opción más cara y la perlita las más barata. Sin embargo, la celulosa tiene un coste general de operación reducido puesto que se necesita poca cantidad para la formación de la pasta, tiene un coste bajo en el transporte y un bajo coste en mantenimiento al ser poco abrasiva. En cuanto a la presión, la celulosa puede llegar a trabajar a presiones de operación más elevadas. Por tanto, la celulosa ofrece mayor flexibilidad en la modificación del diferencial de presión.

La limpieza por inyección de un corriente auxiliar de nitrógeno a presión resulta efectiva para la celulosa y diatomita puesto que pueden llegar a comprimirse con facilidad mientras que la perlita forma una precapa más pegajosa^[21].

2.4.8. Filtro de precapa

En este estudio se ha comparado diferentes opciones de unidades de filtración con las que conseguir la eliminación de las partículas sólidas correspondientes al catalizador de la reacción, contenidas en el PEG. El filtro a instalar debe operar de forma discontinua, puesto que debe realizarse paradas para realizar la descarga de la torta de filtración acumulada en la precapa de filtración. El filtro seleccionado debe ser capaz de realizar la separación forzando el paso por la superficie porosa a través de la inserción de una fuerza motriz, en este caso se trabaja con un diferencial de presión positivo. Los criterios de selección y puntuación resultante se muestran en la Tabla 2.8^[22]

Tabla 2.8. Matriz de alternativas para la unidad de filtración discontinua.

	<i>Candle Filter</i>			<i>Leaf Filter</i>			<i>Drum filter</i>		
	(%)	Valoración	Total	(%)	Valoración	Total	(%)	Valoración	Total
Presión	20.0	8.00	1.60	20.0	7.00	1.75	20.0	2.00	0.40
Superficie	15.0	8.00	1.20	15.0	6.00	0.90	15.0	9.00	1.35
Espacio	10.0	8.00	0.80	10.0	8.00	0.80	10.0	5.00	0.50
Precio	15.0	6.00	0.90	15.0	7.00	1.05	15.0	5.00	0.75
Mantenimiento	15.0	7.00	1.05	15.0	5.00	0.75	15.0	5.00	0.75
Limpieza	25.0	9.00	2.25	25.0	6.00	1.50	25.0	5.00	1.25
Total			7.80			6.75			5.00

El *candle filter* (tipo Fundabac) es un recipiente a presión que contiene en su interior un conjunto de candelas sujetadas en la parte superior del filtro por una placa. La precapa de filtración se forma en la parte exterior del tubo. El *leaf filter* (tipo Niagara) son filtros que contienen hojas unidas a una tubería dentro de un recipiente presurizado. La precapa de filtración se forma en el exterior de la hoja. Para que exista una adsorción en el medio filtrante, ambos trabajan con un diferencial de presión positivo a diferencia del *drum filter* que opera al vacío. El *candle filter* trabaja en un rango de ΔP por lo general un poco superior^[23]. El *candle filter* se instala de forma vertical, el *drum filter* trabaja de forma horizontal mientras que el *leaf filter* es capaz de orientar la carcasa de manera vertical como horizontal. Sin embargo, el *leaf filter* son los filtros con superficie de filtración reducida. En cambio, el *drum filter* son los filtros que más espacio ocupan.

En cuanto al precio, el *leaf filter* es más barato. Sin embargo, el coste de mantenimiento del *candle filter* es muy bajo. Una de las ventajas del *candle filter* es que la retirada de las candelas es sencilla. La limpieza en las dos primeras alternativas se realiza con un impulso de un corriente de nitrógeno mientras que en el *drum filter* usa agua. Además, la ventaja del *candle filter* respecto las otras dos opciones radica en el hecho de ser automatizada la limpieza.

2.4.9. Método de deshidratación del PEG

Con tal de eliminar el agua de un corriente de polietilenglicol y agua procedente del *Check Intermedio*, se han analizado tres alternativas: los evaporadores de circulación natural, los evaporadores de película descendente o *falling film* y, por último, la torre de stripping. Los criterios de selección y puntuación resultante se muestran en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9. Matriz de alternativas para escoger el tipo de evaporador

	Circulación natural			<i>Falling film</i>			Torre de stripping		
	(%)	Valoración	Total	(%)	Valoración	Total	(%)	Valoración	Total
Coste del equipo	20	8	1.60	20	7	1.40	20	7	1.40
Consumo energético	15	8	1.20	15	8	1.20	15	7	1.05
Limpieza	10	7	0.70	10	9	0.90	10	8	0.80
Resistencia	10	7	0.70	10	8	0.80	10	7	0.70
Sistema de control	10	7	0.70	10	8	0.80	10	7	0.70
Mantenimiento	15	8	1.20	15	9	1.35	15	8	1.20
Rendimiento	20	8	1.60	20	9	1.80	20	8	1.60
Total			7.70			8.25			7.45

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alcoxylados.

Finalmente se decide escoger el evaporador de película descendente o *falling film* ^[24] debido al elevado coste que supone realizar una desorción para eliminar un componente de corriente líquida por transferencia a un gas absorbente. Implica la utilización de varios caudales y el uso de una torre de relleno donde el lecho de partículas, distribuidor de gas o deflectores pueden encarecer el proceso. ^[25] El principio de operación entre el *falling film* y el evaporador de circulación natural es el mismo, pero se diferencian por la forma en la que ingresa el líquido que pasa por tubos. Para productos sensibles al calor es preferible usar el *falling film*. Por otro lado, otras de las ventajas del evaporador escogido, es que sirve para productos viscosos al contrario que en el evaporador de circulación natural. *El falling film* tiene tiempos de residencia cortos, coeficientes de transferencia elevados y buena eficiencia energética. Además, tienen un sistema de limpieza automático e integrado favoreciendo el mantenimiento del equipo que garantiza su continua disponibilidad, idónea para procesos *batch*. Otra de sus ventajas es que, al operar en condiciones de vacío, reduce la temperatura de ebullición necesaria para evaporar y, por lo tanto, se disminuye también el consumo energético del equipo.

2.5. Planificación del proyecto

A continuación, en la Figura 2.2 se observa el diagrama de Gantt donde se muestra la planificación del tiempo dedicado para las tareas que se realizarán a lo largo del proyecto, así como quién realiza cada una. Esta configuración fue elaborada al comienzo del proyecto.

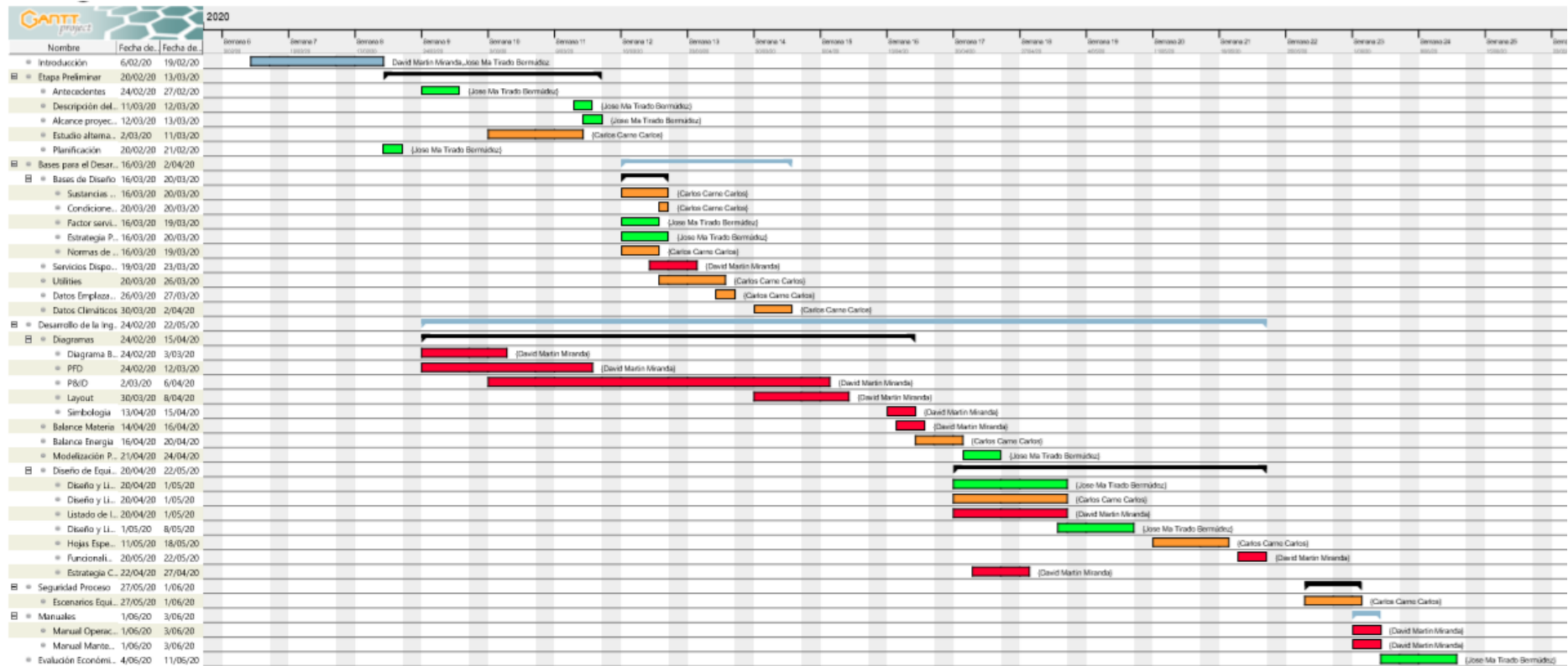


Figura 2.2. Diagrama de Gantt inicial

En la Figura 2.3 se muestra el diagrama de Gantt final resultante de la planificación seguida durante el proyecto. Esta configuración fue elaborada en el final de proyecto.

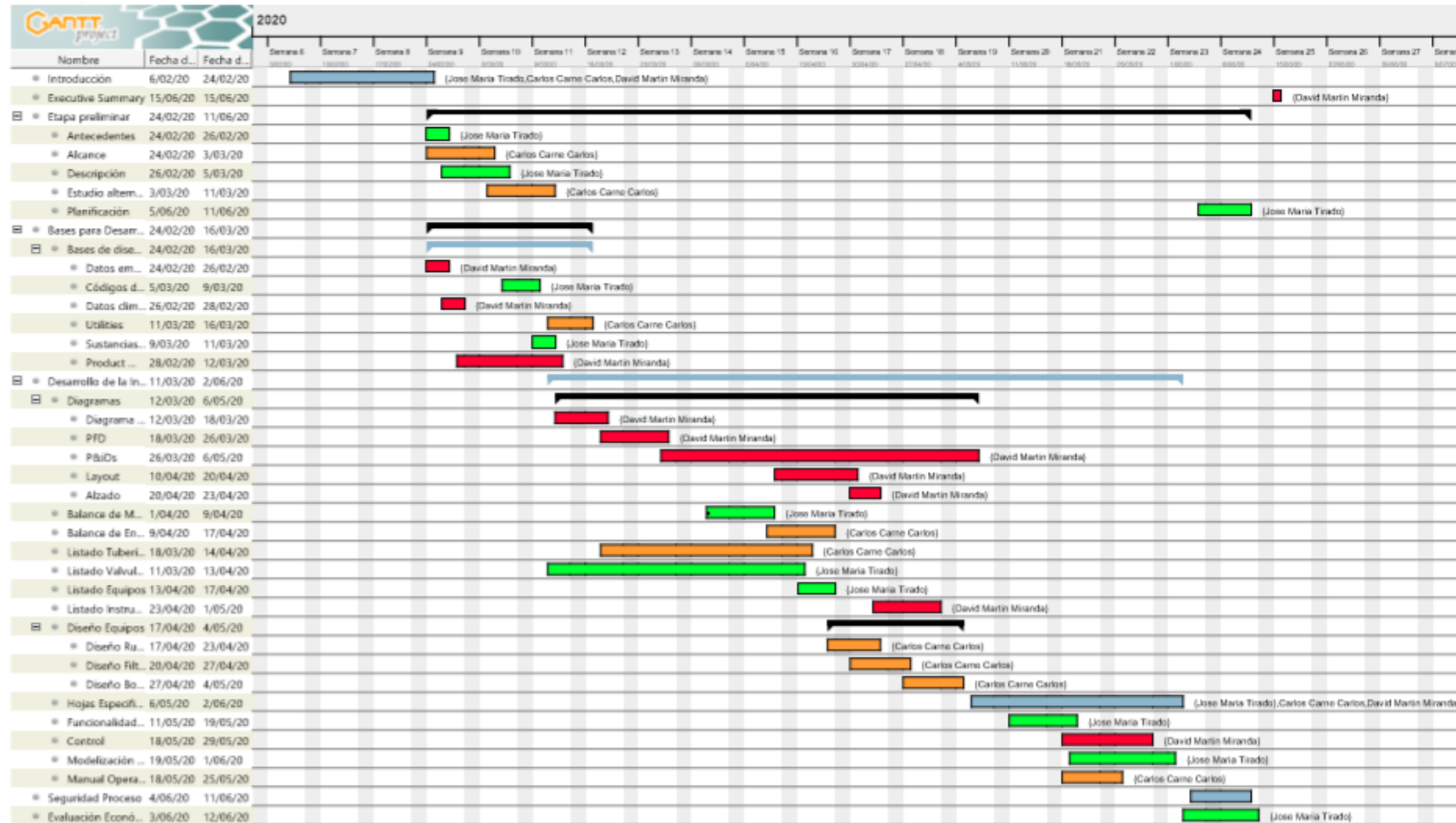


Figura 2.3. Diagrama de Gantt final

Existe disparidad entre las dos planificaciones efectuadas puesto que no se ha seguido con exactitud la inicial, elaborada al comienzo del proyecto. Durante el transcurso del proyecto se ha trabajado más de lo esperado en ciertos períodos de tiempo como el mes de marzo o principios de mayo. Sin embargo, se ha acabado por retardar la fecha de conclusión del proyecto puesto que han existido múltiples correcciones y revisiones cada poco tiempo de finalizar una tarea. En la Figura 2.4 se muestra la gráfica comparativa resultante entre las dos configuraciones mencionadas.

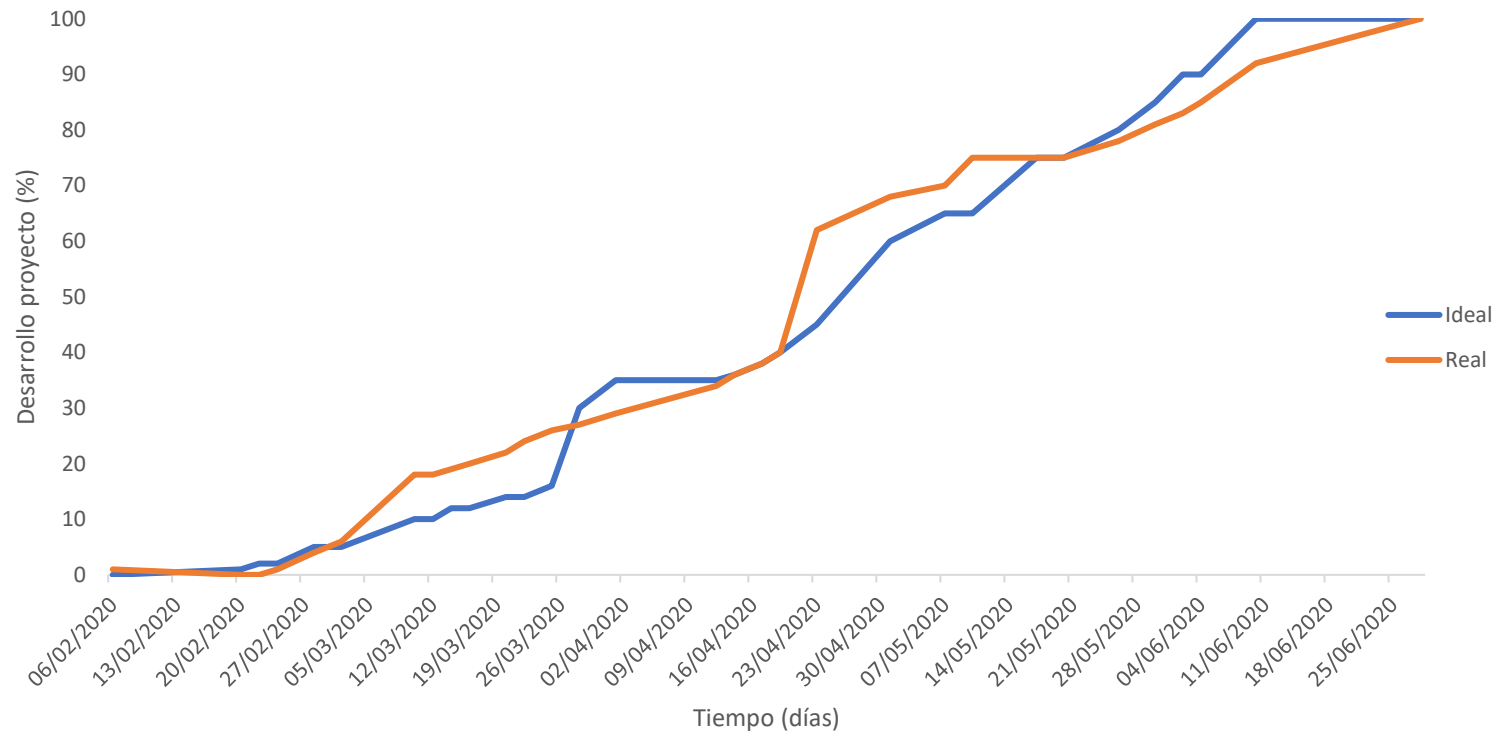


Figura 2.4. Proyección del proyecto respecto la planificación inicial.

3. BASES DE DISEÑO

3.1. Datos de emplazamiento

El tren de descarga diseñado con las respectivas unidades de separación se ubicará en un terreno próximo a la planta de Dow Chemical Ibérica situada en la Planta de Derivados de Etileno (complejo Sur), localizado en la Canonja. En la siguiente Figura 3.1, se muestra la ubicación de la planta. Se decide esta ubicación ya que DOW Chemical es el suministrador de producto que se tratará en los diferentes trenes de acabados diseñados.



Figura 3.1. Mapa satélite de ubicación de la planta

La ciudad donde se situará la planta es Tarragona, municipio localizado al sud de Cataluña, España que tiene una población de que ronda los $1.35E+05$ habitantes. El polígono donde se situará tiene un gran valor logístico. Se dispone de un *rack* de tuberías de tuberías conectadas con el puerto de Tarragona. Por otro lado, existe una amplia red ferroviaria y de carreteras la cual permite una excepcional comunicación terrestre. Además, el conjunto petroquímico de Tarragona es el más grande de España y en él se encuentran la mayoría de las industrias con más resonancia del sector. Los datos climáticos, pluviométricos y sísmicos se encuentran en el Anexo A.1.

3.2. Códigos de diseño y estándares

A continuación, se indica la normativa de diseño que siguen los diferentes equipos pertenecientes al tren de acabado por medio de la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Códigos de diseño y estándares de los equipos.

Códigos de diseño	Equipos
ASME ^[27] (<i>American Society of Mechanical Engineers</i>) sección VIII	<i>Rundown tank</i> (TK-101 y TK-201) Tanque almacenamiento ácido acético (TK-301) Filtro cartucho(F-401) <i>Slurry tank</i> (MX-501) Filtro candelas (F-501) <i>Static Mixer</i> (MX-301) <i>Static Mixer</i> (MX-401)
API 650 ^[28] (<i>American Petroleum Institute</i>)	Tanque almacenamiento ácido fosfórico (TK-401) <i>Check tank</i> intermedio (TK-601) Final Check tank I y II (TK-801 y TK-901) Torre de vacío (TV-701) <i>Final tank</i> (TK-1001, TK-2001, TK-3001, TK-4001 y TK-5001)
TEMA ^[29] (<i>Tubular Exchanger Manufacturers Association</i>)	Intercambiador <i>Rundown tank</i> (HX-101 y HX-201) Intercambiador <i>Check tank</i> intermedio (HX-601)
ISO 5199:2002 ^[30] (<i>International Organization for Standardization</i>)	Bombas de proceso
API 53A	
NEMA ^[31] (<i>National Electrical Manufacturers Association</i>)	Motores de bombas de proceso Motor de las palas del <i>Slurry tank</i> (MX-501) Traceados eléctricos

3.3. Sustancias vinculadas con el proceso

A continuación, se adjuntan en la siguiente Tabla 3.2 el conjunto de características físico-químicas de los diferentes grados de polietilenglicol que se desean. Además, en la Tabla 3.3 aparecen el conjunto de características físico-químicas que definen a resta de las sustancias que intervienen en el proceso de obtención de los productos. Asimismo, se adjuntan en Anexos las fichas de seguridad correspondientes a las diferentes sustancias químicas participantes.

Tabla 3.2. Propiedades físico-químicas de los productos.

Sustancia	CAS <i>number</i>	PM (g/mol)	ρ 20°C (kg/m ³)	Punto fusión (°C)	P.Vapor 20°C(kPa)	Punto de inflamabilidad(°C)	T. Ignición(°C)	Viscosidad 100°C (cst)
PEG 300	25322-68-3	285 - 315	1125	8.00	1.33E-03	200	370	5.80
PEG 400	25322-68-3	380 - 420	1125	15.0	1.33E-03	220	360	7.30
PEG 600	25322-68-3	570 - 630	1126	22.0	1.33E-03	260	390	10.8
PEG 1000	25322-68-3	950 - 1050	1200	30.0	1.33E-03	260	420	17.2
PEG 1450	25322-68-3	1305 - 1595	1250	40.0	1.33E-03	260	450	26.5

Tabla 3.3. Propiedades físico-químicas de las sustancias del tren de descarga.

Sustancia	CAS <i>number</i>	PM (g/mol)	ρ 20°C (kg/m ³)	Punto fusión (°C)	Punto ebullición (°C)	P.Vapor 20°C(kPa)	Punto de inflamabilidad(°C)	T. Ignición(°C)
Óxido Etileno	75-21-8	44.1	882	-111	11	146	-18.0	429
KOH	1310-58-3	56.1	2040	380	1324	0.130	-	-
Agua	7732-18-5	18.0	1000	0	100	2.34	-	-
Ácido acético	64-19-7	60.1	1050	16.7	118	1.50	39.0	485
Ácido fosfórico	7664-38-2	98.0	1880	42.0	158	4E-03	-	-
Celulosa	9004-34-6	3.42E+02	1500	270	-	-	230	500
Silicato	1343-88-0	1.45E+02	2700	191	-	-	0	-
Magnesio								
Nitrógeno	7727-37-9	2.80 +01	1.25	-210	-196	-	-	-

3.4. Especificación de los servicios disponibles

A continuación, en la Tabla 3.4 se especifican los servicios disponibles que dispone la estación de descarga.

Tabla 3.4. Servicios disponibles en la planta.

Servicio	Valores	Unidades
Agua de torre		
Caudal	1.00E+03	m ³ /h
Temperatura (min/máx.)	12.0-35.0 (25°C)	°C
Presión (min/máx.)	2.00-7.00	bar(g)
Nitrógeno		
Caudal	No limitado	Nm ³ /h
Presión	6.00E+00	bar(g)
Temperatura	Ambiente	°C
Calidad	Seco (20.0)	ppm H ₂ O
Vapor Saturado		
Caudal	No limitado	Nm ³ /h
Presión	6.00E+00	bar(g)
Electricidad		
Potencial	380	V
Potencia máx.	600	kWh
Aire de instrumentos		
Caudal	No limitado	Nm ³ /h
Presión	6.00E+00	bar(g)
Temperatura	Ambiente	°C
Calidad	500	ppm H ₂ O

3.4.1. Energías disponibles “utilities”

Seguidamente, se describe el uso de los distintos servicios disponibles en el proceso:

- **Aire**

El aire de instrumentos interviene en el proceso para accionar las diferentes válvulas que hay situadas en la planta.

- **Agua**

La mayor parte del agua que se emplea en el proceso es para refrigerar los diferentes botellones de las bombas y para limpiar el filtro de cartuchos F-401.

- **Nitrógeno**

El nitrógeno empleado en la planta se utiliza para inertizar equipos, barrer las tuberías, controlar la presión mediante el sistema PAD/ DEPAD y limpiar el filtro de candelas F-501.

- **Energía eléctrica**

Se utiliza para los elementos de control en el proceso y para los traceados eléctricos en equipos o tuberías como las recirculaciones en el F-501 o ST-501 o el propio traceado en el ST-501.

- **Vapor**

Se utiliza para los intercambiadores de calor o serpentines de vapor para mantener la temperatura en un equipo y también para generar el vacío en el eyector de la torre de vacío.

3.5. Product mix

La estrategia que se decide a seguir en el tren de acabados es realizar dos reactores a la vez del mismo producto. Esta decisión se toma para optimizar el barrido de las tuberías. El reactor tiene un volumen de un total de 120m³ y el proceso de reacción tarda un total de 9.00 horas. La intención que se ha tenido desde el principio es que el tiempo de residencia en los tres diferentes trenes de acabado sea menor a las 9.00 horas.

En la siguiente figura se puede observar la distribución temporal en cada equipo, en los diferentes tiempos que se pueden observar debajo de cada equipo se ha tenido en cuenta el tiempo de residencia y el tiempo de descarga.

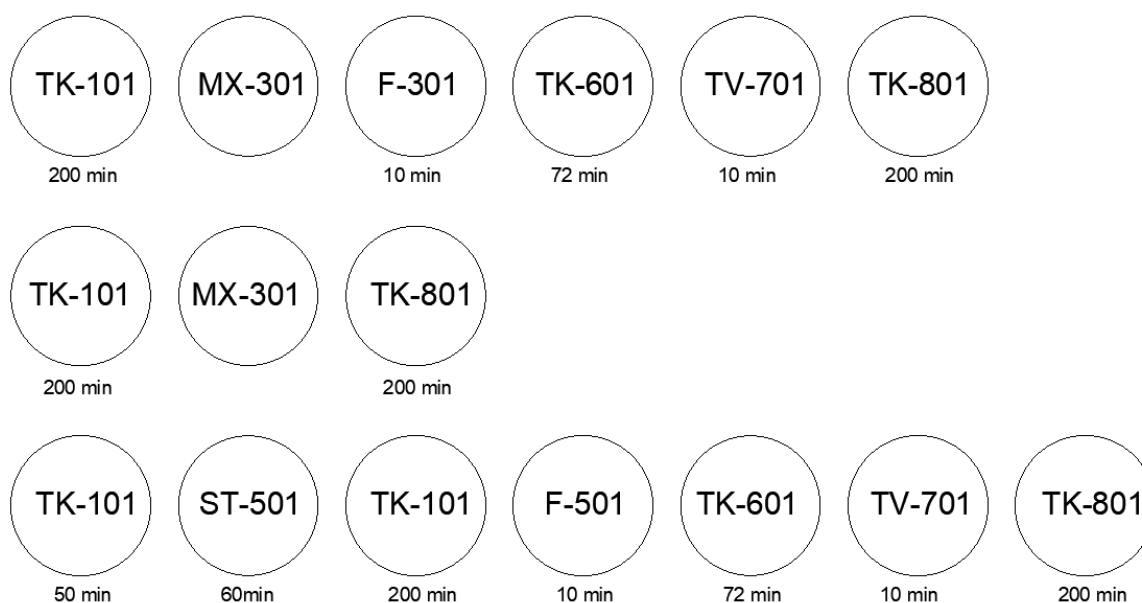


Figura 3.2. Distribución temporal en cada tiempo de acabado

Como se puede observar en la figura, el total de tiempo para el tren del *slurry* es superior al tiempo en que se descarga el reactor. Para evitar que se tenga que parar el reactor con asiduidad, se decide duplicar diversos equipos como los *Rundown Tank* y *Check Tank* finales.

En la siguiente Tabla 3.5, se puede ver el tiempo total para cada proceso.

Tabla 3.5. Tiempo de residencia según el tren de acabado

Acabado	Tiempo (h)
Ácido fosfórico	8.20
Ácido acético	6.60
Filtro <i>slurry</i>	10.0

Finalmente, en la Figura 3.3 se puede observar la distribución temporal que se llevará a cabo.

4. DESARROLLO DE LA INGENIERIA

4.1. Diagramas.

En este apartado se muestran los distintos diagramas pertenecientes al proceso de obtención de los 5 diferentes grados de polietilenglicol.

4.1.1. Diagrama de Bloques.

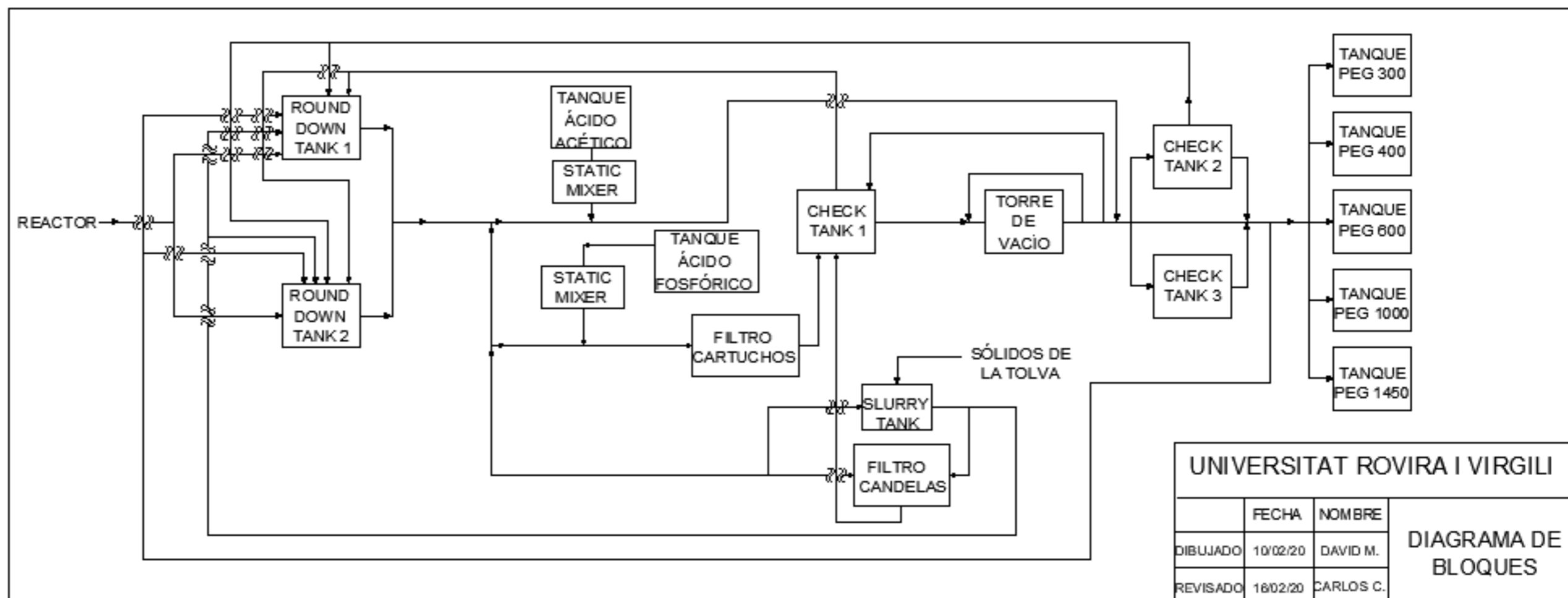


Figura 4.1. Diagrama de bloques.

4.1.2. PFD

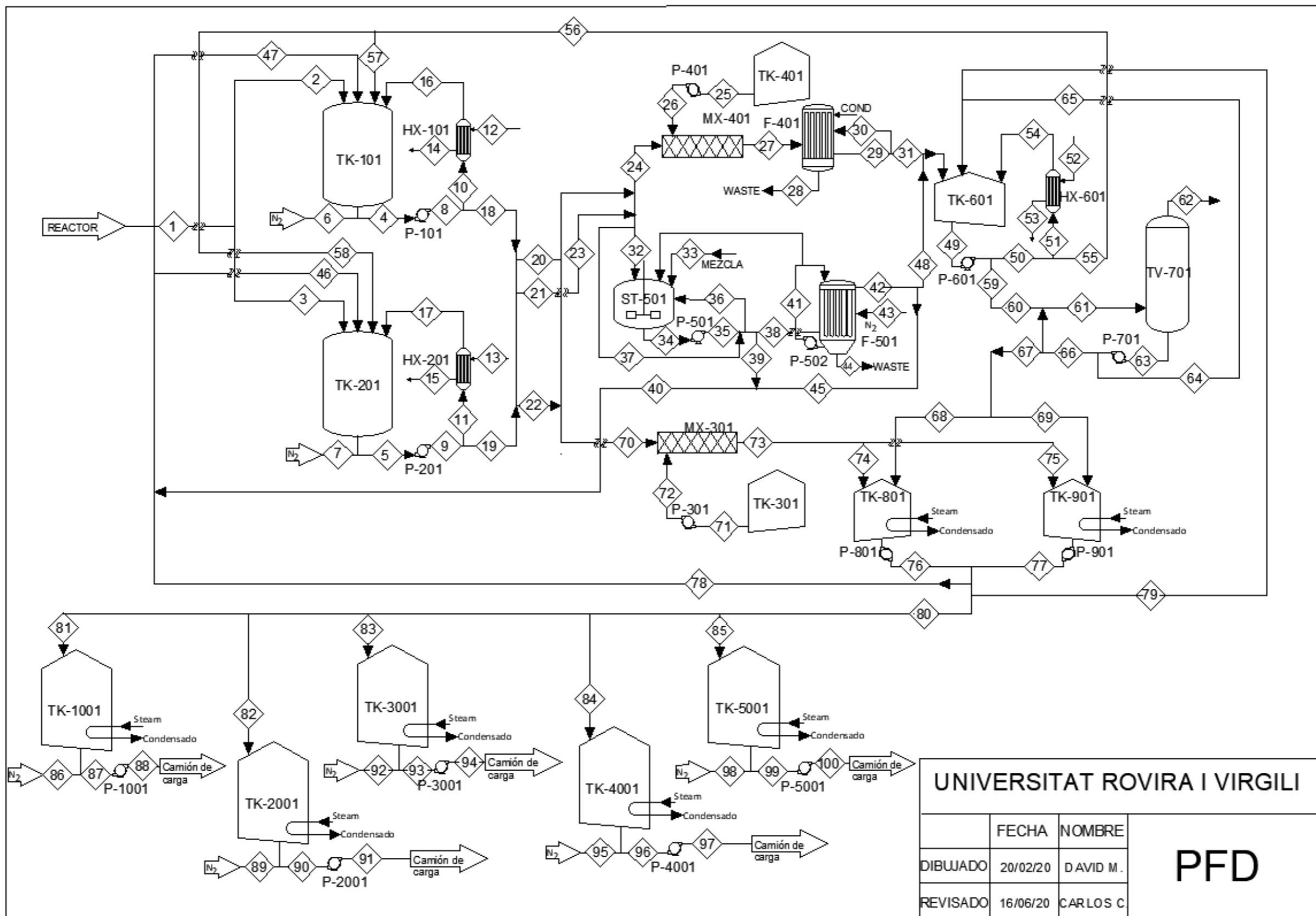


Figura 4.2. PFD.

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alkoxylos.

4.1.3. P&iD

4.1.3.1. Simbología.

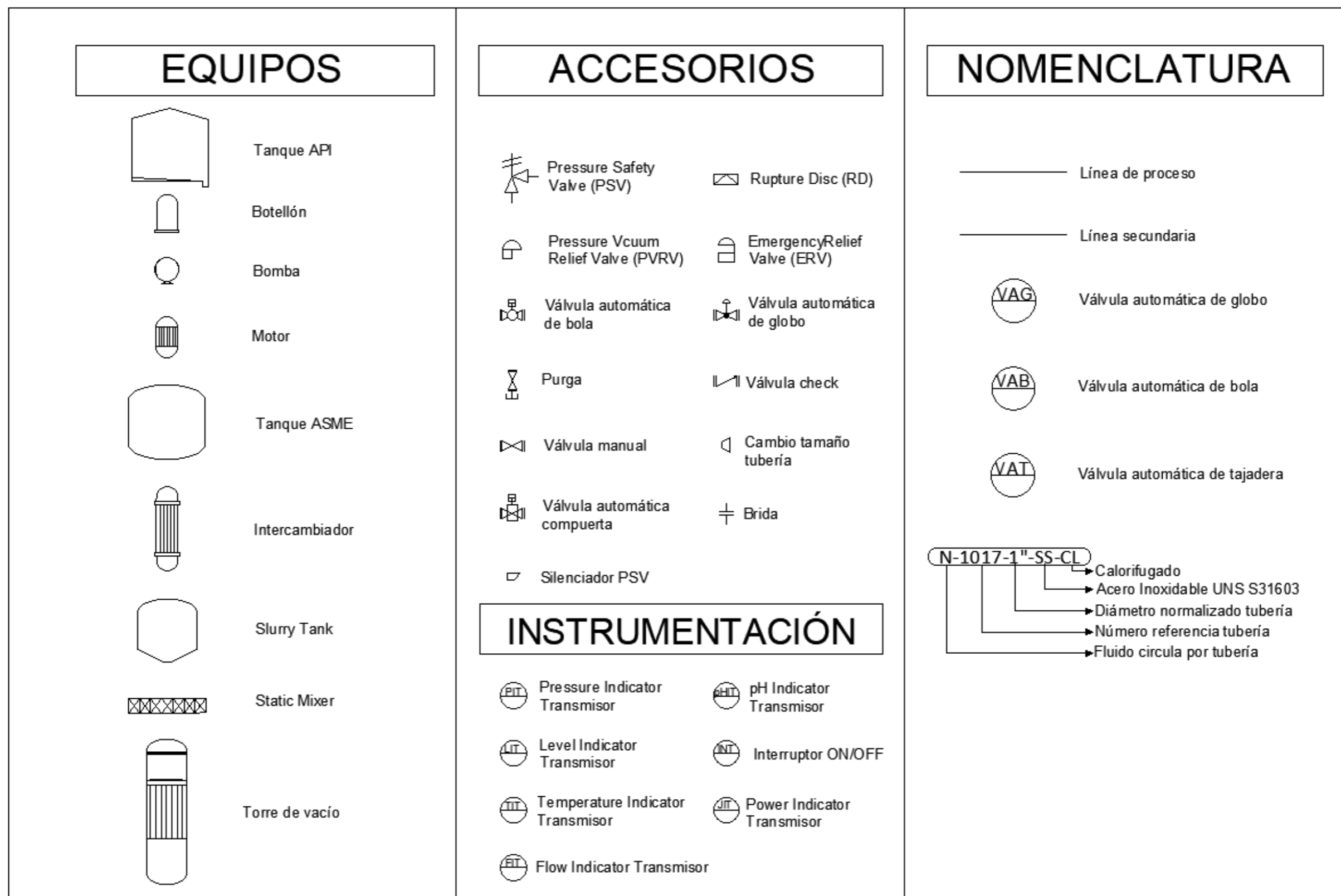


Figura 4.3. Simbología.

4.1.3.2. *Rundown Tank TK-101*

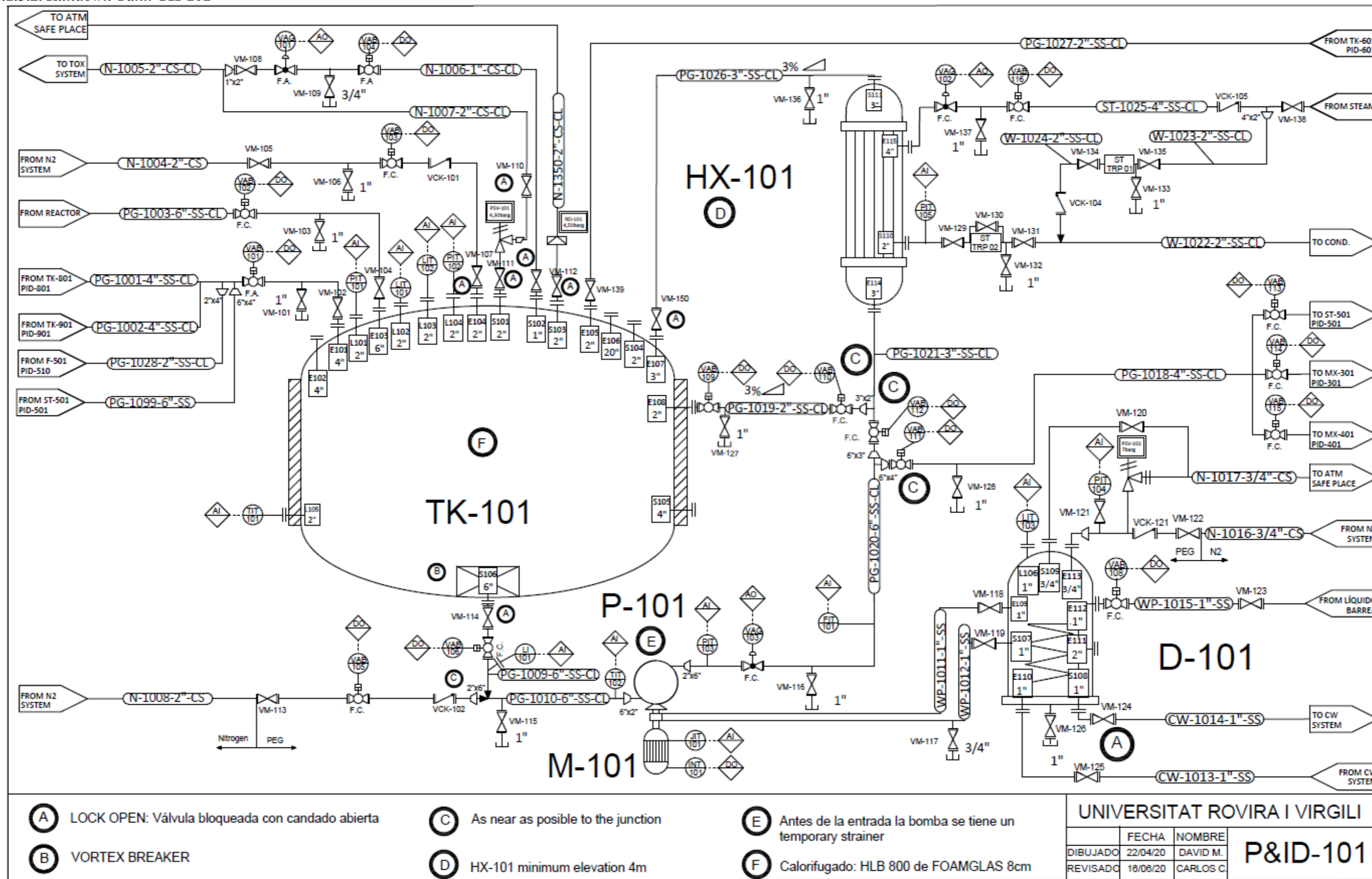


Figura 4.4. *Rundown Tank TK-101*

Diseno de un tren de acabado de una planta de producción de alkoxylos.

4.1.3.3. Tanque ácido acético TK-301

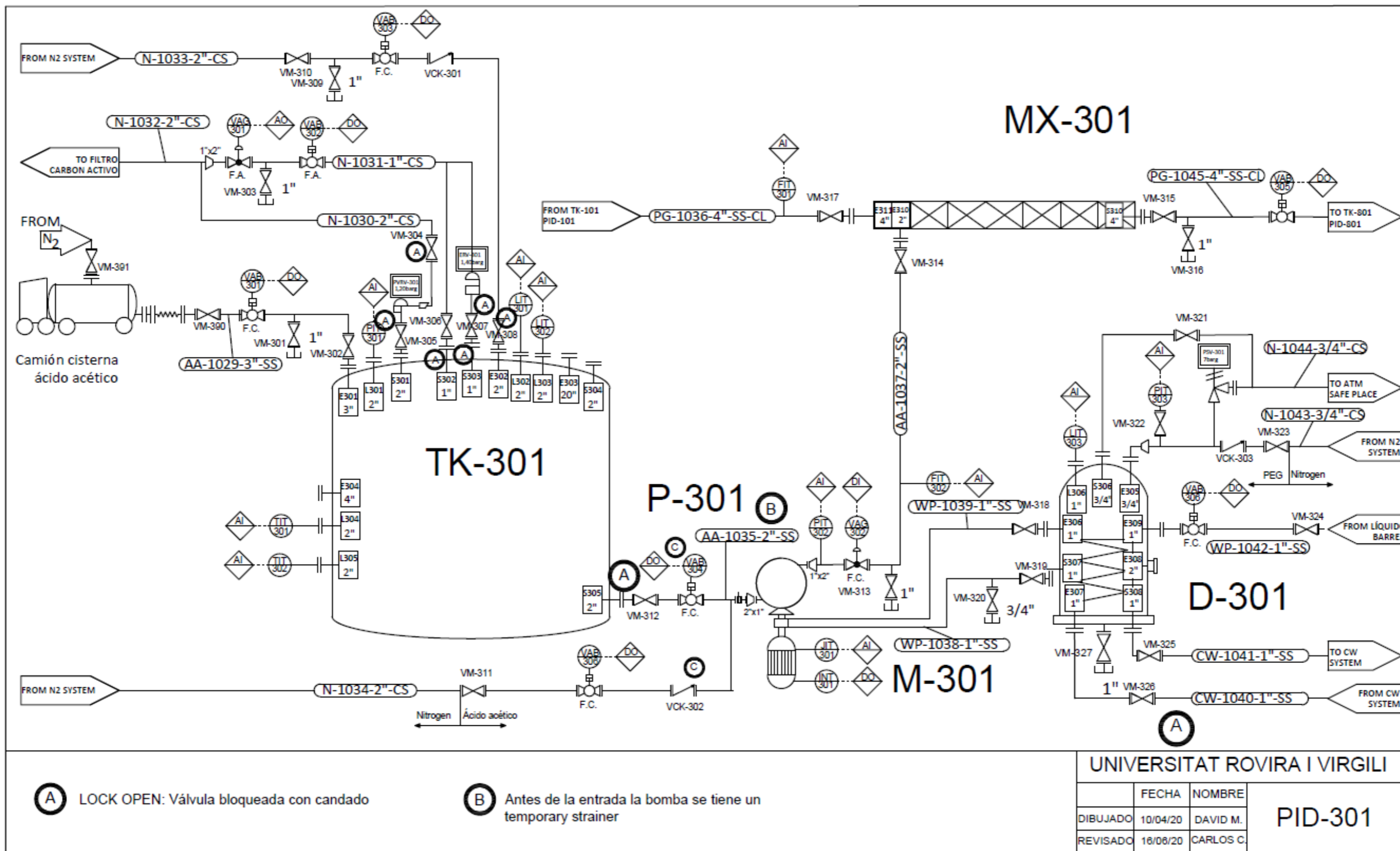


Figura 4.5. Tanque ácido acético

4.1.3.4. Tanque ácido fosfórico TK-401

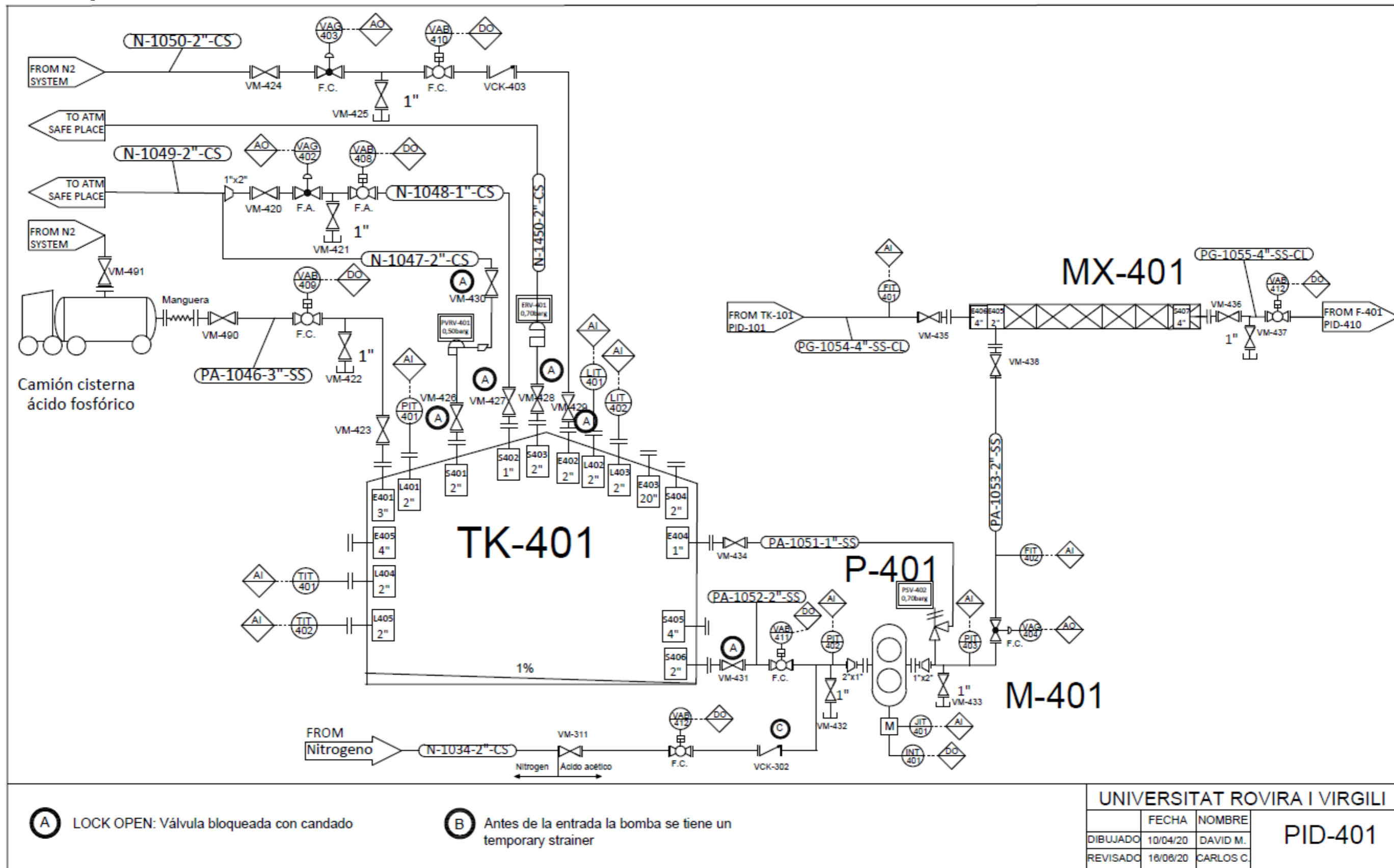


Figura 4.6. Tanque de ácido fosfórico

4.1.3.5. Filtro de cartuchos F-401

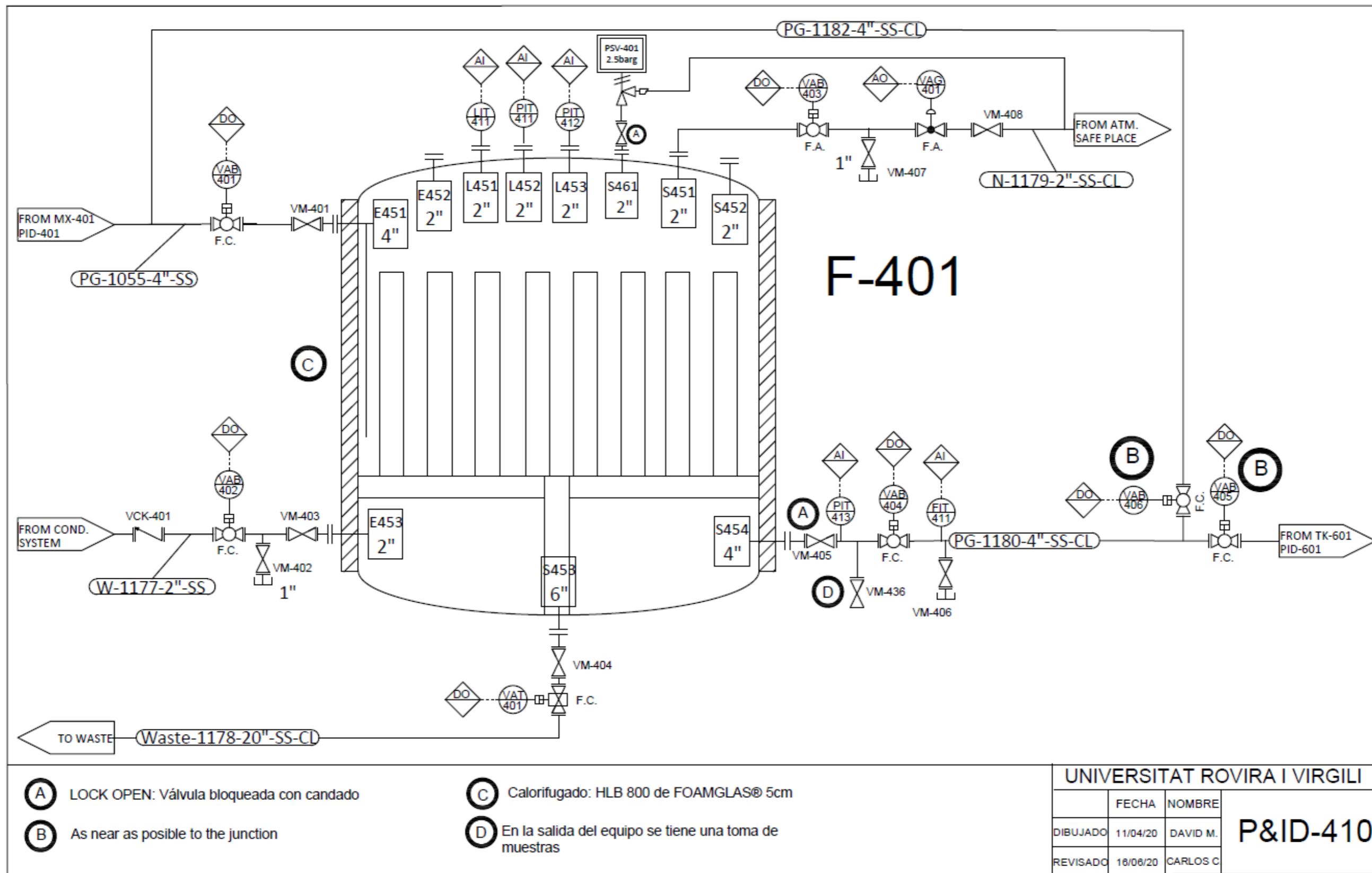


Figura 4.7. Filtro de cartucho

4.1.3.6. Slurry Tank ST-501

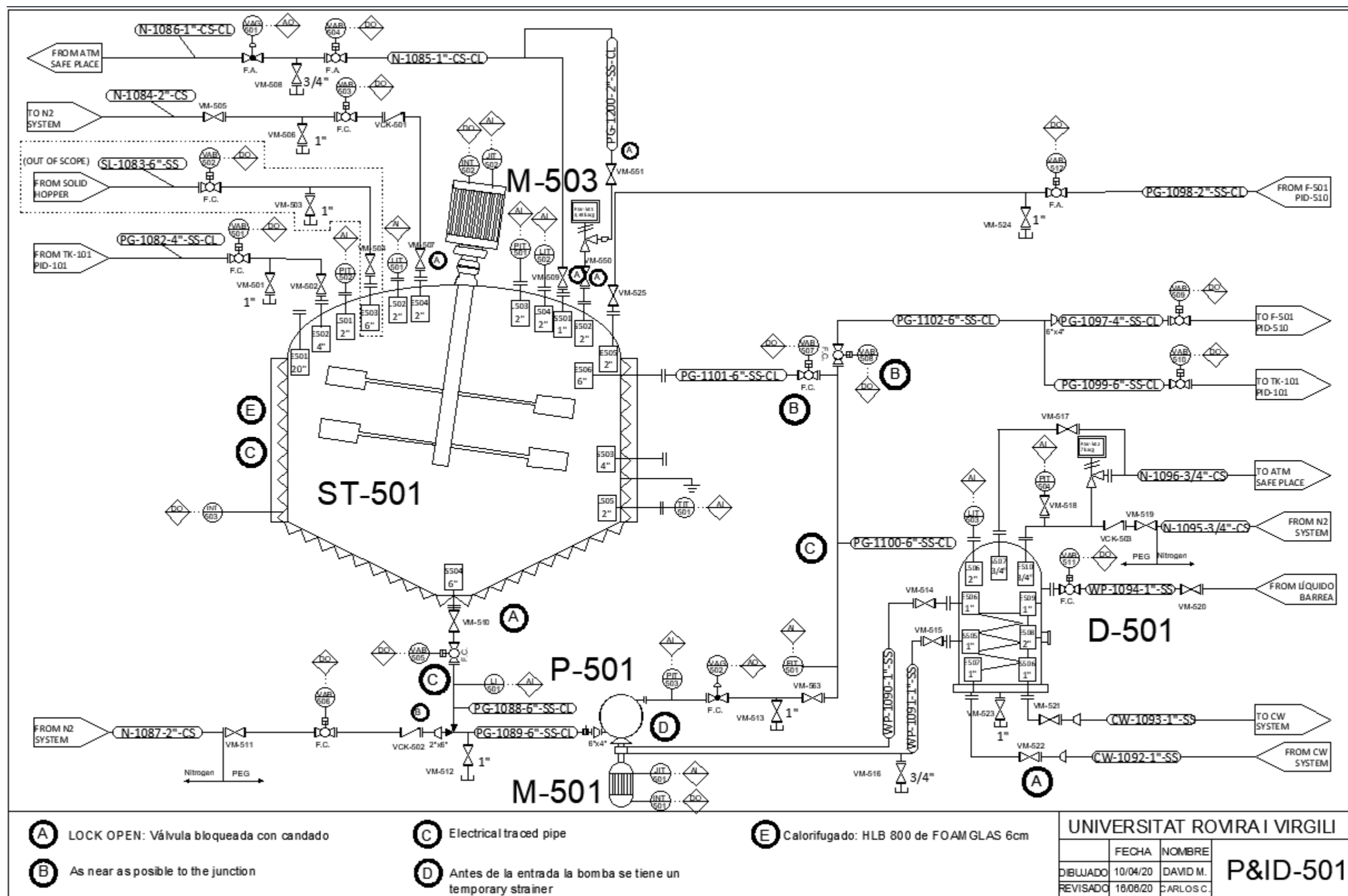


Figura 4.8. Slurry Tank

4.1.3.7. Filtro de candelas F-501

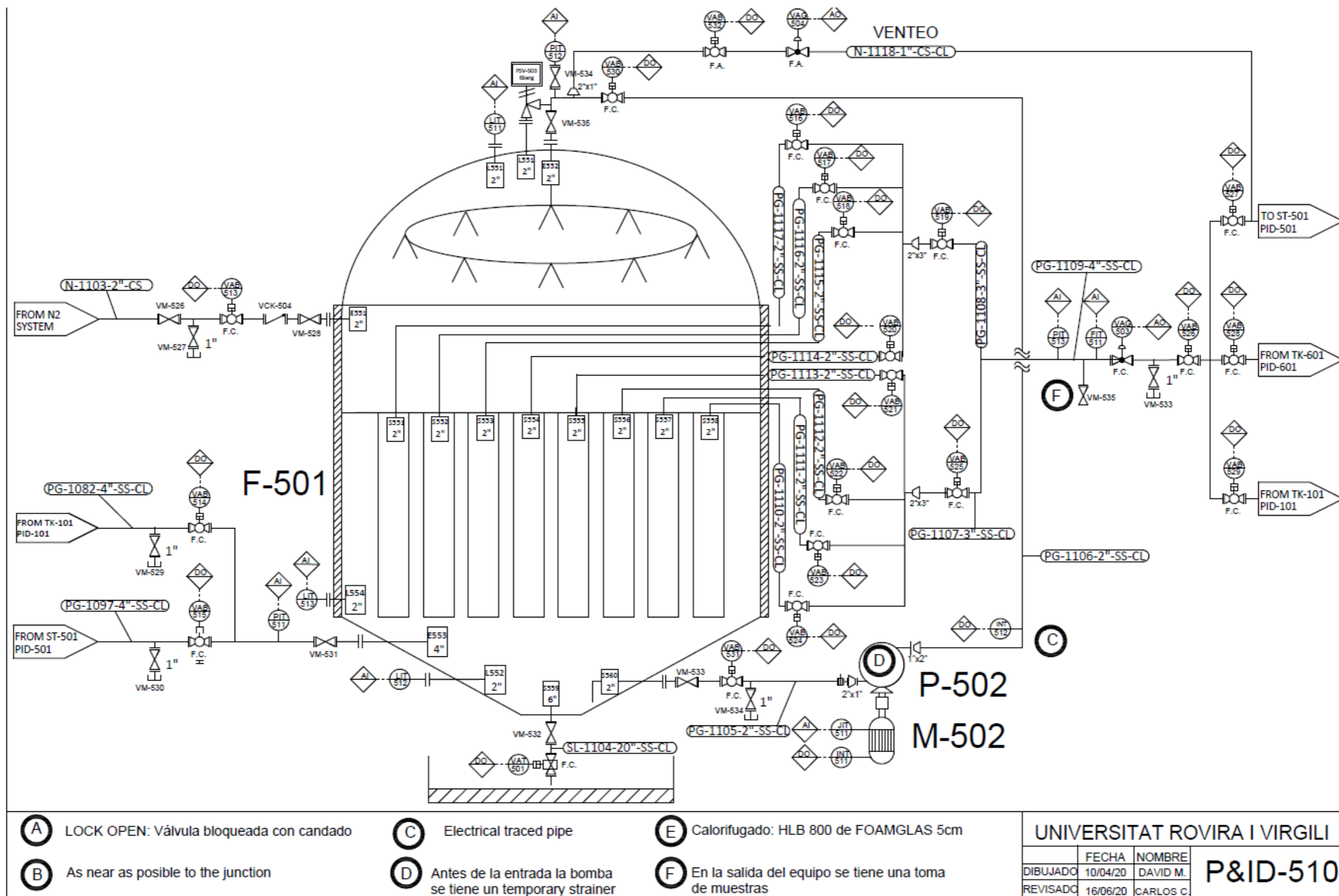


Figura 4.9. Filtro de candelas

4.1.3.8. Check Intermedio TK-601

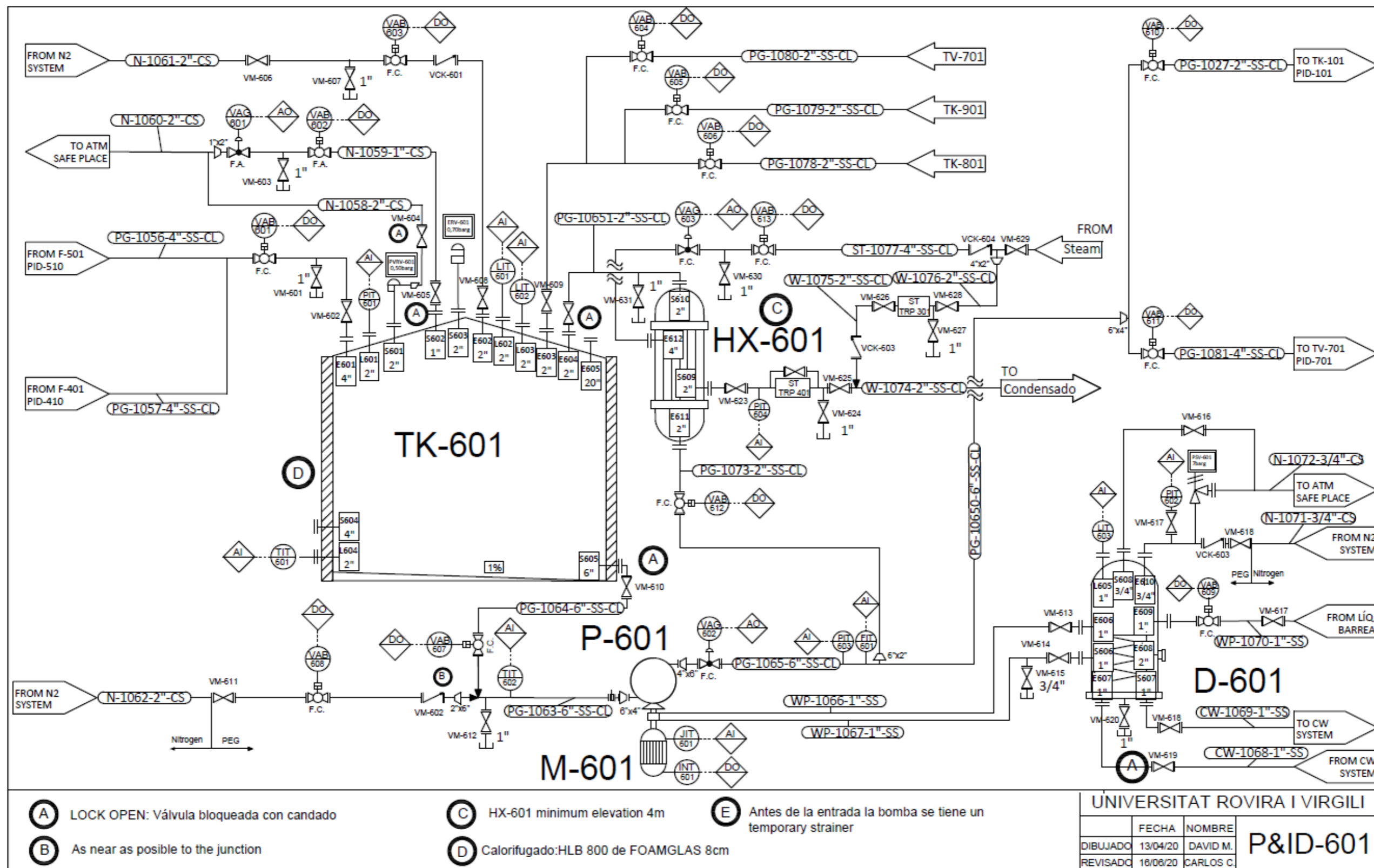


Figura 4.10. Check Tank

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alkoxylos.

4.1.3.9. Torre de vacío TV-701

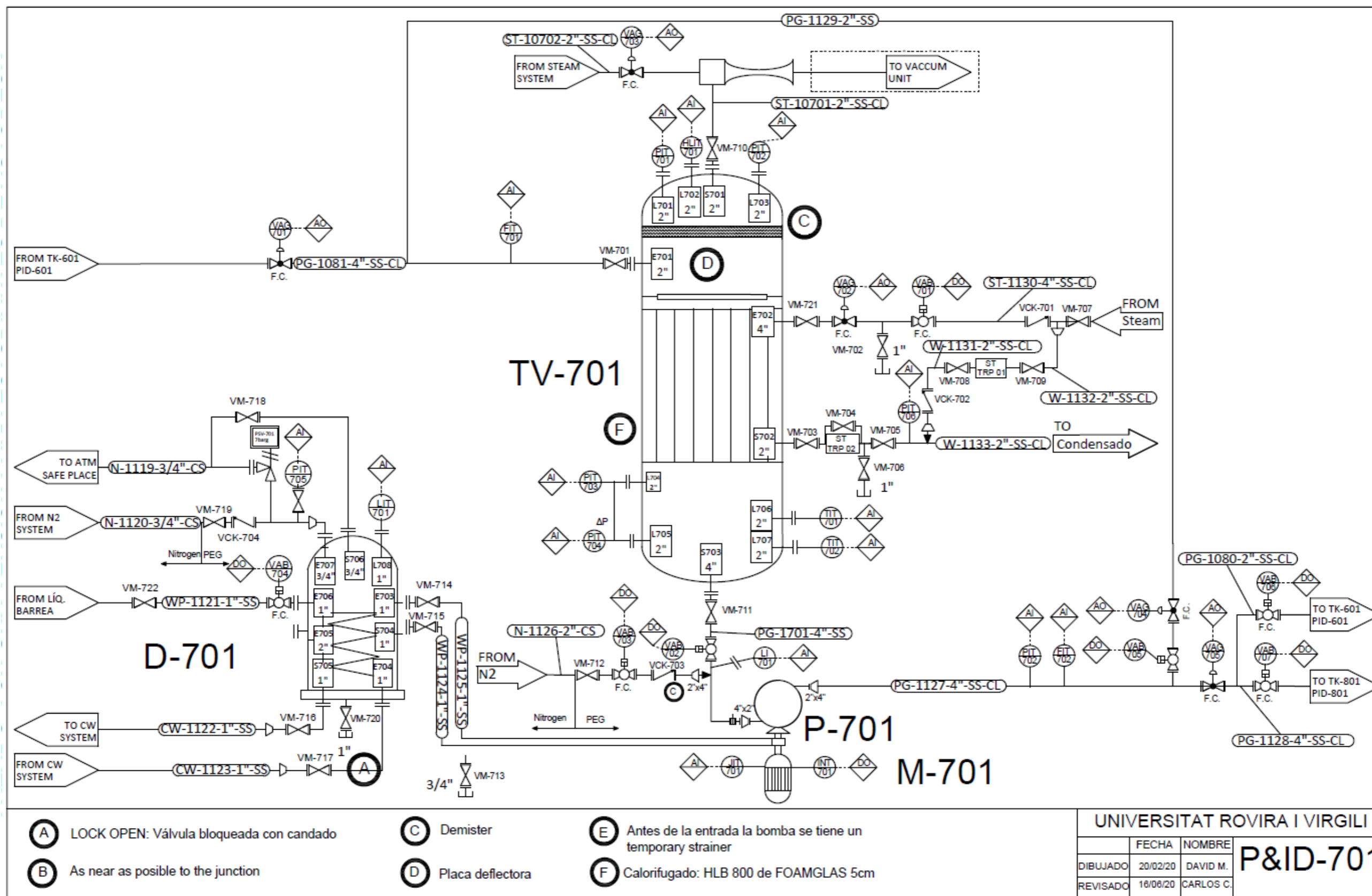


Figura 4.11. Torre de vacío

4.1.3.10. Check final TK-801

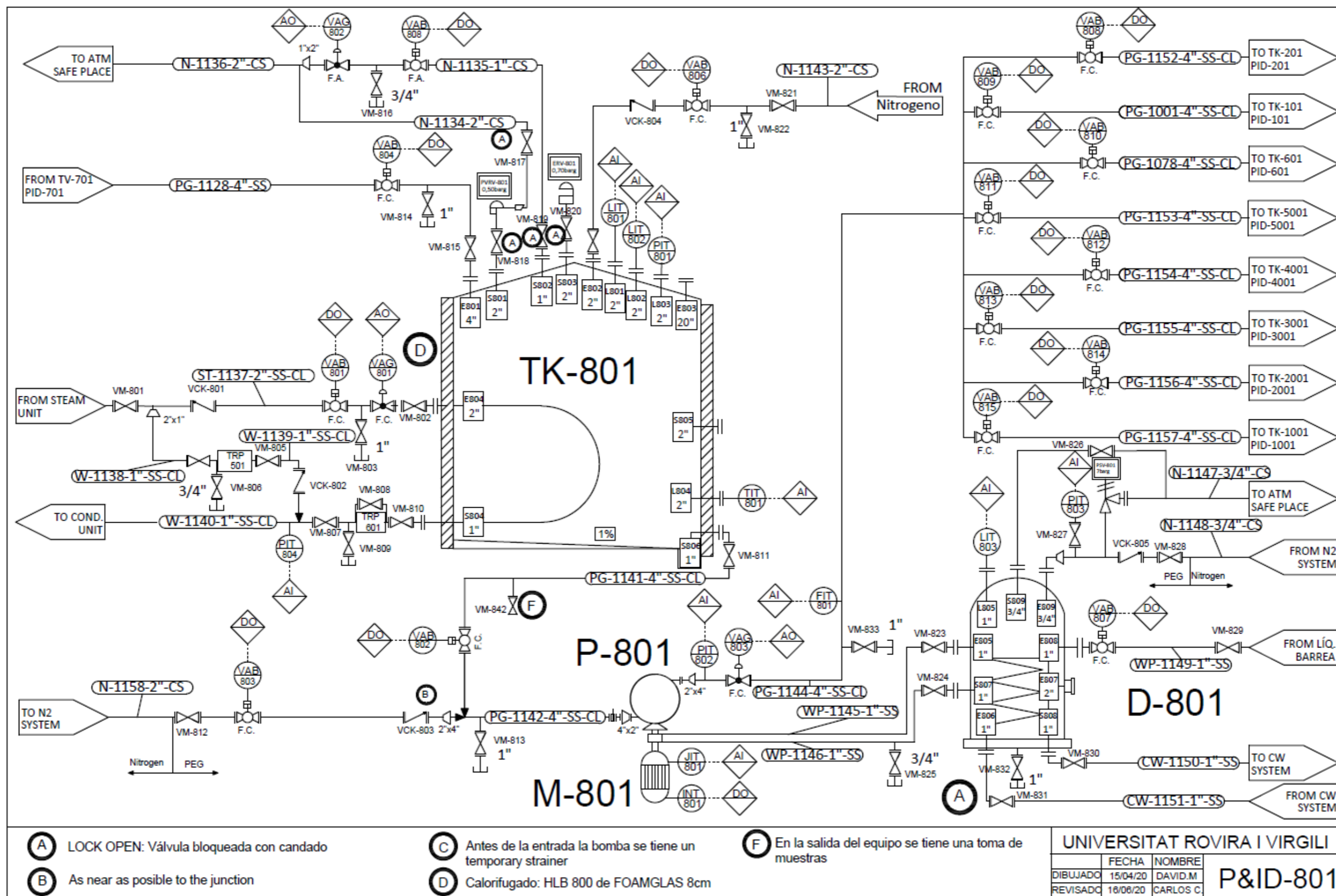


Figura 4.12. Check Tank Final

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alkoxylos.

4.1.3.11. Final Tank TK-1001

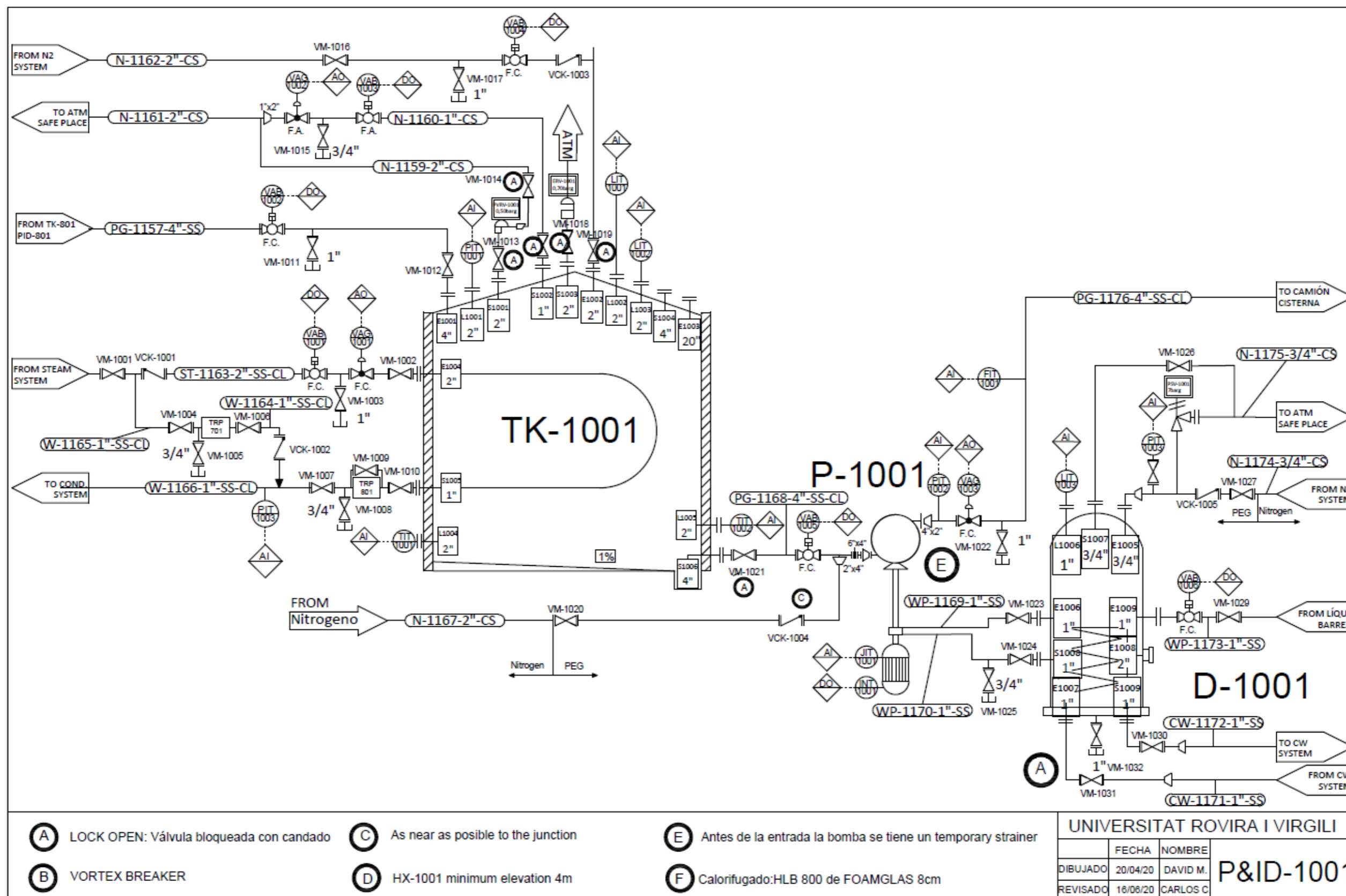
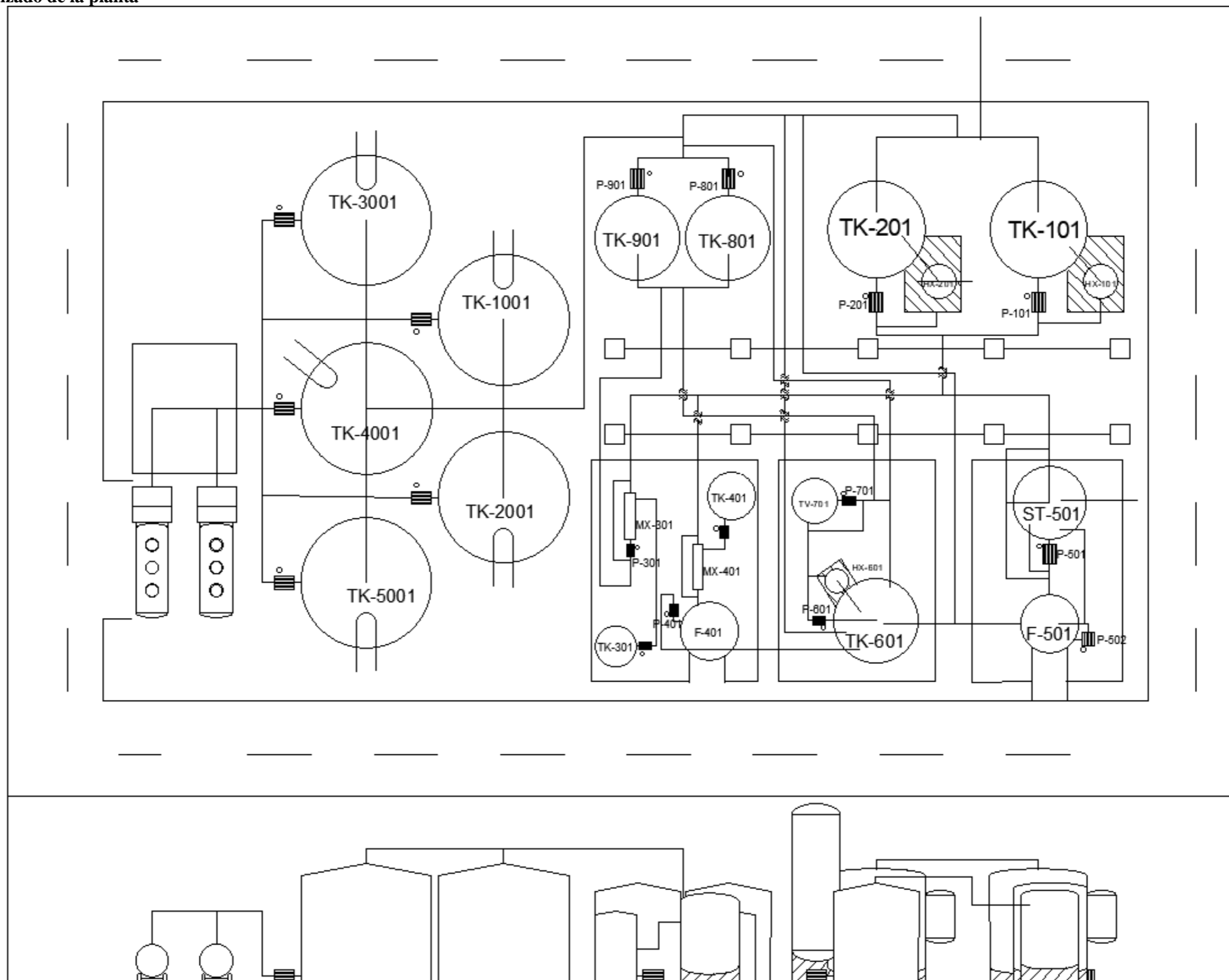


Figura 4.13. Final Tank

4.1.4. *Layout y alzado de la planta*Figura 4.14. *Layout y alzado de la planta*

4.2. Balances**4.2.1. Balance de materia y energía**

Tabla 4.1. Balance de materia y energía bajo caudal nominal(25T) 1.

CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Presión Abs (barA)	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	7.00	7.00	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	6.00	4.00	4.00	4.50	4.50
Temperatura(°C)	120	120	120	120	120	25.0	25.0	120	120	120	120	170	170	100	100	155	155
PEG(kg/h)	2.14E+05	2.14E+05	2.14E+05	4.01E+04	4.01E+04	-	-	4.01E+04	4.01E+04	6.02E+03	6.02E+03	-	-	-	-	6.02E+03	6.02E+03
KOH(kg/h)	2.40E+04	2.40E+04	2.40E+04	4.50E+03	4.50E+03	-	-	4.50E+03	4.50E+03	6.75E+02	6.75E+02	-	-	-	-	6.75E+02	6.75E+02
Ácido acético(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido fosfórico(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celulosa(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silicato Magnesio(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua(kg/h)	1.65E+03	1.65E+03	1.65E+03	3.64E+02	3.64E+02	-	-	3.64E+02	3.64E+02	5.45E+01	5.45E+01	-	-	9.29E+03	9.29E+03	5.45E+01	5.45E+01
Vapor(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.29E+03	9.29E+03	-	-	-	-
Nitrógeno(kg/h)	-	-	-	-	-	1.00E+03	1.00E+03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fosfatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acetatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total(kg/h)	2.40E+05	2.40E+05	2.40E+05	4.50E+04	4.50E+04	1.00E+03	1.00E+03	4.50E+04	4.50E+04	6.75E+03	6.75E+03	9.14E+03	9.14E+03	9.29E+03	9.29E+03	6.75E+03	6.75E+03
Total(kJ/h)	1.86E+09	1.86E+09	1.86E+09	3.48E+08	3.48E+08	-	-	3.48E+08	3.48E+08	5.23E+07	5.23E+07	2.47E+06	2.47E+06	2.79E+06	2.79E+06	7.15E+07	7.15E+07

Tabla 4.2. Balance de materia y energía bajo caudal nominal(25T) 2.

CORRIENTE	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Presión Abs (barA)	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	1.00	2.50	3.00	3.00	2.50	2.50	2.00	4.50	1.00	3.50
Temperatura(°C)	120	120	120	120	120	120	120	25.0	25.0	120	120	120	120	120	120	25.0	90.0
PEG(kg/h)	4.01E+04	4.01E+04	4.01E+04	4.01E+04	4.01E+04	4.01E+04	4.01E+04	-	-	4.01E+04	6.02E+02	3.95E+04	5.93E+03	3.95E+04	6.70E+03	-	6.70E+03
KOH(kg/h)	4.50E+03	4.50E+03	4.50E+03	4.50E+03	4.50E+03	4.50E+03	4.50E+03	-	-	4.50E+01	-	4.50E+01	6.75E+00	4.50E+01	7.50E+02	-	7.50E+02
Ácido acético(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido fosfórico(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	2.62E+03	2.62E+03	2.62E+01	-	2.62E+01	3.93E+00	2.62E+01	-	-	-
Celulosa(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.25E+04	1.25E+04
Silicato Magnesio(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.25E+04	1.25E+04
Agua(kg/h)	3.64E+02	3.64E+02	3.64E+02	3.64E+02	3.64E+02	3.64E+02	3.64E+02	6.55E+02	6.55E+02	1.02E+03	1.53E+01	1.00E+03	1.50E+02	1.00E+03	5.15E+01	-	5.15E+01
Vapor(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fosfatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.15E+03	3.15E+03	-	-	-	-	-	-
Sólidos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acetatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total(kg/h)	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	3.27E+03	3.27E+03	4.44E+04	3.77E+03	4.06E+04	6.09E+03	4.06E+04	7.50E+03	2.50E+04	3.25E+04
Total(kJ/h)	3.48E+08	3.48E+08	3.41E+08	3.41E+08	3.41E+08	3.41E+08	3.41E+08	-6.59E+04	-6.59E+04	2.02E+08	3.02E+06	1.88E+08	2.82E+07	1.88E+08	5.69E+07	-1.86E+05	4.15E+07

Tabla 4.3. Balance de materia y energía bajo caudal nominal(25T) 3.

CORRIENTE	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Presión Abs (barA)	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	3.00	7.00	6.00	3.00	4.50	4.50	3.00	1.00	1.50	1.50
Temperatura(°C)	90.0	90.0	120	120	90.0	90.0	120	120	25.0	120	120	90.0	90.0	120	120	120	120
PEG(kg/h)	-	-	3.34E+04	3.34E+04	-	-	1.67E+03	3.34E+04	-	3.34E+01	3.34E+02	3.34E+02	3.34E+02	3.34E+04	4.47E+04	6.70E+03	6.70E+03
KOH(kg/h)	-	-	3.75E+03	3.75E+03	-	-	-	-	-	3.75E+03	-	-	-	-	-	-	-
Ácido acético(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido fosfórico(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celulosa(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silicato Magnesio(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua(kg/h)	-	-	3.12E+02	3.12E+02	-	-	1.51E+01	3.12E+02	-	3.12E-01	3.12E+00	3.12E+00	3.12E+00	3.12E+02	3.12E+02	4.68E+01	4.68E+01
Vapor(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00E+02	-	-	-	-	-	-	-	-
Fosfatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos(kg/h)	3.25E+04	9.75E+03	3.25E+04	3.25E+04	3.25E+04	3.25E+04	-	-	-	3.25E+04	-	-	-	-	-	-	-
Acetatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total(kg/h)	3.25E+04	9.75E+03	7.00E+04	7.00E+04	3.25E+04	3.25E+04	1.69E+03	3.37E+04	5.00E+02	3.63E+04	3.37E+02	3.37E+02	3.37E+02	3.37E+04	4.50E+04	6.75E+03	6.75E+03
Total (kJ/h)	-	-	2.84E+08	2.84E+08	-	-	1.42E+07	2.74E+08	-	7.73E+05	2.74E+06	1.98E+06	1.98E+06	2.74E+08	3.26E+08	4.89E+07	4.89E+07

Tabla 4.4. Balance de materia y energía bajo caudal nominal(25T) 4.

CORRIENTE	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Presión Abs (barA)	6.00	4.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.200	0.200	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Temperatura(°C)	170	100	155	120	120	120	120	120	120	120	140	140	140	140	140	140	140
PEG(kg/h)	-	-	6.70E+03	6.70E+01	6.70E+01	6.70E+01	6.70E+01	4.47E+04	4.47E+04	4.47E+04	7.37E+03	3.73E+04	3.73E+03	3.73E+03	3.73E+04	3.73E+04	3.73E+04
KOH(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido acético(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido fosfórico(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celulosa(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silicato Magnesio(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua(kg/h)	-	9.14E+03	4.68E+01	4.68E-01	4.68E-01	4.68E-01	4.68E-01	3.12E+02	3.12E+02	3.12E+02	-	3.99E+01	3.99E+00	3.99E+00	3.99E+01	3.99E+01	3.99E+01
Vapor(kg/h)	9.14E+03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.72E+02	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fosfatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acetatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total(kg/h)	9.14E+03	9.14E+03	6.75E+03	6.75E+01	6.75E+01	6.75E+01	6.75E+01	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	7.64E+03	3.74E+04	3.74E+03	3.74E+03	3.74E+04	3.74E+04	3.74E+04
Total (kJ/h)	2.43E+06	2.75E+06	7.03E+07	4.89E+05	4.89E+05	4.89E+05	4.89E+05	3.26E+08	3.26E+08	3.26E+08	7.47E+07	3.78E+08	3.78E+07	3.78E+07	3.78E+08	3.78E+08	3.78E+08

Tabla 4.5. Balance de materia y energía bajo caudal nominal(25T) 5.

CORRIENTE	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
Presión Abs (barA)	1.00	4.50	1.70	2.00	3.00	3.00	3.00	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Temperatura(°C)	140	120	25.0	25.0	120	120	120	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
PEG(kg/h)	3.73E+04	4.01E+04	-	-	4.01E+04	4.01E+04	4.01E+04	4.50E+04	4.50E+04	-	-	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04
KOH(kg/h)	-	4.50E+03	-	-	4.50E+01	4.50E+01	4.50E+01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido acético(kg/h)	-	-	4.82E+03	4.82E+03	4.82E+01	4.82E+01	4.82E+01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido fosfórico(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celulosa(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silicato Magnesio(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua(kg/h)	3.99E+01	3.64E+02	1.20E+03	1.20E+03	1.57E+03	1.57E+03	1.57E+03	3.15E+01	3.15E+01	-	-	3.99E+01	3.99E+01	3.99E+01	3.99E+01	3.99E+01	3.99E+01
Vapor(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fosfatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solidos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acetatos(kg/h)	-	-	-	-	7.87E+03	7.87E+03	7.87E+03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total(kg/h)	3.74E+04	4.50E+04	6.02E+03	6.02E+03	4.97E+04	4.97E+04	4.97E+04	4.50E+04	4.50E+04	-	-	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04	4.50E+04
Total (kJ/h)	3.78E+08	3.41E+08	-4.29E+04	-4.29E+04	2.02E+08	2.02E+08	2.02E+08	4.55E+08	4.55E+08	-	-	4.55E+08	4.55E+08	4.55E+08	4.55E+08	4.55E+08	4.55E+08

Tabla 4.6. Balance de materia y energía bajo caudal nominal(25T) 6.

CORRIENTE	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Presión Abs (barA)	7.00	1.20	1.50	7.00	1.20	1.50	7.00	1.20	1.50	7.00	1.20	1.50	7.00	1.20	1.50
Temperatura(°C)	25.0	125	125	25.0	125	125	25.0	125	125	25.0	125	125	25.0	125	125
PEG (kg/h)	-	4.50E+04	4.50E+04	-	4.50E+04	4.50E+04	-	4.50E+04	4.50E+04	-	4.50E+04	4.50E+04	-	4.50E+04	4.50E+04
KOH (kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido acético(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido fosfórico(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celulosa(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silicato Magnesio(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua(kg/h)	-	3.99E+01	3.99E+01	-	3.99E+01	3.99E+01	-	3.99E+01	3.99E+01	-	3.99E+01	3.99E+01	-	3.99E+01	3.99E+01
Vapor(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno(kg/h)	1.00E+03	-	-	1.00E+03	-	-	1.00E+03	-	-	1.00E+03	-	-	1.00E+03	-	-
Fosfatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solidos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acetatos(kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total(kg/h)	1.00E+03	4.50E+04	4.50E+04	1.00E+03	4.50E+04	4.50E+04	1.00E+03	4.50E+04	4.50E+04	1.00E+03	4.50E+04	4.50E+04	1.00E+03	4.50E+04	4.50E+04
Total (kJ/h)	-	4.10E+08	4.10E+08	-	4.10E+08	4.10E+08	-	4.10E+08	4.10E+08	-	4.10E+08	4.10E+08	-	4.10E+08	4.10E+08

4.3. Listado de tuberías.

Como material de aislamiento se utiliza vidrio celular (HLB 800 de FOAMGLAS®). Su especificación aparece en Anexos A.12. El diseño de las tuberías se encuentra en el Anexo A.2

Tabla 4.7. Listado de tuberías 1

Nombre de la línea	d normalizado (in)	Sección	Piping Spec Code	Espesor calculado (in)	Espesor comercial (in)	P&ID	Desde	Hacia	Fluido	Estado cond. Normales	T. Operación (°C)	P. Operación (barA)	T. Diseño (°C)	P. Diseño (barA)	Test Temp. (°C)	Test Presión (barA)	Basic Colour	Safety Colour	Espesor calorifugado (in)	Traceado	Schedule	d interno (in)	espesor corrosión (in)	Remarks	Peso tubería (kg/m)	Largada (m)	Material
PG-1001-4"-SS-CL	4.00	01-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-101	TK-801	TK-101	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	15.0	UNS S31603
PG-1002-4"-SS-CL	4.00	01-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-101	TK-901	TK-101	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	20.0	UNS S31603
PG-1003-6"-SS-CL	6.00	01-A	B31.3	1.71E-01	0.432	P&ID-101	Reactor	TK-101	PEG	Líquido	120	5.00	140	6.00	170	7.80	06-E-51	14-E-53	3.00	NO	80S	4.95E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	10.0	UNS S31603
N-1004-2"-CS	2.00	01-A	B31.8	1.59E-01	0.218	P&ID-101	Servicio	TK-101	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	3.80E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005
N-1005-2"-CS-CL	2.00	01-A	B31.8	1.59E-01	0.218	P&ID-101	TK-101	TOX	Nitrogeno	Gas	90.0	5.00	110	6.00	140	7.80	00-E-53	18-E-53	1.50	NO	80S	4.56E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	7.00	UNS K03005
N-1006-1"-CS-CL	1.00	01-A	B31.8	1.59E-01	0.179	P&ID-101	TK-101	TOX	Nitrogeno	Gas	90.0	5.00	110	6.00	140	7.80	00-E-53	18-E-53	1.50	NO	80S	3.24E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	4.00	UNS K03005
N-1007-2"-CS-CL	2.00	01-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-101	TK-101	TOX	Nitrogeno	Gas	90.0	5.00	110	6.00	140	7.80	00-E-53	18-E-53	1.50	NO	80S	2.93E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	3.00	UNS K03005
N-1008-2"-CS	2.00	01-A	B31.8	1.63E-01	0.218	P&ID-101	Servicio	P&ID-101	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.74E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005
PG-1009-6"-SS-CL	6.00	01-A	B31.3	1.67E-01	0.432	P&ID-101	TK-101	P-101	PEG	Líquido	120	4.00	140	5.00	170	6.50	06-E-51	14-E-53	3.00	NO	80S	4.27E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	3.00	UNS S31603
PG-1010-6"-SS-CL	6.00	01-A	B31.3	1.67E-01	0.432	P&ID-101	TK-101	P-101	PEG	Líquido	120	4.00	140	5.00	170	6.50	06-E-51	14-E-53	3.00	NO	80S	4.27E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	2.00	UNS S31603
WP-1011-1"-SS	1.00	01-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-101	P-101	D-101	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	35.0	1.50	55.0	2.50	85.0	3.25	06-E-53	02-C-33	-	NO	80S	5.75E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
WP-1012-1"-SS	1.00	01-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-101	D-101	P-101	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	20.0	5.00	40.0	6.00	70.0	7.80	06-E-53	02-C-33	-	NO	80S	5.73E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
CW-1013-1"-SS	1.00	01-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-101	Servicio	D-101	Water	Líquido	25.0	2.00	45.0	3.00	75.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	7.47E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	1.00	UNS S31603
CW-1014-1"-SS	1.00	01-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-101	D-101	CW Tank	Water	Líquido	30.0	2.00	50.0	3.00	80.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	7.47E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	1.00	UNS S31603
WP-1015-1"-SS	1.00	01-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-101	Servicio	D-101	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	25.0	3.00	45.0	4.00	75.0	5.20	06-E-53	02-C-33	-	NO	80S	7.38E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.50	UNS S31603
N-1016-3/4"-CS	3/4	01-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-101	Servicio	D-101	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.2	1.00	UNS K03005
N-1017-3/4"-CS	3/4	01-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-101	D-101	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	35.0	7.00	55.0	8.00	85.0	10.4	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.2	1.00	UNS K03005
PG-1018-4"-SS-CL	4.00	01-A	B31.3	1.66E-01	0.337	P&ID-101	P-101	P&IDs	PEG	Líquido	120	4.50	140	5.50	170	7.15	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.45E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	20.0	UNS S31603
PG-1019-2"-SS-CL	2.00	01-A	B31.3	1.61E-01	0.218	P&ID-101	P-101	TK-101	PEG	Líquido	120	4.50	140	5.50	170	7.15	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.32E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	5.00	UNS S31603
PG-1020-6"-SS-CL	6.00	01-A	B31.3	1.68E-01	0.432	P&ID-101	P-101	HX-101/TK-101/P&IDs	PEG	Líquido	120	4.50	140	5.50	170	7.15	06-E-51	14-E-53	3.00	NO	80S	4.26E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	10.0	UNS S31603
PG-1021-3"-SS-CL	3.00	01-A	B31.3	1.62E-01	0.300	P&ID-101	P-101	HX-101	PEG	Líquido	120	4.50	140	5.50	170	7.15	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.93E+00	7.87E-02	New. Line	15.3	2.00	UNS S31603
W-1022-2"-SS-CL	2.00	01-A	B31.5	1.62E-01	0.218	P&ID-101	ST TRP-02	Condensado	Water	Líquido	100	4.00	120	5.00	150	6.50	14-E-53	02-C-33	1.50	NO	80S	1.75E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	5.00	UNS S31603
W-1023-2"-SS-CL	2.00	01-A	B31.5	1.62E-01	0.218	P&ID-101	Servicio	ST TRP-01	Water	Líquido	170	6.00	190	7.00	220	9.10	14-E-53	02-C-33	2.50	NO	80S	1.19E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	4.00	UNS S31603
W-1024-2"-SS-CL	2.00	01-A	B31.5	1.62E-01	0.218	P&ID-101	ST TRP-01	Condensado	Water	Líquido	170	6.00	190	7.00	220	9.10	14-E-53	02-C-33	2.50	NO	80S	1.19E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	2.00	UNS S31603
ST-1025-4"-SS-CL	4.00	01-A	B31.5	1.72E-01	0.337	P&ID-101	Servicio	HX-101	Steam	Gas	170	6.00	190	7.00	220	9.10	04-D-45	04-D-45	3.00	NO	80S	4.70E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	6.00	UNS S31603
PG-1026-3"-SS-CL	3.00	01-A	B31.3	1.63E-01	0.300	P&ID-101	HX-101	TK-101	PEG	Líquido	155	4.50	175	5.50	205	7.15	06-E-51	14-E-53	3.00	NO	80S	1.93E+00	7.87E-02	New. Line	15.3	5.00	UNS S31603
PG-1027-2"-SS-CL	2.00	01-A	B31.3	1.59E-01	0.218	P&ID-101	P-601	TK-101	PEG	Líquido	120	1.50	140	2.50	170	3.25	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.65E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	40.0	UNS S31603
PG-1028-2"-SS-CL	2.00	01-A	B31.3	1.60E-01	0.218	P&ID-101	F-501	TK-101	PEG	Líquido	90.0	4.50	110	5.50	140	7.15	06-E-51	14-E-53	1.50	NO	80S	8.85E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	35.0	UNS S31603
AA-1029-3"SS	3.00	02-A	B31.3	1.60E-01	0.300	P&ID-301	Línea acético	TK-301	Ácido acético	Líquido	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	22-D-45		-	NO	80S	2.39E+00	7.87E-02	New. Line	15.3	5.00	UNS S31603
N-1030-2"-CS	2.00	02-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-301	TK-301	Filtro carbón activo	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	2.94E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	3.00	UNS K03005
N-1031-1"-CS	1.00	02-A	B31.8	1.58E-01	0.179	P&ID-301	TK-301	Filtro carbón activo	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	3.25E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	4.00	UNS K03005
N-1032-2"-CS	2.00	02-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-301	TK-301	Filtro carbón activo	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	5.04E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	7.00	UNS K03005
N-1033-2"-CS	2.00	02-A	B31.8	1.59E-01	0.218	P&ID-301	Servicio	TK-301	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	3.80E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005
N-1034-2"-CS	2.00	02-A	B31.8	1.63E-01	0.218	P&ID-301	Servicio	P&ID-301	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.74E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005
AA-1035-2"-SS	2.00	02-A	B31.3	1.59E-01	0.218	P&ID-301	TK-301	P-301	Ácido acético	Líquido	25.0	1.70	45.0	2.70	75.0	3.51	22-D-45		-	NO	80S	1.15E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	3.00	UNS S31603

Tabla 4.8. Listado de tuberías 2

Nombre de la línea	d normalizado (in)	Sección	Piping Spec Code	Espesor calculado (in)	Espesor comercial (in)	P&ID	Desde	Hacia	Fluido	Estado cond. Normales	T. Operación (°C)	P. Operación (barA)	T. Diseño (°C)	P. Diseño (barA)	Test Temp. (°C)	Test Presión (barA)	Basic Colour	Safety Colour	Espesor calorífuga do (in)	Tracea do	Schedu le	d interno (in)	espesor corrosión (in)	Remarks	Peso tubería (kg/m)	Largada (m)	Material
PG-1036-4"-SS-CL	4.00	02-A	B31.3	1.66E-01	0.337	P&ID-301	TK-101/TK-201	MX-301	PEG	Liquido	120	4.50	140	5.50	170	7.15	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.45E+00	7.87E-02	New.Line	22.3	55.0	UNS S31603
AA-1037-2"-SS	2.00	02-A	B31.3	1.59E-01	0.218	P&ID-301	P-301	MX-301	Ácido acético	Liquido	25.0	2.00	45.0	3.00	75.0	3.90	22-D-45		-	NO	80S	1.15E+00	7.87E-02	New.Line	7.48	8.00	UNS S31603
WP-1038-1"-SS	1.00	02-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-301	D-301	P-301	Water&propylenglycol (50/50)	Liquido	20.0	5.00	40.0	6.00	70.0	7.80	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	5.73E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	0.50	UNS S31603
WP-1039-1"-SS	1.00	02-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-301	P-301	D-301	Water&propylenglycol (50/50)	Liquido	35.0	1.50	55.0	2.50	85.0	3.25	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	5.75E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	0.50	UNS S31603
CW-1040-1"-SS	1.00	02-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-301	Servicio	D-301	Water	Liquido	25.0	2.00	45.0	3.00	75.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	3.65E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	1.00	UNS S31603
CW-1041-1"-SS	1.00	02-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-301	D-301	CW Tank	Water	Liquido	30.0	2.00	50.0	3.00	80.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	3.65E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	1.00	UNS S31603
WP-1042-1"-SS	1.00	02-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-301	Servicio	D-301	Water&propylenglycol (50/50)	Liquido	25.0	3.00	45.0	4.00	75.0	5.20	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	7.38E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	0.50	UNS S31603
N-1043-3/4"-CS	3/4	02-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-301	Servicio	D-301	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.37E-01	7.87E-02	New.Line	2.20	1.00	UNS K03005
N-1044-3/4"-CS	3/4	02-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-301	D-301	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	35.0	7.00	55.0	8.00	85.0	10.4	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	1.37E-01	7.87E-02	New.Line	2.20	1.00	UNS K03005
PG-1045-4"-SS-CL	4.00	02-A	B31.3	1.63E-01	0.337	P&ID-301	MX-301	TK-801.TK-901	PEG	Liquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.25E+00	7.87E-02	New.Line	22.3	30.0	UNS S31603
PA-1046-3"-SS	3.00	03-A	B31.3	1.59E-01	0.300	P&ID-401	Línea fosfórico	TK-401	Ácido fosfórico	Liquido	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	22-D-45		-	NO	80S	1.86E+00	7.87E-02	New.Line	15.3	5.00	UNS S31603
N-1047-2"-CS	2.00	03-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-401	TK-401	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	2.94E-01	7.87E-02	New.Line	7.48	3.00	UNS K03005
N-1048-1"-CS	1.00	03-A	B31.8	1.58E-01	0.179	P&ID-401	TK-401	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	3.25E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	4.00	UNS K03005
N-1049-2"-CS	2.00	03-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-401	TK-401	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	5.04E-01	7.87E-02	New.Line	7.48	3.00	UNS K03005
N-1050-2"-CS	2.00	03-A	B31.8	1.59E-01	0.218	P&ID-401	Servicio	TK-401	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	3.80E-01	7.87E-02	New.Line	7.48	10.0	UNS K03005
PA-1051-1"-SS	1.00	03-A	B31.3	1.58E-01	0.179	P&ID-401	P-301	TK-401	PEG	Liquido	25.0	2.50	45.0	3.50	75.0	4.55	06-E-51	14-E-53	-	NO	80S	2.45E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	4.00	UNS S31603
PA-1052-2"-SS	2.00	03-A	B31.3	1.58E-01	0.218	P&ID-401	TK-401	P-401	PEG	Liquido	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	06-E-51	14-E-53	-	NO	80S	9.81E-01	7.87E-02	New.Line	7.48	3.00	UNS S31603
PA-1053-2"-SS	2.00	03-A	B31.3	1.59E-01	0.218	P&ID-401	P-401	MX-401	PEG	Liquido	25.0	2.50	45.0	3.50	75.0	4.55	06-E-51	14-E-53	-	NO	80S	1.08E+00	7.87E-02	New.Line	7.48	6.00	UNS S31603
PG-1054-4"-SS-CL	4.00	03-A	B31.3	1.66E-01	0.337	P&ID-401	TK-101/TK-201	MX-401	PEG	Liquido	120	4.50	140	5.50	170	7.15	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.45E+00	7.87E-02	New.Line	22.3	50.0	UNS S31603
PG-1055-4"-SS-CL	4.00	03-A	B31.3	1.63E-01	0.337	P&ID-401	MX-401	F-401	PEG	Liquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.26E+00	7.87E-02	New.Line	22.3	10.0	UNS S31603
PG-1056-4"-SS-CL	4.00	04-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-601	F-301	TK-601	PEG	Liquido	120	1.50	140	2.50	170	3.25	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.45E+00	7.87E-02	New.Line	22.3	55.0	UNS S31603
PG-1057-4"-SS-CL	4.00	04-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-601	F-401	TK-601	PEG	Liquido	120	1.50	140	2.50	170	3.25	06-E-51	14-E-53	-	NO	80S	1.15E+00	7.87E-02	New.Line	7.48	8.00	UNS S31603
N-1058-2"-CS	2.00	04-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-601	TK-601	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.50	45.0	2.50	75.0	3.25	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	5.73E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	0.500	UNS S31603
N-1059-1"-CS	1.00	04-A	B31.8	1.58E-01	0.179	P&ID-601	TK-601	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.50	45.0	2.50	75.0	3.25	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	5.75E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	0.500	UNS S31603
N-1060-2"-CS	2.00	04-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-601	TK-601	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.50	45.0	2.50	75.0	3.25	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	3.65E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	1.00	UNS S31603
N-1061-2"-CS	2.00	04-A	B31.8	1.59E-01	0.218	P&ID-601	Servicio	TK-601	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	3.65E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	1.00	UNS S31603
N-1062-2"-CS	2.00	04-A	B31.8	1.63E-01	0.218	P&ID-601	Servicio	P&ID-601	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	7.38E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	0.500	UNS S31603
PG-1063-6"-SS-CL	6.00	04-A	B31.3	1.61E-01	0.432	P&ID-601	TK-601	P-601	PEG	Liquido	120	1.00	140	2.00	170	2.60	06-E-51	14-E-53	-	NO	80S	1.37E-01	7.87E-02	New.Line	2.20	1.00	UNS K03005
PG-1064-6"-SS-CL	6.00	04-A	B31.3	1.61E-01	0.432	P&ID-601	TK-601	P-601	PEG	Liquido	120	1.00	140	2.00	170	2.60	06-E-51	14-E-53	-	NO	80S	1.37E-01	7.87E-02	New.Line	2.20	1.00	UNS K03005
PG-1065-6"-SS-CL	6.00	04-A	B31.3	1.62E-01	0.432	P&ID-601	P-601	HX-601	PEG	Liquido	120	1.50	140	2.50	170	3.25	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.25E+00	7.87E-02	New.Line	22.3	30.0	UNS S31603
WP-1066-1"-SS	1.00	04-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-601	P-601	D-601	Water&propylenglycol (50/50)	Liquido	35.0	1.50	55.0	2.50	85.0	3.25	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	1.86E+00	7.87E-02	New.Line	15.3	5.00	UNS S31603
WP-1067-1"-SS	1.00	04-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-601	D-601	P-601	Water&propylenglycol (50/50)	Liquido	20.0	5.00	40.0	6.00	70.0	7.80	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	2.94E-01	7.87E-02	New.Line	7.48	3.00	UNS K03005
CW-1068-1"-SS	1.00	04-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-601	Servicio	D-601	Water	Liquido	25.0	2.00	45.0	3.00	75.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	3.25E-01	7.87E-02	New.Line	3.24	4.00	UNS K03005
CW-1069-1"-SS	1.00	04-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-601	D-601	CW Tank	Water	Liquido	30.0	2.00	50.0	3.00	80.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	5.04E-01	7.87E-02	New.Line	7.48	3.00	UNS K03005
WP-1070-1"-SS	1.00	04-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-601	Servicio	D-601	Water&propylenglycol (50/50)	Liquido	25.0	3.00	45.0	4.00	75.0	5.20	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	3.80E-01	7.87E-02	New.Line	7.48	10.0	UNS K03005

Tabla 4.9. Listado de tuberías 3

Nombre de la línea	d normalizado (in)	Sección	Piping Spec Code	Espesor calculado (in)	Espesor comercial (in)	P&ID	Desde	Hacia	Fluido	Estado cond. Normales	T. Operación (°C)	P. Operación (barA)	T. Diseño (°C)	P. Diseño (barA)	Test Temp. (°C)	Test Presión (barA)	Basic Colour	Safety Colour	Espesor calorifugado (in)	Traceado	Schedule	d interno (in)	espesor corrosión (in)	Remarks	Peso tubería (kg/m)	Largada (m)	Material
N-1071-3/4"-CS	3/4	04-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-601	Servicio	D-601	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.20	1.00	UNS K03005
N-1072-3/4"-CS	3/4	04-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-601	D-601	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	35.0	7.00	55.0	8.00	85.0	10.4	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.20	1.00	UNS K03005
PG-1073-2"-SS-CL	2.00	04-A	B31.3	1.59E-01	0.218	P&ID-601	P-601	HX-601	PEG	Liquido	120	1.50	140	2.50	170	3.25	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.32E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS S31603
W-1074-2"-SS-CL	2.00	04-A	B31.5	1.62E-01	0.218	P&ID-601	ST TRP-401	Condensado	Water	Liquido	100	4.00	120	5.00	150	6.50	14-E-53	02-C-33	1.50	NO	80S	1.75E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	5.00	UNS S31603
W-1075-2"-SS-CL	2.00	04-A	B31.5	1.62E-01	0.218	P&ID-601	ST TRP-301	Condensado	Water	Liquido	170	6.00	190	7.00	220	9.10	14-E-53	02-C-33	2.50	NO	80S	1.19E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	2.00	UNS S31603
W-1076-2"-SS-CL	2.00	04-A	B31.5	1.62E-01	0.218	P&ID-601	Servicio	ST TRP-301	Water	Liquido	170	6.00	190	7.00	220	9.10	14-E-53	02-C-33	2.50	NO	80S	1.19E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	4.00	UNS S31603
ST-1077-4"-SS-CL	4.00	04-A	B31.5	1.72E-01	0.337	P&ID-601	Servicio	HX-601	Steam	Gas	170	6.00	190	7.00	220	9.10	04-D-45	04-D-45	3.00	NO	80S	4.70E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	6.00	UNS S31603
PG-1078-4"-SS-CL	4.00	04-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-601	TK-801	TK-601	PEG	Liquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	35.0	UNS S31603
PG-1079-2"-SS-CL	2.00	04-A	B31.3	1.59E-01	0.218	P&ID-601	TK-901	TK-601	PEG	Liquido	140	1.50	160	2.50	190	3.25	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	8.87E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	40.0	UNS S31603
PG-1080-2"-SS-CL	2.00	04-A	B31.3	1.58E-01	0.218	P&ID-601	TV-701	TK-601	PEG	Liquido	140	1.00	160	2.00	190	2.60	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	8.88E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	15.0	UNS S31603
PG-1027-2"-SS-CL	2.00	04-A	B31.3	1.59E-01	0.218	P&ID-601	P-601	TK-101	PEG	Liquido	120	1.50	140	2.50	170	3.25	06-E-51	14-E-53	1.50	NO	80S	1.65E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	40.0	UNS S31603
PG-1081-4"-SS-CL	4.00	04-A	B31.3	1.62E-01	0.337	P&ID-601	P-601	TV-701	PEG	Liquido	120	1.50	140	2.50	170	3.25	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.61E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	15.0	UNS S31603
PG-10650-6"-SS-CL	6.00	04-A	B31.3	1.62E-01	0.432	P&ID-601	P-601	P&IDs	PEG	Liquido	120	1.50	140	2.50	170	3.25	06-E-51	14-E-53	3.00	NO	80S	4.02E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	20.0	UNS S31603
PG-1082-4"-SS-CL	4.00	05-A	B31.3	1.66E-01	0.337	P&ID-501	TK-101	ST-501	PEG	Liquido	120	4.50	140	5.50	170	7.15	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.45E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	30.0	UNS S31603
SL-1083-6"-SS	6.00	05-A	B31.11	1.62E-01	0.432	P&ID-501	Sist.Producción sólidos	ST-501	Celulosa y silicato magnesio	Sólido	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	22-D-45	22-D-45	-	NO	80S	4.94E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	8.00	UNS S31603
N-1084-2"-CS	2.00	05-A	B31.8	1.59E-01	0.218	P&ID-501	Servicio	ST-501	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	3.80E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005
N-1085-1"-CS-CL	1.00	05-A	B31.8	1.58E-01	0.179	P&ID-501	ST-501	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	90.0	2.00	110	3.00	140	3.90	00-E-53	18-E-53	1.50	NO	80S	2.94E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	4.00	UNS K03005
N-1086-1"-CS-CL	1.00	05-A	B31.8	1.58E-01	0.179	P&ID-501	ST-501	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	90.0	2.00	110	3.00	140	3.90	00-E-53	18-E-53	1.50	NO	80S	2.94E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	3.00	UNS K03005
N-1087-2"-CS	2.00	05-A	B31.8	1.63E-01	0.218	P&ID-501	Servicio	P&ID-501	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.74E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005
PG-1088-6"-SS-CL	6.00	05-A	B31.11	1.66E-01	0.432	P&ID-501	ST-501	P-501	PEG	Liquido	90.0	3.50	110	4.50	140	5.85	06-E-51	14-E-53	2.00	NO	80S	4.01E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	3.00	UNS S31603
PG-1089-6"-SS-CL	6.00	05-A	B31.11	1.66E-01	0.432	P&ID-501	ST-501	P-501	PEG	Liquido	90.0	3.50	110	4.50	140	5.85	06-E-51	14-E-53	2.00	NO	80S	4.01E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	2.00	UNS S31603
WP-1090-1"-SS	1.00	05-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-501	P-501	D-501	Water&propylenglycol (50/50)	Liquido	35.0	1.50	55.0	2.50	85.0	3.25	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	5.75E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
WP-1091-1"-SS	1.00	05-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-501	D-501	P-501	Water&propylenglycol (50/50)	Liquido	20.0	5.00	40.0	6.00	70.0	7.80	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	5.73E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
CW-1092-1"-SS	1.00	05-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-501	Servicio	D-501	Water	Liquido	25.0	2.00	45.0	3.00	75.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	7.47E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	1.00	UNS S31603
CW-1093-1"-SS	1.00	05-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-501	D-501	CW Tank	Water	Liquido	30.0	2.00	50.0	3.00	80.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	7.47E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	1.00	UNS S31603
WP-1094-1"-SS	1.00	05-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-501	Servicio	D-501	Water&propylenglycol (50/50)	Liquido	25.0	3.00	45.0	4.00	75.0	5.20	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	7.38E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
N-1095-3/4"-CS	3/4	05-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-501	Servicio	D-501	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.20	1.00	UNS K03005
N-1096-3/4"-CS	3/4	05-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-501	D-501	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	35.0	7.00	55.0	8.00	85.0	10.4	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.20	1.00	UNS K03005
PG-1097-4"-SS-CL	4.00	05-A	B31.11	1.66E-01	0.337	P&ID-501	P-501	F-501	PEG	Liquido	120	4.50	140	5.50	170	7.15	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.45E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	10.0	UNS S31603
PG-1098-2"-SS-CL	2.00	05-A	B31.11	1.60E-01	0.218	P&ID-501	F-501	ST-501	PEG	Liquido	120	4.50	140	5.50	170	7.15	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	8.85E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS S31603
PG-1099-6"-SS-CL	6.00	05-A	B31.11	1.67E-01	0.432	P&ID-501	P-501	TK-201	PEG	Liquido	90.0	4.50	110	5.50	140	7.15	06-E-51	14-E-53	2.00	NO	80S	4.01E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	30.0	UNS S31603
PG-1100-6"-SS-CL	6.00	05-A	B31.11	1.67E-01	0.432	P&ID-501	P-501	ST-501 / F-501 / TK-201	PEG	Liquido	90.0	4.50	110	5.50	140	7.15	06-E-51	14-E-53	2.00	SI	80S	4.01E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	5.00	UNS S31603
PG-1101-6"-SS-CL	6.00	05-A	B31.11	1.67E-01	0.432	P&ID-501	P-501	ST-501	PEG	Liquido	90.0	4.50	110	5.50	140	7.15	06-E-51	14-E-53	2.00	NO	80S	4.01E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	3.00	UNS S31603
PG-1102-6"-SS-CL	6.00	05-A	B31.11	1.67E-01	0.432	P&ID-501	P-501	F-501 / TK-201	PEG	Liquido	90.0	4.50	110	5.50	140	7.15	06-E-51	14-E-53	2.00	NO	80S	4.01E+00	7.87E-02	New. Line	42.6	4.00	UNS S31603
N-1103-2"-CS	2.00	06-A	B31.8	1.62E-01	0.218	P&ID-510	Servicio	F-501	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.54E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005

Tabla 4.10. Listado de tuberías 4

Nombre de la línea	diámetro normalizado (in)	Sección	Piping Spec Code	Espesor calculado (in)	Espesor comercial (in)	P&ID	Desde	Hacia	Fluido	Estado cond. Normales	T. Operación (°C)	P. Operación (barA)	T. Diseño (°C)	P. Diseño (barA)	Test Temp. (°C)	Test Presión (barA)	Basic Colour	Safety Colour	Espesor calorifugado (in)	Traceado	Schedule	d interno (in)	espesor corrosión (in)	Remarks	Peso tubería (kg/m)	Largada (m)	Material
SL-1104-20"-SS-CL	20.0	06-A	B31.11	1.65E-01	0.218	P&ID-510	F-501	Waste	Celulosa y silicato magnesio	Sólido	120	6.00	140	7.00	170	9.10	22-D-45	22-D-45	3.00	NO	10S	2.38E+00	7.87E-02	New. Line	68.6	2.00	UNS S31603
PG-1105-2"-SS-CL	2.00	06-A	B31.3	1.61E-01	0.218	P&ID-510	F-501	P-502	PEG	Líquido	120	5.50	140	6.50	170	8.45	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	9.83E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	3.00	UNS S31603
PG-1106-2"-SS-CL	2.00	06-A	B31.3	1.61E-01	0.218	P&ID-510	P-502	F-501	PEG	Líquido	120	6.00	140	7.00	170	9.10	06-E-51	14-E-53	2.50	SI	80S	9.83E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	6.00	UNS S31603
PG-1107-3"-SS-CL	3.00	06-A	B31.3	1.62E-01	0.300	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	2.29E+00	7.87E-02	New. Line	15.3	2.00	UNS S31603
PG-1108-3"-SS-CL	3.00	06-A	B31.3	1.62E-01	0.300	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	2.29E+00	7.87E-02	New. Line	15.3	2.00	UNS S31603
PG-1109-4"-SS-CL	4.00	06-A	B31.3	1.64E-01	0.337	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.30E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	1.50	UNS S31603
PG-1110-2"-SS-CL	2.00	06-A	B31.3	1.60E-01	0.218	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.07E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	1.50	UNS S31603
PG-1111-2"-SS-CL	2.00	06-A	B31.3	1.60E-01	0.218	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.07E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	1.50	UNS S31603
PG-1112-2"-SS-CL	2.00	06-A	B31.3	1.60E-01	0.218	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.07E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	1.50	UNS S31603
PG-1113-2"-SS-CL	2.00	06-A	B31.3	1.60E-01	0.218	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.07E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	1.50	UNS S31603
PG-1114-2"-SS-CL	2.00	06-A	B31.3	1.60E-01	0.218	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.07E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	1.50	UNS S31603
PG-1115-2"-SS-CL	2.00	06-A	B31.3	1.60E-01	0.218	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.07E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	1.50	UNS S31603
PG-1116-2"-SS-CL	2.00	06-A	B31.3	1.60E-01	0.218	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.07E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	1.50	UNS S31603
PG-1117-2"-SS-CL	2.00	06-A	B31.3	1.60E-01	0.218	P&ID-510	F-501	ST-501 / TK-601 / TK-101	PEG	Líquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.07E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	1.50	UNS S31603
N-1118-1"-CS-CL	1.00	06-A	B31.8	1.59E-01	0.179	P&ID-510	F-501	ST-501	Nitrogeno	Gas	120	3.00	140	4.00	170	5.20	00-E-53	18-E-53	2.50	NO	80S	7.76E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	6.00	UNS K03005
N-1119-3/4"-CS	3/4	07-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-701	D-701	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	35.0	7.00	55.0	8.00	85.0	10.4	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.20	1.00	UNS K03005
N-1120-3/4"-CS	3/4	07-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-701	Servicio	D-701	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.20	1.00	UNS K03005
WP-1121-1"-SS	1.00	07-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-701	Servicio	D-701	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	25.0	3.00	45.0	4.00	75.0	5.20	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	7.38E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.50	UNS S31603
CW-1122-1"-SS	1.00	07-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-701	D-701	CW Tank	Water	Líquido	30.0	2.00	50.0	3.00	80.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	3.65E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	1.00	UNS S31603
CW-1123-1"-SS	1.00	07-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-701	Servicio	D-701	Water	Líquido	25.0	2.00	45.0	3.00	75.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	3.65E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	1.00	UNS S31603
WP-1124-1"-SS	1.00	07-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-701	D-701	P-701	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	20.0	5.00	40.0	6.00	70.0	7.80	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	5.73E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
WP-1125-1"-SS	1.00	07-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-701	P-701	D-701	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	35.0	1.50	55.0	2.50	85.0	3.25	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	5.75E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
N-1126-2"-CS	2.00	07-A	B31.8	1.63E-01	0.218	P&ID-701	Servicio	P&ID-701	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.74E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005
PG-1127-4"-SS-CL	4.00	07-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-701	P-701	TV-701 / TK-601 / TK-801	PEG	Líquido	140	1.00	160	2.00	190	2.60	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.61E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	5.00	UNS S31603
PG-1128-4"-SS-CL	4.00	07-A	B31.3	1.60E-01	0.337	P&ID-701	P-701	TK-801 / TK-901	PEG	Líquido	140	1.00	160	2.00	190	2.60	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	25.0	UNS S31603
PG-1129-2"-SS-CL	2.00	07-A	B31.3	1.59E-01	0.218	P&ID-701	P-701	TV-701	PEG	Líquido	140	1.00	160	2.00	190	2.60	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	1.53E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	8.00	UNS S31603
ST-1130-4"-SS-CL	4.00	07-A	B31.5	1.72E-01	0.337	P&ID-701	Servicio	TV-701	Steam	Gas	170	6.00	190	7.00	220	9.10	04-D-45	04-D-45	3.00	NO	80S	4.70E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	6.00	UNS S31603
W-1131-2"-SS-CL	2.00	07-A	B31.5	1.62E-01	0.218	P&ID-701	ST TRP-501	Condensado	Water	Líquido	170	6.00	190	7.00	220	9.10	14-E-53	02-C-33	2.50	NO	80S	1.19E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	2.00	UNS S31603
W-1132-2"-SS-CL	2.00	07-A	B31.5	1.62E-01	0.218	P&ID-701	Servicio	ST TRP-501	Water	Líquido	170	6.00	190	7.00	220	9.10	14-E-53	02-C-33	2.50	NO	80S	1.19E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	4.00	UNS S31603
W-1133-2"-SS-CL	2.00	07-A	B31.5	1.62E-01	0.218	P&ID-701	ST TRP-601	Condensado	Water	Líquido	100	4.00	120	5.00	150	6.50	14-E-53	02-C-33	1.50	NO	80S	1.75E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	5.00	UNS S31603
PG-1701-4"-SS-CL	4.00	07-A	B31.3	1.58E-01	0.337	P&ID-701	TV-701	P-701	PEG	Líquido	140	0.200	160	0.0500	190	0.065	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.62E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	3.00	UNS S31603
N-1134-2"-CS	2.00	08-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-801	TK-801	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	2.94E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	3.00	UNS K03005
N-1135-1"-CS	1.00	08-A	B31.8	1.58E-01	0.179	P&ID-801	TK-801	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	3.25E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	4.00	UNS K03005
N-1136-2"-CS	2.00	08-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-801	TK-801	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	5.04E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	3.00	UNS K03005

Tabla 4.11. Listado de tuberías 5

Nombre de la línea	d normalizado (in)	Sección	Piping Spec Code	Espesor calculado (in)	Espesor comercial (in)	P&ID	Desde	Hacia	Fluido	Estado cond. Normales	T. Operación (°C)	P. Operación (barA)	T. Diseño (°C)	P. Diseño (barA)	Test Temp. (°C)	Test Presión (barA)	Basic Colour	Safety Colour	Espesor calorifugado (in)	Traceado	Schedule	d interno (in)	espesor corrosión (in)	Remarks	Peso tubería (kg/m)	Largada (m)	Material
ST-1137-2"-SS-CL	2.00	08-A	B31.5	1.65E-01	0.218	P&ID-801	Servicio	TK-801	Steam	Gas	170	6.00	190	7.00	220	9.10	04-D-45	04-D-45	2.50	NO	80S	2.27E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	6.00	UNS S31603
W-1138-1"-SS-CL	1.00	08-A	B31.5	1.60E-01	0.179	P&ID-801	Servicio	ST TRP-701	Water	Líquido	170	6.00	190	7.00	220	9.10	14-E-53	02-C-33	2.50	NO	80S	5.14E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	4.00	UNS S31603
W-1139-1"-SS-CL	1.00	08-A	B31.5	1.60E-01	0.179	P&ID-801	ST TRP-701	Condensado	Water	Líquido	170	6.00	190	7.00	220	9.10	14-E-53	02-C-33	2.50	NO	80S	5.14E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	2.00	UNS S31603
W-1140-1"-SS-CL	1.00	08-A	B31.5	1.60E-01	0.179	P&ID-801	ST TRP-801	Condensado	Water	Líquido	100	4.00	120	5.00	150	6.50	14-E-53	02-C-33	1.50	NO	80S	7.94E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	5.00	UNS S31603
PG-1141-4"-SS-CL	4.00	08-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-801	TK-801	P-801	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	3.00	UNS S31603
PG-1142-4"-SS-CL	4.00	08-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-801	TK-801	P-801	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	2.00	UNS S31603
N-1143-2"-CS	2.00	08-A	B31.8	1.59E-01	0.218	P&ID-801	Servicio	TK-801	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	3.80E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	7.00	UNS K03005
PG-1144-4"-SS-CL	4.00	08-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-801	P-801	P&IDs	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	8.00	UNS S31603
WP-1145-1"-SS	1.00	08-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-801	P-801	D-801	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	35.0	1.50	55.0	2.50	85.0	3.25	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	5.75E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
WP-1146-1"-SS	1.00	08-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-801	D-801	P-801	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	20.0	5.00	40.0	6.00	70.0	7.80	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	5.73E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
N-1147-3/4"-CS	3/4	08-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-801	D-801	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	35.0	7.00	55.0	8.00	85.0	10.4	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.20	1.00	UNS K03005
N-1148-3/4"-CS	3/4	08-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-801	Servicio	D-801	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.20	1.00	UNS K03005
WP-1149-1"-SS	1.00	08-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-801	Servicio	D-801	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	25.0	3.00	45.0	4.00	75.0	5.20	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	7.38E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
CW-1150-1"-SS	1.00	08-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-801	D-801	CW Tank	Water	Líquido	30.0	2.00	50.0	3.00	80.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	3.65E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	1.00	UNS S31603
CW-1151-1"-SS	1.00	08-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-801	Servicio	D-801	Water	Líquido	25.0	2.00	45.0	3.00	75.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	3.65E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	1.00	UNS S31603
PG-1152-4"-SS-CL	4.00	08-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-801	P-801	TK-201	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	20.0	UNS S31603
PG-1153-4"-SS-CL	4.00	08-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-801	P-801	TK-5001	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	35.0	UNS S31603
PG-1154-4"-SS-CL	4.00	08-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-801	P-801	TK-4001	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	30.0	UNS S31603
PG-1155-4"-SS-CL	4.00	08-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-801	P-801	TK-3001	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	30.0	UNS S31603
PG-1156-4"-SS-CL	4.00	08-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-801	P-801	TK-2001	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	25.0	UNS S31603
PG-1157-4"-SS-CL	4.00	08-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-801	P-801	TK-1001	PEG	Líquido	140	1.20	160	2.20	190	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	25.0	UNS S31603
N-1158-2"-CS	2.00	08-A	B31.8	1.63E-01	0.218	P&ID-801	Servicio	P&ID-701	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.74E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005
N-1159-2"-CS	2.00	09-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-1001	TK-1001	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	2.94E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	3.00	UNS K03005
N-1160-1"-CS	1.00	09-A	B31.8	1.58E-01	0.179	P&ID-1001	TK-1001	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	3.25E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	4.00	UNS K03005
N-1161-2"-CS	2.00	09-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-1001	TK-1001	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	5.04E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	3.00	UNS K03005
N-1162-2"-CS	2.00	09-A	B31.8	1.59E-01	0.218	P&ID-1001	Servicio	TK-1001	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	3.80E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005
ST.1163-2"-SS-CL	2.00	09-A	B31.5	1.65E-01	0.218	P&ID-1001	Servicio	TK-1001	Steam	Gas	170	6.00	190	7.00	220	9.10	04-D-45	04-D-45	2.50	NO	80S	2.27E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	6.00	UNS S31603
W-1164-1"-SS-CL	1.00	09-A	B31.5	1.60E-01	0.179	P&ID-1001	ST TRP-901	Condensado	Water	Líquido	170	6.00	190	7.00	220	9.10	14-E-53	02-C-33	2.50	NO	80S	5.14E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	2.00	UNS S31603
W-1165-1"-SS-CL	1.00	09-A	B31.5	1.60E-01	0.179	P&ID-1001	Servicio	ST TRP-901	Water	Líquido	170	6.00	190	7.00	220	9.10	14-E-53	02-C-33	2.50	NO	80S	5.14E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	4.00	UNS S31603
W-1166-1"-SS-CL	1.00	09-A	B31.5	1.60E-01	0.179	P&ID-1001	ST TRP-1001	Condensado	Water	Líquido	100	4.00	120	5.00	150	6.50	14-E-53	02-C-33	1.50	NO	80S	7.94E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	5.00	UNS S31603
N-1167-2"-CS	2.00	09-A	B31.8	1.63E-01	0.218	P&ID-1001	Servicio	P&ID-1001	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.74E+00	7.87E-02	New. Line	7.48	10.0	UNS K03005
PG-1168-4"-SS-CL	4.00	09-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-1001	TK-1001	P-1001	PEG	Líquido	125	1.20	145	2.20	175	2.86	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	3.00	UNS S31603
WP-1169-1"-SS	1.00	09-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-1001	P-1001	D-1001	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	35.0	1.50	55.0	2.50	85.0	3.25	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	5.75E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
WP-1170-1"-SS	1.00	09-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-1001	D-1001	P-1001	Water&propylenglycol (50/50)	Líquido	20.0	5.00	40.0	6.00	70.0	7.80	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	5.73E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603

Tabla 4.12. Listado de tuberías 6

Nombre de la línea	d nor malizado (in)	Sección	Piping Spec Code	Espesor calculado(in)	Espesor comercial (in)	P&ID	Desde	Hacia	Fluido	Estado cond. Normales	T. Operación (°C)	P. Operación (barA)	T. Diseño (°C)	P. Diseño (barA)	Test Temp. (°C)	Test Presión (barA)	Basic Colour	Safety Colour	Espesor calorifugado (in)	Trace ado	Sched ule	d interno (in)	espesor corrosión (in)	Remar ks	Peso tubería (kg/m)	Largada (m)	Material
CW-1171-1"-SS	1.00	09-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-1001	Servicio	D-1001	Water	Liquido	25.0	2.00	45.0	3.00	75.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	3.65E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	1.00	UNS S31603
CW-1172-1"-SS	1.00	09-A	B31.5	1.58E-01	0.179	P&ID-1001	D-1001	CW Tank	Water	Liquido	30.0	2.00	50.0	3.00	80.0	3.90	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	3.65E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	1.00	UNS S31603
WP-1173-1"-SS	1.00	09-A	B31.5	1.59E-01	0.179	P&ID-1001	Servicio	D-1001	Water&propylene glycol (50/50)	Liquido	25.0	3.00	45.0	4.00	75.0	5.20	06-E-51	02-C-33	-	NO	80S	7.38E-01	7.87E-02	New. Line	3.24	0.500	UNS S31603
N-1174-3/4"-CS	3/4	09-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-1001	Servicio	D-1001	Nitrogeno	Gas	25.0	7.00	45.0	8.00	75.0	10.4	08-C-35	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.20	1.00	UNS K03005
N-1175-3/4"-CS	3/4	09-A	B31.8	1.58E-01	0.154	P&ID-1001	D-1001	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	35.0	7.00	55.0	8.00	85.0	10.4	00-E-53	18-E-53	-	NO	80S	1.83E-01	7.87E-02	New. Line	2.20	1.00	UNS K03005
PG-1176-4"-SS-CL	4.00	09-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-1001	P-1001	Camión cisterna	PEG	Liquido	125	1.50	145	2.50	175	3.25	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.21E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	5.00	UNS S31603
W-1177-2"-SS	2.00	10-A	B31.9	1.58E-01	0.218	P&ID-410	Servicio	F-401	Water	Liquido	25.0	1.00	45.0	2.00	75.0	2.60	14-E-53	02-C-33	-	NO	80S	7.35E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	6.00	UNS S31603
Waste-1178-20"-SS-CL	20.0	10-A	B31.4	1.59E-01	0.218	P&ID-410	F-401	Waste	Ácido acético y agua	Liquido	120	3.00	140	4.00	170	5.20			3.00	NO	10S	6.49E-01	7.87E-02	New. Line	68.6	6.00	UNS S31603
N-1179-2"-CS-CL	2.00	10-A	B31.8	1.58E-01	0.218	P&ID-410	F-401	Atmosfera	Nitrogeno	Gas	120	1.50	140	2.50	170	3.25	00-E-53	18-E-53	2.50	NO	80S	3.25E-01	7.87E-02	New. Line	7.48	3.00	UNS K03005
PG-1180-4"-SS-CL	4.00	10-A	B31.3	1.61E-01	0.337	P&ID-410	F-401	TK-601 / F-401	PEG	Liquido	120	1.50	140	2.50	170	3.25	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	3.18E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	3.00	UNS S31603
PG-1182-4"-SS-CL	4.00	10-A	B31.3	1.62E-01	0.337	P&ID-410	F-401	F-401	PEG	Liquido	120	2.50	140	3.50	170	4.55	06-E-51	14-E-53	2.50	NO	80S	2.87E+00	7.87E-02	New. Line	22.3	3.00	UNS S31603

4.4. Listado de válvulas

En el Anexo A.3 se encuentra la explicación de que criterio se ha seguido para escoger las diferentes válvulas reguladoras de la planta
Tabla 4.13. Listado de válvulas 1

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal (")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.máx (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VAB-101	Válvula automática de bola	Abre	P&ID-101	PEG	PG-1001-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-101	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1001-4"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	140	1.20	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-102	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1001-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	140	1.20	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VAB-102	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	PEG	PG-1003-6"-SS-CL	Cierre paso flujo	BV2CV-G400-AIR	UNS S31600	Glacier Tanks	4.00	120	5.00	1.50E+02	6.21E+00			V	150
VM-103	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1003-6"-SS-CL	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	5.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-104	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1003-6"-SS-CL	Mantenimiento	BS 6375NPT	UNS S31600	TECOFI	4.00	120	5.00	2.00E+02	5.00E+01			IV	150
VM-105	Válvula manual		P&ID-101	Nitrógeno	N-1004-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-106	Válvula manual		P&ID-101	Nitrógeno	N-1004-2"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-103	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	Nitrógeno	N-1004-2"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.25SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VCK-101	Válvula check disco oscilante		P&ID-101	Nitrógeno	N-1004-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-107	Válvula manual		P&ID-101	Nitrógeno	N-1004-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-108	Válvula manual		P&ID-101	Nitrógeno	N-1006-1"-CS-CL	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	90.0	5.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAG-101	Válvula controladora de globo	Abre	P&ID-101	Nitrógeno	N-1006-1"-CS-CL	Regular flujo	D103333X012(24000SVF-588Series)	UNS S31600	EMERSON	3/4	90.0	5.00	5.37E+02	6.00E+01	Isoporcentual	61.7	IV	150
VM-109	Válvula manual		P&ID-101	Nitrógeno	N-1006-1"-CS-CL	Purgar	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	90.0	5.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-104	Válvula automática de bola	Abre	P&ID-101	Nitrógeno	N-1006-1"-CS-CL	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.20SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	3/4	90.0	5.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VM-110	Válvula manual		P&ID-101	Nitrógeno	N-1007-2"-CS-CL	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	90.0	5.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-111	Válvula manual		P&ID-101	Nitrógeno	N-1007-2"-CS-CL	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	90.0	5.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-112	Válvula manual		P&ID-101	Nitrógeno	N-1006-1"-CS-CL	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	90.0	5.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-113	Válvula manual		P&ID-101	PEG	N-1008-2"-CS	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-105	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	PEG	N-1008-2"-CS	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VCK-102	Válvula check disco oscilante		P&ID-101	PEG	N-1008-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-114	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1009-6"-SS-CL	Mantenimiento	BS 6375NPT	UNS S31600	TECOFI	4.00	120	4.00	2.00E+02	5.00E+01			IV	150
VAB-106	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	PEG	PG-1009-6"-SS-CL	Cierre paso flujo	BV2CV-G400-AIR	UNS S31600	Glacier Tanks	4.00	120	4.00	1.50E+02	6.21E+00			V	150
VM-115	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1010-6"-SS-CL	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	4.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAG-103	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-101	PEG	PG-1020-6"-SS-CL	Regular flujo	D100025X012(EZ Valve)	UNS S31600	EMERSON	3.00	120	4.50	4.27E+02	9.65E+01	lineal	78.7	IV	150
VM-116	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1020-6"-SS-CL	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	4.50	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-117	Válvula manual		P&ID-101	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1012-1"-SS	Purgar	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-118	Válvula manual		P&ID-101	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1011-1"-SS	Mantenimiento	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	35.0	1.50	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-119	Válvula manual		P&ID-101	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1012-1"-SS	Mantenimiento	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-120	Válvula manual		P&ID-101	Nitrógeno	N-1017-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	35.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-121	Válvula manual		P&ID-101	PEG	N-1016-3/4"-CS	Mantenimiento	BL2SM-012	UNS S31600	TAMESON	1/2	25.0	7.00	1.80E+02	6.30E+01			IV	150
VM-122	Válvula manual		P&ID-101	PEG	N-1016-3/4"-CS	Mantenimiento	BL2SM-012	UNS S31600	TAMESON	1/2	25.0	7.00	1.80E+02	6.40E+01			IV	150
VAB-108	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1015-1"-SS	Cierre paso flujo	D26NRXO8D	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-123	Válvula manual		P&ID-101	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1015-1"-SS	Mantenimiento	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-124	Válvula manual		P&ID-101	Water	CW-1014-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	30.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-125	Válvula manual		P&ID-101	Water	CW-1013-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	25.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-126	Válvula manual		P&ID-101	Water&propylen glycol (50/50)	D-101	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	60.0	7.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150

Tabla 4.14. Listado de válvulas 2

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal (")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.máx (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VCK-103	Válvula check disco oscilante		P&ID-101	PEG	N-1016-3/4"-CS	Evitar flujo inverso	VCS01-050	UNS S31600	DuraChoice	1/2	25	7.00	2.05E+02	1.38E+01			V	150
VAB-109	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	PEG	PG-1019-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	120	4.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-127	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1019-2"-SS-CL	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	4.50	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-110	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	PEG	PG-1019-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	120	4.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-128	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1018-4"-SS-CL	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	4.50	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-111	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	PEG	PG-1018-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	PA8806	UNS S31600	VOLT	2.00	120	4.50	1.80E+02	6.89E+01			V	150
VAB-112	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	PEG	PG-1021-3"-SS-CL	Cierre paso flujo	PA8806	UNS S31600	VOLT	2.00	120	4.50	1.80E+02	6.89E+01			V	150
VAB-113	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	PEG	PG-1082-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	PA8806	UNS S31600	VOLT	2.00	120	4.50	1.80E+02	6.89E+01			V	150
VAB-114	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	PEG	PG-1036-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	PA8806	UNS S31600	VOLT	2.00	120	4.50	1.80E+02	6.89E+01			V	150
VAB-115	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	PEG	PG-1054-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	PA8806	UNS S31600	VOLT	2.00	120	4.50	1.80E+02	6.89E+01			V	150
VM-129	Válvula manual		P&ID-101	Water	W-1022-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-130	Válvula manual		P&ID-101	Water	W-1022-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-131	Válvula manual		P&ID-101	Water	W-1022-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-132	Válvula manual		P&ID-101	Water	W-1022-2"-SS-CL	Purgar	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VCK-104	Válvula check disco oscilante		P&ID-101	Water	W-1024-2"-SS-CL	Evitar flujo inverso	VCS01-100	UNS S31600	DuraChoice	1.00	170	6.00	2.04E+02	1.38E+01			V	150
VM-133	Válvula manual		P&ID-101	Water	W-1023-2"-SS-CL	Purgar	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-134	Válvula manual		P&ID-101	Water	W-1024-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-135	Válvula manual		P&ID-101	Water	W-1023-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-136	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1026-3"-SS-CL	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	155	4.50	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAG-102	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-101	Vapor	ST-1025-4"-SS-CL	Regular flujo	D100022X012(ET Valve two stages)	UNS S31600	EMERSON	2.00	170	6.00	3.16E+02	1.10E+02	Lineal	51.7	IV	150
VM-137	Válvula manual		P&ID-101	Vapor	ST-1025-4"-SS-CL	Purgar	BL2SH-M-63-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VAB-116	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-101	Vapor	ST-1025-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	170	6.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VCK-105	Válvula check disco oscilante		P&ID-101	Vapor	ST-1025-4"-SS-CL	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	2.00	170	6.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-138	Válvula manual		P&ID-101	Vapor	ST-1025-4"-SS-CL	Mantenimiento	BL2SM-200	UNS S31600	TAMESON	2.00	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VM-139	Válvula manual		P&ID-101	PEG	PG-1027-2"-SS-CL	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	105	1.50	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-801	Válvula manual		P&ID-801	Vapor	ST-1137-2"-SS-CL	Mantenimiento	BL2SH-M-63-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VCK-801	Válvula check disco oscilante		P&ID-801	Vapor	ST-1137-2"-SS-CL	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	170	6.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VAB-801	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	Vapor	ST-1137-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100-PC-006	UNS S31600	TAMESON	1.00	170	6.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAG-801	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-801	Vapor	ST-1137-2"-SS-CL	Regular flujo	D100022X012(ET Valve)	UNS S31600	EMERSON	1.00	170	6.00	3.16E+02	1.10E+02	lineal	64.3	IV	150
VM-802	Válvula manual		P&ID-801	Vapor	ST-1137-2"-SS-CL	Mantenimiento	BL2SH-M-63-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VM-803	Válvula manual		P&ID-801	Vapor	ST-1137-2"-SS-CL	Purgar	BL2SH-M-63-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VM-804	Válvula manual		P&ID-801	Water	W-1138-1"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-805	Válvula manual		P&ID-801	Water	W-1139-1"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-806	Válvula manual		P&ID-801	Water	W-1138-1"-SS-CL	Purgar	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VCK-802	Válvula check disco oscilante		P&ID-801	Water	W-1139-1"-SS-CL	Evitar flujo inverso	4VMU1	UNS S31600	Grainger	3/4	170	6.00	1.77E+02	1.38E+01			V	150
VM-807	Válvula manual		P&ID-801	Water	W-1140-1"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-808	Válvula manual		P&ID-801	Water	W-1140-1"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150

Tabla 4.15. Listado de válvulas 3

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal (")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.máx (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VM-809	Válvula manual		P&ID-801	Water	W-1140-1"-SS-CL	Purgar	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-810	Válvula manual		P&ID-801	Water	W-1140-1"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-811	Válvula manual		P&ID-801	PEG	PG-1141-4"-SS-CL	Mantenimiento	BL2SH-M-63-MF-200	UNS S31600	Tameson	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			IV	150
VAB-802	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	PEG	PG-1141-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	PA8806	UNS S31600	VOLT	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.89E+01			V	150
VCK-803	Válvula check disco oscilante		P&ID-801	PEG	N-1158-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VAB-803	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	PEG	N-1158-2"-CS	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-812	Válvula manual		P&ID-801	PEG	N-1158-2"-CS	Mantenimiento	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	25.0	7.00	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-813	Válvula manual		P&ID-801	PEG	PG-1142-4"-SS-CL	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	140	1.20	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-804	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	PEG	PG-1128-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	PA8806	UNS S31600	VOLT	2.00	140	1.00	1.80E+02	6.89E+01			V	150
VM-814	Válvula manual		P&ID-801	PEG	PG-1128-4"-SS-CL	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	140	1.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-815	Válvula manual		P&ID-801	PEG	PG-1128-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	140	1.00	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VAG-802	Válvula controladora de globo	Abre	P&ID-801	Nitrógeno	N-1135-1"-CS	Regular flujo	D103333X012(24000SVF-588Series)	UNS S31600	EMERSON	3/4	25.0	1.00	5.37E+02	6.00E+01	Isoporcentual	60.0	IV	
VM-816	Válvula manual		P&ID-801	Nitrógeno	N-1135-1"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-805	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	Nitrógeno	N-1135-1"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.20SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	3/4	25.0	1.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VM-817	Válvula manual		P&ID-801	Nitrógeno	N-1134-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-818	Válvula manual		P&ID-801	Nitrógeno	N-1134-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-819	Válvula manual		P&ID-801	Nitrógeno	Rupture Disc	Mantenimiento	BL2SH-M-63-MF-200	UNS S31600	Tameson	2.00	25.0	1.00	1.80E+02	6.30E+01			IV	150
VM-820	Válvula manual		P&ID-801	Nitrógeno	N-1143-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-821	Válvula manual		P&ID-801	Nitrógeno	N-1143-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-822	Válvula manual		P&ID-801	Nitrógeno	N-1143-2"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-806	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	Nitrógeno	N-1143-2"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.25SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VCK-804	Válvula check disco oscilante		P&ID-801	Nitrógeno	N-1143-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-823	Válvula manual		P&ID-801	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1145-1"-SS	Mantenimiento	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	35.0	1.50	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-824	Válvula manual		P&ID-801	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1146-1"-SS	Mantenimiento	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-825	Válvula manual		P&ID-801	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1146-1"-SS	Purgar	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-826	Válvula manual		P&ID-801	Nitrógeno	N-1147-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	35.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-827	Válvula manual		P&ID-801	PEG	N-1148-3/4"-CS	Mantenimiento	BL2SM-012	UNS S31600	TAMESON	1/2	25.0	7.00	1.80E+02	6.30E+01			IV	150
VCK-805	Válvula check disco oscilante		P&ID-801	PEG	N-1148-3/4"-CS	Evitar flujo inverso	VCS01-050	UNS S31600	DuraChoice	1/2	25.0	7.00	2.05E+02	1.38E+01			V	150
VM-828	Válvula manual		P&ID-801	PEG	N-1148-3/4"-CS	Mantenimiento	BL2SM-012	UNS S31600	TAMESON	1/2	25.0	7.00	1.80E+02	6.30E+01			IV	150
VAB-807	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1149-1"-SS	Cierre paso flujo	D26NRXO8D	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-829	Válvula manual		P&ID-801	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1149-1"-SS	Mantenimiento	RS 764-4269	UNS S31600	RS pro	3/4	25.0	3.00	2.00E+02	6.89E+01			IV	150
VM-830	Válvula manual		P&ID-801	Water	CW-1150-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	30.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-831	Válvula manual		P&ID-801	Water	CW-1151-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	25.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-832	Válvula manual		P&ID-801	Water&propylen glycol (50/50)	D-801	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	60.0	7.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAG-803	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-801	PEG	PG-1144-4"-SS-CL	Regular flujo	D100021X012(ES VALVE)	UNS S31600	EMERSON	2.00	90.0	1.20	4.27E+02	9.65E+01	lineal	77.8	IV	
VM-833	Válvula manual		P&ID-801	PEG	PG-1144-4"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	140	1.20	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VAB-808	Válvula automática de bola	Abre	P&ID-801	PEG	PG-1152-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			IV	150

Tabla 4.16. Listado de válvulas 4

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal(")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.máx (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VAB-809	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	PEG	PG-1001-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-810	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	PEG	PG-1078-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-811	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	PEG	PG-1153-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-812	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	PEG	PG-1154-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-813	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	PEG	PG-1155-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-814	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	PEG	PG-1156-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-815	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-801	PEG	PG-1157-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-601	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	PEG	PG-1056-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	1.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-601	Válvula manual		P&ID-601	PEG	PG-1056-4"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	120	1.50	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-602	Válvula manual		P&ID-601	PEG	PG-1056-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	1.50	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VAG-601	Válvula controladora de globo	Abre	P&ID-601	Nitrógeno	N-1059-1"-CS	Regular flujo	D103333X012(24000SVF-588Series)	UNS S31600	EMERSON	3/4	25.0	1.50	5.37E+02	6.00E+01	Isoporcentual	60.0	IV	150
VM-603	Válvula manual		P&ID-601	Nitrógeno	N-1059-1"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	25.0	1.50	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-602	Válvula automática de bola	Abre	P&ID-601	Nitrógeno	N-1059-1"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.20SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	3/4	25.0	1.50	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VM-604	Válvula manual		P&ID-601	Nitrógeno	N-1058-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	1.50	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-605	Válvula manual		P&ID-601	Nitrógeno	N-1059-1"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	25.0	1.50	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-606	Válvula manual		P&ID-601	Nitrógeno	N-1061-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-607	Válvula manual		P&ID-601	Nitrógeno	N-1061-2"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-603	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	Nitrógeno	N-1061-2"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.25SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VCK-601	Válvula check disco oscilante		P&ID-601	Nitrógeno	N-1061-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-608	Válvula manual		P&ID-601	Nitrógeno	N-1061-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-604	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	PEG	PG-1080-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	155	1.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-605	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	PEG	PG-1079-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	155	1.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-606	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	PEG	PG-1078-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	155	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-609	Válvula manual		P&ID-601	PEG	PG-1078-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	155	1.20	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VM-610	Válvula manual		P&ID-601	PEG	PG-1064-6"-SS-CL	Mantenimiento	BS 6375NPT	UNS S31600	TECOFI	4.00	120	1.00	2.00E+02	5.00E+01			IV	150
VAB-607	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	PEG	PG-1064-6"-SS-CL	Cierre paso flujo	BV2CV-G400-AIR	UNS S31600	Glacier Tanks	4.00	120	1.00	1.50E+02	6.21E+00			V	150
VCK-602	Válvula check disco oscilante		P&ID-601	PEG	N-1062-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VAB-608	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	PEG	N-1062-2"-CS	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-611	Válvula manual		P&ID-601	PEG	N-1062-2"-CS	Mantenimiento	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	25.0	7.00	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-612	Válvula manual		P&ID-601	PEG	PG-1063-6"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	120	1.00	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-613	Válvula manual		P&ID-601	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1066-1"-SS	Mantenimiento	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	35.0	1.50	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-614	Válvula manual		P&ID-601	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1067-1"-SS	Mantenimiento	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-615	Válvula manual		P&ID-601	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1067-1"-SS	Purgar	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-616	Válvula manual		P&ID-601	Nitrógeno	N-1072-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	35.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-617	Válvula manual		P&ID-601	PEG	N-1071-3/4"-CS	Mantenimiento	BL2SM-012	UNS S31600	TAMESON	1/2	25.0	7.00	1.80E+02	6.30E+01			IV	150
VCK-603	Válvula check disco oscilante		P&ID-601	PEG	N-1071-3/4"-CS	Evitar flujo inverso	VCS01-050	UNS S31600	DuraChoice	1/2	25.0	7.00	2.05E+02	1.38E+01			V	150
VM-618	Válvula manual		P&ID-601	PEG	N-1071-3/4"-CS	Mantenimiento	BL2SM-012	UNS S31600	TAMESON	1/2	25.0	7.00	1.80E+02	6.30E+01			IV	150

Tabla 4.17. Listado de válvulas 5

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal (")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.máx (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VAB-609	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1070-1"-SS	Cierre paso flujo	D26NRX08D	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-619	Válvula manual		P&ID-601	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1070-1"-SS	Mantenimiento	RS 764-4269	UNS S31600	RS pro	3/4	25.0	3.00	2.00E+02	6.89E+01			IV	150
VM-620	Válvula manual		P&ID-601	Water	CW-1069-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1/2	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	30.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-621	Válvula manual		P&ID-601	Water	CW-1068-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1/2	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	25.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-622	Válvula manual		P&ID-601	Water&propylen glycol (50/50)	D-601	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1	60.0	7.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAG-602	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-601	PEG	PG-1065-6"-SS-CL	Regular flujo	D100025X012(EZ Valve)	UNS S31600	EMERSON	3	120	1.50	4.27E+02	9.65E+01	lineal	78.7	IV	150
VAB-610	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	PEG	PG-1027-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1	120	1.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-611	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	PEG	PG-1081-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	PA8806	UNS S31600	VOLT	2	120	1.50	1.80E+02	6.89E+01			V	150
VAB-612	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	PEG	PG-1073-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1	120	1.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-623	Válvula manual		P&ID-601	Water	W-1074-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-624	Válvula manual		P&ID-601	Water	W-1074-2"-SS-CL	Purgar	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-625	Válvula manual		P&ID-601	Water	W-1074-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VCK-603	Válvula check disco oscilante		P&ID-601	Water	W-1075-2"-SS-CL	Evitar flujo inverso	VCS01-100	UNS S31600	DuraChoice	1	170	6.00	2.04E+02	1.38E+01			V	150
VM-626	Válvula manual		P&ID-601	Water	W-1075-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-627	Válvula manual		P&ID-601	Water	W-1076-2"-SS-CL	Purgar	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-628	Válvula manual		P&ID-601	Water	W-1076-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-629	Válvula manual		P&ID-601	Vapor	ST-1077-4"-SS-CL	Mantenimiento	BL2SM-200	UNS S31600	TAMESON	2	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VCK-604	Válvula check disco oscilante		P&ID-601	Vapor	ST-1077-4"-SS-CL	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	2	170	6.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VAB-613	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-601	Vapor	ST-1077-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2	170	6.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-630	Válvula manual		P&ID-601	Vapor	ST-1077-4"-SS-CL	Purgar	BL2SH-M-63-100	UNS S31600	TAMESON	1	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VAG-603	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-601	Vapor	ST-1077-4"-SS-CL	Regular flujo	D100022X012(ET Valve two stages)	UNS S31600	EMERSON	2	170	6.00	3.16E+02	1.10E+02	Lineal	51.7	IV	150
VM-631	Válvula manual		P&ID-601	PEG	PG-10651-2"-SS-CL	Purgar	BL2SH-M-63-100	UNS S31600	TAMESON	1	120	1.50	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VM-632	Válvula manual		P&ID-601	Water	W-1074-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-1001	Válvula manual		P&ID-1001	Vapor	ST-1163-2"-SS-CL	Mantenimiento	BL2SH-M-63-100	UNS S31600	TAMESON	1	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VCK-1001	Válvula check disco oscilante		P&ID-1001	Vapor	ST-1163-2"-SS-CL	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1	170	6.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VAB-1001	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-1001	Vapor	ST-1163-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100-PC-006	UNS S31600	TAMESON	1	170	6.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAG-1001	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-1001	Vapor	ST-1163-2"-SS-CL	Regular flujo	D100022X012(ET Valve)	UNS S31600	EMERSON	1	170	6.00	3.16E+02	1.10E+02	lineal	64.3	IV	150
VM-1002	Válvula manual		P&ID-1001	Vapor	ST-1163-2"-SS-CL	Mantenimiento	BL2SH-M-63-100	UNS S31600	TAMESON	1	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VM-1003	Válvula manual		P&ID-1001	Vapor	ST-1163-2"-SS-CL	Purgar	BL2SH-M-63-100	UNS S31600	TAMESON	1	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VM-1004	Válvula manual		P&ID-1001	Water	W-1165-1"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-1005	Válvula manual		P&ID-1001	Water	W-1165-1"-SS-CL	Purgar	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-1006	Válvula manual		P&ID-1001	Water	W-1164-1"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VCK-1002	Válvula check disco oscilante		P&ID-1001	Water	W-1164-1"-SS-CL	Evitar flujo inverso	4VMU1	UNS S31600	Grainger	3/4	170	6.00	1.77E+02	1.38E+01			V	150
VM-1007	Válvula manual		P&ID-1001	Water	W-1166-1"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-1008	Válvula manual		P&ID-1001	Water	W-1166-1"-SS-CL	Purgar	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-1009	Válvula manual		P&ID-1001	Water	W-1166-1"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-1010	Válvula manual		P&ID-1001	Water	W-1166-1"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150

Tabla 4.18. Listado de válvulas 6

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal (")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.máx (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VAB-1002	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-1001	PEG	PG-1157-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-1011	Válvula manual		P&ID-1001	PEG	PG-1157-4"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	140	1.20	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-1012	Válvula manual		P&ID-1001	PEG	PG-1157-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	140	1.20	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VM-1013	Válvula manual		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1159-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-1014	Válvula manual		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1159-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-1015	Válvula manual		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1160-1"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAG-1002	Válvula controladora de globo	Abre	P&ID-1001	Nitrógeno	N-1160-1"-CS	Regular flujo	D103333X012(24000SVF-588Series)	UNS S31600	EMERSON	3/4	25.0	1.00	5.37E+02	6.00E+01	Isoporcentual	60.0	IV	150
VAB-1003	Válvula automática de bola	Abre	P&ID-1001	Nitrógeno	N-1160-1"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.20SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	3/4	25.0	1.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VM-1016	Válvula manual		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1162-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-1017	Válvula manual		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1162-2"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-1004	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-1001	Nitrógeno	N-1162-2"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.25SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VCK-1003	Válvula check disco oscilante		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1162-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-1018	Válvula manual		P&ID-1001	Nitrógeno	ERV	Mantenimiento	BL2SH-M-63-MF-200	UNS S31600	Tameson	2.00	25.0	0.500	1.80E+02	6.30E+01			IV	150
VM-1019	Válvula manual		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1162-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-1020	Válvula manual		P&ID-1001	PEG	N-1167-2"-CS	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VCK-1004	Válvula check disco oscilante		P&ID-1001	PEG	N-1167-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-1021	Válvula manual		P&ID-1001	PEG	PG-1168-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	125	1.20	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VAB-1005	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-1001	PEG	PG-1168-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	125	1.20	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAG-1003	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-1001	PEG	PG-1176-4"-SS-CL	Regular flujo	D100021X012(ES VALVE)	UNS S31600	EMERSON	2.00	125	1.50	4.27E+02	9.65E+01	lineal	77.8	IV	150
VM-1022	Válvula manual		P&ID-1001	PEG	PG-1176-4"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	125	1.50	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-1023	Válvula manual		P&ID-1001	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1169-1"-SS	Mantenimiento	RS 764-4269	UNS S31600	RS pro	3/4	35.0	1.50	2.00E+02	6.89E+01			IV	150
VM-1024	Válvula manual		P&ID-1001	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1170-1"-SS	Mantenimiento	RS 764-4269	UNS S31600	RS pro	3/4	20.0	5.00	2.00E+02	6.89E+01			IV	150
VM-1025	Válvula manual		P&ID-1001	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1170-1"-SS	Purgar	RS 764-4269	UNS S31600	RS pro	3/4	20.0	5.00	2.00E+02	6.89E+01			IV	150
VM-1026	Válvula manual		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1175-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	35.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-1027	Válvula manual		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1174-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VCK-1005	Válvula check disco oscilante		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1174-3/4"-CS	Evitar flujo inverso	VCS01-050	UNS S31600	DuraChoice	1/2	25.0	7.00	2.05E+02	1.38E+01			V	150
VM-1028	Válvula manual		P&ID-1001	Nitrógeno	N-1174-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-1006	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-1001	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1173-1"-SS	Cierre paso flujo	D26NRX08D	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-1029	Válvula manual		P&ID-1001	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1173-1"-SS	Mantenimiento	RS 764-4269	UNS S31600	RS pro	3/4	25.0	3.00	2.00E+02	6.89E+01			IV	150
VM-1030	Válvula manual		P&ID-1001	Water	CW-1172-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	30.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-1031	Válvula manual		P&ID-1001	Water	CW-1171-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	25.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-1032	Válvula manual		P&ID-1001	Water&propylen glycol (50/50)	D-1001	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	60.0	7.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-501	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-501	PEG	PG-1082-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	4.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-501	Válvula manual		P&ID-501	PEG	PG-1082-4"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	120	4.50	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-502	Válvula manual		P&ID-501	PEG	PG-1082-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	4.50	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VAB-502	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-501	Celulosa y Silicato de Magnesio	SL-1083-6"-SS	Cierre paso flujo	BV2CV-G400-AIR	UNS S31600	Glacier Tanks	4.00	25.0	1.00	1.50E+02	6.21E+00			V	150
VM-503	Válvula manual		P&ID-501	Celulosa y Silicato de Magnesio	SL-1083-6"-SS	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	25.0	1.00	2.20E+02	8.50E+01			IV	150

Tabla 4.19. Listado de válvulas 7

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal (")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.máx (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VM-504	Válvula manual		P&ID-501	Celulosa y Silicato de Magnesio	SL-1083-6"-SS	Mantenimiento	BS 6375NPT	UNS S31600	TECOFI	4.00	25.0	1.00	2.00E+02	5.00E+01			IV	150
VM-505	Válvula manual		P&ID-501	Nitrógeno	N-1084-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-506	Válvula manual		P&ID-501	Nitrógeno	N-1084-2"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-503	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-501	Nitrógeno	N-1084-2"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.25SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VM-507	Válvula manual		P&ID-501	Nitrógeno	N-1084-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAG-501	Válvula controladora de globo	Abre	P&ID-501	Nitrógeno	N-1085-1"-CS-CL	Regular flujo	D103333X012(24000SVF-588Series)	UNS S31600	EMERSON	3/4	90.0	2.00	5.37E+02	6.00E+01	Isoporcentual	59.4	IV	150
VM-508	Válvula manual		P&ID-501	Nitrógeno	N-1085-1"-CS-CL	Purgar	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	90.0	2.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-504	Válvula automática de bola	Abre	P&ID-501	Nitrógeno	N-1085-1"-CS-CL	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.20SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	3/4	90.0	2.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VM-509	Válvula manual		P&ID-501	Nitrógeno	N-1085-1"-CS-CL	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	90.0	2.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VCK-501	Válvula check disco oscilante		P&ID-501	Nitrógeno	N-1084-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-510	Válvula manual		P&ID-501	PEG	PG-1088-6"-SS-CL	Mantenimiento	BS 6375NPT	UNS S31600	TECOFI	4.00	90.0	3.50	2.00E+02	5.00E+01			IV	150
VAB-505	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-501	PEG	PG-1088-6"-SS-CL	Cierre paso flujo	BV2CV-G400-AIR	UNS S31600	Glacier Tanks	4.00	90.0	3.50	1.50E+02	6.21E+00			V	150
VM-511	Válvula manual		P&ID-501	PEG	N-1087-2"-CS	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-506	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-501	PEG	N-1087-2"-CS	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VCK-502	Válvula check disco oscilante		P&ID-501	PEG	N-1087-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-512	Válvula manual		P&ID-501	PEG	PG-1089-6"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	90.0	3.50	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VAG-502	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-501	PEG	PG-1100-6"-SS-CL	Regular flujo	D100025X012(EZ Valve)	UNS S31600	EMERSON	90.0	4.50	4.27E+02	1.10E+02	1.10E+02	lineal	72.2	IV	150
VM-513	Válvula manual		P&ID-501	PEG	PG-1100-6"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	90.0	4.50	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VAB-507	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-501	PEG	PG-1101-6"-SS-CL	Cierre paso flujo	BV2CV-G400-AIR	UNS S31600	Glacier Tanks	4.00	90.0	4.50	1.50E+02	6.21E+00			V	150
VAB-508	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-501	PEG	PG-1102-6"-SS-CL	Cierre paso flujo	BV2CV-G400-AIR	UNS S31600	Glacier Tanks	4.00	90.0	4.50	1.50E+02	6.21E+00			V	150
VAB-509	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-501	PEG	PG-1097-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	4.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-510	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-501	PEG	PG-1099-6"-SS-CL	Cierre paso flujo	BV2CV-G400-AIR	UNS S31600	Glacier Tanks	4.00	90.0	4.50	1.50E+02	6.21E+00			V	150
VM-514	Válvula manual		P&ID-501	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1090-1"-SS	Mantenimiento	D21NPMX	UNS S31600	assuredautomation	3/4	35.0	1.50	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-515	Válvula manual		P&ID-501	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1091-1"-SS	Mantenimiento	D21NPMX	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-516	Válvula manual		P&ID-501	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1091-1"-SS	Purgar	D21NPMX	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-517	Válvula manual		P&ID-501	Nitrógeno	N-1096-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	35.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-518	Válvula manual		P&ID-501	Nitrógeno	N-1095-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VCK-503	Válvula check disco oscilante		P&ID-501	Nitrógeno	N-1095-3/4"-CS	Evitar flujo inverso	VCS01-050	UNS S31600	DuraChoice	1/2	25.0	7.00	2.05E+02	1.38E+01			V	150
VM-519	Válvula manual		P&ID-501	Nitrógeno	N-1095-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-511	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-501	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1094-1"-SS	Cierre paso flujo	D26NRXO8D	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-520	Válvula manual		P&ID-501	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1094-1"-SS	Mantenimiento	D21NPMX	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-521	Válvula manual		P&ID-501	Water	CW-1093-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	30.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-522	Válvula manual		P&ID-501	Water	CW-1092-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-3/4	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	25.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-523	Válvula manual		P&ID-501	Water&propylen glycol (50/50)	D-501	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	60.0	7.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-512	Válvula automática de bola	Abre	P&ID-501	PEG	PG-1098-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	120	5.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-524	Válvula manual		P&ID-501	PEG	PG-1098-2"-SS-CL	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	5.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-525	Válvula manual		P&ID-501	PEG	PG-1098-2"-SS-CL	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	5.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150

Tabla 4.20. Listado de válvulas 8

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal(")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.máx (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VM-526	Válvula manual		P&ID-510	Nitrógeno	N-1103-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-527	Válvula manual		P&ID-510	Nitrógeno	N-1103-2"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-513	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	Nitrógeno	N-1103-2"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.25SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VCK-504	Válvula check disco oscilante		P&ID-510	Nitrógeno	N-1103-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-528	Válvula manual		P&ID-510	Nitrógeno	N-1103-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-529	Válvula manual		P&ID-510	PEG	PG-1082-4"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	120	4.50	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VAB-514	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1082-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	4.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-530	Válvula manual		P&ID-510	PEG	PG-1097-4"-SS-CL	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	4.50	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-515	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1097-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	4.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-531	Válvula manual		P&ID-510	PEG	PG-1097-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	4.50	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VM-532	Válvula manual		P&ID-510	Sólidos	SL-1104-20"-SS-CL	Mantenimiento	BS 6375NPT	UNS S31600	TECOFI	4.00	120	6.00	2.00E+02	5.00E+01			IV	150
VAT-501	Válvula automática tajadera	Cierre	P&ID-510	Sólidos	SL-1104-20"-SS-CL	Cierre paso flujo	E26NRX08D	UNS S31600	assuredautomation	1.00	120	6.00	1.08E+02	8.27E+01			V	150
VM-533	Válvula manual		P&ID-510	PEG	PG-1105-2"-SS-CL	Mantenimiento	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	120	5.50	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-534	Válvula manual		P&ID-510	PEG	PG-1105-2"-SS-CL	Mantenimiento	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	120	5.50	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VAB-516	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1117-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-517	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1116-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-518	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1115-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-519	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1108-3"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-520	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1114-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-521	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1113-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-522	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1112-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-523	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1111-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-524	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1110-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-525	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1107-3"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAG-503	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1109-4"-SS-CL	Regular flujo	D100025X012(EZ Valve)	UNS S31600	EMERSON	2.00	105	3.00	4.27E+02	9.65E+01	Lineal	45.6	IV	150
VM-533	Válvula manual		P&ID-510	PEG	PG-1109-4"-SS-CL	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	105	3.00	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VAB-526	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1109-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	105	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-527	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1098-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	105	5.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-528	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1056-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	105	1.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-529	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1028-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	90.0	4.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAG-504	Válvula controladora de globo	Abre	P&ID-510	Nitrógeno	N-1118-1"-CS-CL	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.20SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	3/4	105	1.50	1.80E+02	4.00E+01	Isoporcentual	61.7	IV	150
VAB-530	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-510	PEG	PG-1106-2"-SS-CL	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	6.00	1.80E+02	6.89E+01			V	150
VM-534	Válvula manual		P&ID-510	PEG	PG-1106-2"-SS-CL	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	6.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-535	Válvula manual		P&ID-510	PEG	PG-1106-2"-SS-CL	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	6.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAG-701	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-701	PEG	PG-1081-4"-SS-CL	Regular flujo	D100017X012(ED VALVE)	UNS S31600	EMERSON	2.00	120	1.50	4.27E+02	9.65E+01	Fast Opening	75.9	IV	150
VM-701	Válvula manual		P&ID-701	PEG	PG-1081-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	1.50	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VAG-702	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-701	Vapor	ST-1130-4"-SS-CL	Regular flujo	D103331X012(24000S-648Sseries)	UNS S31600	EMERSON	2.00	170	6.00	5.37E+02	2.00E+01	Lineal	68.1	IV	150

Tabla 4.21. Listado de válvulas 9

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal (")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.máx (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VM-702	Válvula manual		P&ID-701	Vapor	ST-1130-4"-SS-CL	Purgar	BL2SH-M-63-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VAB-701	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-701	Vapor	ST-1130-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	170	6.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-703	Válvula manual		P&ID-701	Water	CW-1093-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1/2	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-704	Válvula manual		P&ID-701	Water	CW-1092-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1/2	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-705	Válvula manual		P&ID-701	Water	CW-1093-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1/2	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-706	Válvula manual		P&ID-701	Water	CW-1092-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1/2	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	100	4.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VCK-701	Válvula check disco oscilante		P&ID-701	Vapor	ST-1130-4"-SS-CL	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	2.00	170	6.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-707	Válvula manual		P&ID-701	Vapor	ST-1130-4"-SS-CL	Mantenimiento	BL2SM-200	UNS S31600	TAMESON	2.00	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VM-708	Válvula manual		P&ID-701	Water	W-1131-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-709	Válvula manual		P&ID-701	Water	W-1132-2"-SS-CL	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	170	6.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VCK-702	Válvula check disco oscilante		P&ID-701	Water	W-1131-2"-SS-CL	Evitar flujo inverso	4VMU2	UNS S31600	Grainger	1.00	170	6.00	1.77E+02	1.38E+01			V	150
VM-710	Válvula manual		P&ID-701	Vapor	ST-10701-2"-SS-CL	Mantenimiento	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	140	0.200	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-711	Válvula manual		P&ID-701	PEG	PG-1701-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	140	0.200	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VAB-702	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-701	PEG	PG-1701-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	0.200	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VCK-703	Válvula check disco oscilante		P&ID-701	Nitrógeno	N-1126-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VAB-703	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-701	Nitrógeno	N-1126-2"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.20SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	3/4	25.0	7.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VM-712	Válvula manual		P&ID-701	Nitrógeno	N-1126-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-713	Válvula manual		P&ID-701	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1124-1"-SS	Purgar	D21NXPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-714	Válvula manual		P&ID-701	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1124-1"-SS	Mantenimiento	D21NXPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-715	Válvula manual		P&ID-701	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1125-1"-SS	Mantenimiento	D21NXPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	35.0	1.50	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-716	Válvula manual		P&ID-701	Water	CW-1122-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1/2	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	30.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-717	Válvula manual		P&ID-701	Water	CW-1123-1"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1/2	UNS G10050	Flo-Tite	3/4	25.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VAB-704	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-701	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1121-1"-SS	Cierre paso flujo	D26NRX08D	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VCK-704	Válvula check disco oscilante	Cierre	P&ID-701	Nitrógeno	N-1120-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			V	150
VM-718	Válvula manual		P&ID-701	Nitrógeno	N-1119-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	35.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-719	Válvula manual		P&ID-701	Nitrógeno	N-1120-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-705	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-701	PEG	PG-1129-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	140	1.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAG-704	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-701	PEG	PG-1129-2"-SS-CL	Regular flujo	D100022X012(ET VALVE)	UNS S31600	EMERSON	1.00	140	1.00	3.16E+02	1.10E+02	lineal	74.1	IV	150
VAG-705	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-701	PEG	PG-1127-4"-SS-CL	Regular flujo	D100017X012(ED VALVE)	UNS S31600	EMERSON	2.00	140	1.00	4.27E+02	9.65E+01	Fast Opening	75.9	IV	150
VAB-706	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-701	PEG	PG-1128-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	140	1.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-707	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-701	PEG	PG-1080-2"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	140	1.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-720	Válvula manual		P&ID-701	Water&propylen glycol (50/50)	D-701	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	60.0	7.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-721	Válvula manual		P&ID-701	Vapor	ST-1130-4"-SS-CL	Mantenimiento	BL2SM-200	UNS S31600	TAMESON	2.00	170	6.00	2.00E+02	6.30E+01			IV	150
VM-722	Válvula manual		P&ID-701	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1121-1"-SS	Mantenimiento	D21NXPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VAB-401	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-410	PEG	PG-1055-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-401	Válvula manual		P&ID-410	PEG	PG-1055-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	3.00	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VCK-401	Válvula check disco oscilante		P&ID-410	Water	W-1177-2"-SS	Evitar flujo inverso	VCS01-100	UNS S31600	DuraChoice	1.00	25.0	1.00	2.04E+02	1.38E+01			V	150

Tabla 4.22. Listado de válvulas 10

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal (")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.máx (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VAB-402	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-410	Water	W-1177-2"-SS	Cierre paso flujo	150F_F OSR .5 - 2	UNS G10050	assuredautomation	1.00	25.0	1.00	2.46E+02	1.90E+01			V	150
VM-402	Válvula manual		P&ID-410	Water	W-1177-2"-SS	Purgar	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	25.0	1.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-403	Válvula manual		P&ID-410	Water	W-1177-2"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1	UNS G10050	Flo-Tite	1.00	25.0	1.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-404	Válvula manual		P&ID-410	WASTE	Waste-1178-20"-SS-CL	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	120	3.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAT-401	Válvula automática de tajadera	Cierre	P&ID-410	WASTE	Waste-1178-20"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-405	Válvula manual		P&ID-410	PEG	PG-1180-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	1.50	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VM-406	Válvula manual		P&ID-410	PEG	PG-1180-4"-SS-CL	Purgar	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	1.50	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VAB-403	Válvula automática de bola	Abre	P&ID-410	Nitrógeno	N-1179-2"-CS-CL	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.25SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	1.00	120	1.50	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VM-407	Válvula manual		P&ID-410	Nitrógeno	N-1179-2"-CS-CL	Purgar	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	120	1.50	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAG-401	Válvula controladora de globo	Abre	P&ID-410	Nitrógeno	N-1179-2"-CS-CL	Regular flujo	D103333X012(24000SVF-588Series)	UNS S31600	EMERSON	1.00	120	1.50	5.37E+02	6.00E+01	Isoporcentual	60.8	IV	150
VM-408	Válvula manual		P&ID-410	Nitrógeno	N-1179-2"-CS-CL	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	120	1.50	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-404	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-410	PEG	PG-1180-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	2.50	180	6.30E+01			V	150
VAB-405	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-410	PEG	PG-1180-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	2.50	180	6.30E+01			V	150
VAB-406	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-410	PEG	PG-1182-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	2.50	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAB-301	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-301	Ácido acético	AA-1029-3"-SS	Cierre paso flujo	BL2BA-200-PC-006	UNS S31600	TAMESON	2.00	25.0	1.00	1.60E+02	4.00E+01			V	150
VM-301	Válvula manual		P&ID-301	Ácido acético	AA-1029-3"-SS	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	25.0	1.00	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-302	Válvula manual		P&ID-301	Ácido acético	AA-1029-3"-SS	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	2.00	25.0	1.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAG-301	Válvula controladora de globo	Abre	P&ID-301	Nitrógeno	N-1031-1"-CS	Regular flujo	D103333X012(24000SVF-588Series)	UNS S31600	EMERSON	3/4	25.0	1.00	5.37E+02	6.00E+01	Isoporcentual	60.0	IV	150
VM-303	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	N-1031-1"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-302	Válvula automática de bola	Abre	P&ID-301	Nitrógeno	N-1031-1"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.20SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	3/4	25.0	1.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VM-304	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	N-1030-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-305	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	N-1030-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-306	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	N-1031-1"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-307	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	ERV	Mantenimiento	BL2SH-M-63-MF-200	UNS S31600	Tameson	2.00	25.0	0.500	1.80E+02	6.30E+01			IV	150

Tabla 4.23. Listado de válvulas 11

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal (")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op.máx (°C)	Presión op.max (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VM-308	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	N-1033-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VCK-301	Válvula check disco oscilante		P&ID-301	Nitrógeno	N-1033-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VAB-303	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-301	Nitrógeno	N-1033-2"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.25SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VM-309	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	N-1033-2"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-310	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	N-1033-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-311	Válvula manual		P&ID-301	Ácido acético	N-1034-2"-CS	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	6.30E+01			IV	150
VCK-302	Válvula check disco oscilante		P&ID-301	Ácido acético	N-1034-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-312	Válvula manual		P&ID-301	Ácido acético	AA-1035-2"-SS	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	1.70	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-304	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-301	Ácido acético	AA-1035-2"-SS	Cierre paso flujo	BL2SA3-100	UNS S31600	TAMESON	1.00	25.0	1.70	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VAG-302	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-301	Ácido acético	AA-1037-2"-SS	Regular flujo	D100022X012(ET VALVE)	UNS S31600	EMERSON	1.00	25.0	2.00	3.16E+02	1.10E+02	lineal	58.3	IV	150
VM-313	Válvula manual		P&ID-301	Ácido acético	AA-1037-2"-SS	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	2.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-314	Válvula manual		P&ID-301	Ácido acético	AA-1037-2"-SS	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	2.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-315	Válvula manual		P&ID-301	PEG	PG-1045-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	3.00	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VM-316	Válvula manual		P&ID-301	PEG	PG-1045-4"-SS-CL	Purgar	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	3.00	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VAB-305	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-301	PEG	PG-1045-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-317	Válvula manual		P&ID-301	PEG	PG-1036-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	4.50	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VM-318	Válvula manual		P&ID-301	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1039-1"-SS	Mantenimiento	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	35.0	1.50	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-319	Válvula manual		P&ID-301	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1038-1"-SS	Mantenimiento	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-320	Válvula manual		P&ID-301	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1038-1"-SS	Purgar	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	20.0	5.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-321	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	N-1044-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	35.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-322	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	N-1043-3/4"-CS	Evitar flujo inverso	4VMT9	UNS S31600	Grainger	1/2	25.0	7.00	1.77E+02	1.38E+01			IV	150
VCK-303	Válvula check disco oscilante		P&ID-301	Nitrógeno	N-1043-3/4"-CS	Evitar flujo inverso	4VMT9	UNS S31600	Grainger	1/2	25.0	7.00	1.77E+02	1.38E+01			V	150
VM-323	Válvula manual		P&ID-301	Nitrógeno	N-1043-3/4"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645982)	UNS G10050	NIBCO	1/2	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-306	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-301	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1042-1"-SS	Cierre paso flujo	D26NRX08D	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.08E+02	8.27E+01			V	150
VM-324	Válvula manual		P&ID-301	Water&propylen glycol (50/50)	WP-1042-1"-SS	Mantenimiento	D21NPXM	UNS S31600	assuredautomation	3/4	25.0	3.00	1.08E+02	4.14E+01			IV	150
VM-325	Válvula manual		P&ID-301	Water	CW-1041-3/4"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1/2	UNS G10050	Flo-Tite	1/2	30.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-326	Válvula manual		P&ID-301	Water	CW-1040-3/4"-SS	Mantenimiento	S6000-CS-D-G-G-L-1/2	UNS G10050	Flo-Tite	1/2	25.0	2.00	1.49E+02	4.14E+01			IV	150
VM-327	Válvula manual		P&ID-301	Water	D-301	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	60.0	7.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-420	Válvula manual		P&ID-401	Nitrógeno	N-1048-1"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	assuredautomation	3/4	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAG-402	Válvula controladora de globo	Abre	P&ID-401	Nitrógeno	N-1048-1"-CS	Regular flujo	D103333X012(24000SVF-588Series)	UNS S31600	EMERSON	3/4	25.0	1.00	5.37E+02	6.00E+01	Isoporcentual	60.0	IV	150
VM-421	Válvula manual		P&ID-401	Nitrógeno	N-1048-1"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	assuredautomation	3/4	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-408	Válvula automática de bola	Abre	P&ID-401	Nitrógeno	N-1048-1"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.20SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	3/4	25.0	1.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VAB-409	Válvula automática de bola		P&ID-401	Ácido fosfórico	PA-1046-3"-SS	Cierre paso flujo	BL2BA-200-PC-006	UNS S31600	TAMESON	2.00	25.0	1.00	1.60E+02	4.00E+01			V	150
VM-422	Válvula manual		P&ID-401	Ácido fosfórico	PA-1046-3"-SS	Purgar	VCS01-050	UNS S31600	JP Fluid Control	1.00	25.0	1.00	2.20E+02	8.50E+01			IV	150
VM-423	Válvula manual		P&ID-401	Ácido fosfórico	PA-1046-3"-SS	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	2.00	25.0	1.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-424	Válvula manual		P&ID-401	Nitrógeno	N-1050-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAG-403	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-401	Nitrógeno	N-1050-2"-CS	Regular flujo	D103333X012(24000SVF-588Series)	UNS S31600	EMERSON	1.00	25.0	7.00	5.37E+02	6.00E+01	Isoporcentual	62.6	IV	150

Tabla 4.24. Listado de válvulas 12

TAG	Tipo	Posición fallada	P&ID	Fluido	Tubería	Servicio	Modelo	Material	Fabricante	Diámetro Nominal (")	Temperatura Trabajo (°C)	Presión trabajo (barA)	Temperatura op..máx (°C)	Presión op.max (barA)	Geometría Obturador	% apertura	Grado de fuga	Clase
VM-425	Válvula manual		P&ID-401	Nitrógeno	N-1050-2"-CS	Purgar	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VAB-410	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-401	Nitrógeno	N-1050-2"-CS	Cierre paso flujo	TORK-PAV 907.25SR/DA	UNS G10050	SMS TORK	1.00	25.0	7.00	1.80E+02	4.00E+01			V	150
VCK-403	Válvula check disco oscilante		P&ID-401	Nitrógeno	N-1050-2"-CS	Evitar flujo inverso	CB 6140	UNS S31600	TECOFI	1.00	25.0	7.00	2.00E+02	1.60E+01			V	150
VM-426	Válvula manual		P&ID-401	Nitrógeno	N-1047-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-427	Válvula manual		P&ID-401	Nitrógeno	N-1048-1"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923645999)	UNS G10050	NIBCO	3/4	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-428	Válvula manual		P&ID-401	Nitrógeno	ERV	Mantenimiento	BL2SH-M-63-MF-200	UNS S31600	Tameson	2.00	25.0	0.500	1.80E+02	6.30E+01			IV	150
VM-429	Válvula manual		P&ID-401	Nitrógeno	N-1050-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	7.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-430	Válvula manual		P&ID-401	Nitrógeno	N-1047-2"-CS	Mantenimiento	F510CSR66FS(039923646002)	UNS G10050	NIBCO	1.00	25.0	1.00	2.04E+02	1.97E+01			IV	150
VM-431	Válvula manual		P&ID-401	Ácido fosfórico	PA-1052-2"-SS	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	1.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-411	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-401	Ácido fosfórico	PA-1052-2"-SS	Cierre paso flujo	BL2SA3-100-PC-006	UNS S31600	TAMESON	1.00	25.0	1.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150
VM-432	Válvula manual		P&ID-401	Ácido fosfórico	PA-1052-2"-SS	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	1.00	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-433	Válvula manual		P&ID-401	Ácido fosfórico	PA-1053-2"-SS	Purgar	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	2.50	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VM-434	Válvula manual		P&ID-401	Ácido fosfórico	PA-1051-1"-SS	Mantenimiento	RS 764-4269	UNS S31600	RS pro	3/4	25.0	2.50	2.00E+02	6.89E+01			IV	150
VAG-404	Válvula controladora de globo	Cierre	P&ID-401	Ácido fosfórico	PA-1053-2"-SS	Regular flujo	D100022X012(ET VALVE)	UNS S31600	EMERSON	1.00	25.0	2.50	3.16E+02	1.10E+02	lineal	52.7	IV	150
VM-435	Válvula manual		P&ID-401	PEG	PG-1054-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	4.50	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VM-436	Válvula manual		P&ID-401	PEG	PG-1055-4"-SS-CL	Mantenimiento	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	3.00	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VM-437	Válvula manual		P&ID-401	PEG	PG-1055-4"-SS-CL	Purgar	660S200	UNS S31600	JP Fluid Control	2.00	120	3.00	2.20E+02	6.50E+01			IV	150
VM-438	Válvula manual		P&ID-401	Ácido fosfórico	PA-1053-2"-SS	Mantenimiento	BV5108	UNS S31600	Mars Valve Co. Ltd.	1.00	25.0	2.50	1.80E+02	6.89E+01			IV	150
VAB-412	Válvula automática de bola	Cierre	P&ID-401	PEG	PG-1055-4"-SS-CL	Cierre paso flujo	BL2SA3-200-PC-012	UNS S31600	TAMESON	2.00	120	3.00	1.80E+02	6.30E+01			V	150

4.5. Listado de instrumentos

A continuación, se muestra el listado de instrumentos del proyecto confeccionado.

Tabla 4.25. Listado de instrumentos 1

TAG	P&ID	Equipo o línea	Producto	Señal	Unión	Descripción	Tipo instrumento	Material	Diámetro	Fase	Temperatura de operación (°C)	Presión de operación (barA)	Modelo	Rango de medida	Precisión
LIT-101	P&ID-101	TK-101	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.00	Rosemount 3300	0.400-23.5m	± 0.2 in (5mm)
LIT-102	P&ID-101	TK-101	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.00	Rosemount 3301	0.400-23.5m	± 0.2 in (5mm)
PIT-101	P&ID-101	TK-101	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.00	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
PIT-102	P&ID-101	TK-101	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.00	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
TIT-101	P&ID-101	TK-101	PEG	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.00	DS33-200-6	-29.0-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
TIT-102	P&ID-101	PG-1010-6"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.00	DS33-200-6	-29.0-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
JIT-101	P&ID-101	M-101		AI	Bridada	Medidor de potencia			2"	-	-	-			
PIT-103	P&ID-101	PG-1020-6"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.50	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
LIT-103	P&ID-101	D-101	Liq. Barrera	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	1"	Líquido	20.0	7.00	Rosemount 3301	0.400-23.5m	± 0.2 in (5mm)
PIT-104	P&ID-101	N-1016-3/4"-CS	Nitrógeno	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	3/4"	Gas	25.0	7.00	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
PIT-105	P&ID-101	W-1022-2"-SS-CL	Agua	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	100	4.00	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
LI-101	P&ID-101	PG-1009-6"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Interruptor	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.50	LFV310-XXCBPXTL	117 mm	±2 mm
PIT-501	P&ID-501	ST-501	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	90.0	3.50	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
PIT-502	P&ID-501	ST-501	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	90.0	3.50	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
LIT-501	P&ID-501	ST-501	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	90.0	3.50	Rosemount 3300	0.400-23.5m	± 0.2 in (5mm)
LIT-502	P&ID-501	ST-501	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	90.0	3.50	Rosemount 3300	0.400-23.5m	± 0.2 in (5mm)
TIT-501	P&ID-501	ST-501	PEG	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	90.0	3.50	DS33-200-6	-29.0-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
JIT-501	P&ID-501	M-501	-	AI	-	Medidor de potencia			2"	-	-	-			
PIT-503	P&ID-501	PG-1100-6"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	90.0	4.50	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
LIT-503	P&ID-501	D-501	Liq. Barrera	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	1"	Líquido	20.0	7.00	Rosemount 3300	0.400-23.5m	± 0.2 in (5mm)
PIT-504	P&ID-501	N-1095-3/4"-CS	Nitrógeno	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	3/4"	Gas	25.0	7.00	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
JIT-502	P&ID-501	M-503	-	AI	-	Medidor de potencia			2"	-	-	-			
LIT-511	P&ID-510	F-501	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	120	6.00	Rosemount 3300	0.400-23.5m	± 0.2 in (5mm)
LIT-512	P&ID-510	F-501	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Horquilla vibr.	UNS S31600	2"	Líquido	120	6.00	Rosemount 2130		
PIT-511	P&ID-510	PG-1097-4"-SS-CL	PEG & PASTA	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.50	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
PIT-512	P&ID-510	PG-1106-2"-SS-CL		AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	120	6.00	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
JIT-511	P&ID-510	M-502	-	AI	-	Medidor de potencia				-	-	-			
PIT-513	P&ID-510	PG-1109-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	115	3.00	Kistler 601C	0.400-250barA	± 1% FSD
FIT-511	P&ID-510	PG-1109-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	115	3.00	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal
PIT-601	P&ID-601	TK-601	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	120	1.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
LIT-601	P&ID-601	TK-601	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	120	1.00	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
LIT-602	P&ID-601	TK-601	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	120	1.00	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
TIT-601	P&ID-601	TK-601	PEG	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	120	1.00	DS33-200-6	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
TIT-602	P&ID-601	PG-1063-6"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	120	1.00	DS33-200-6	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
JIT-601	P&ID-601	M-601	-	AI	Bridada	Medidor de potencia				-	-	-			
LIT-603	P&ID-601	D-601	Liq. Barrera	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	1"	Líquido	20.0	7.00	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)

Tabla 4.26. Listado de instrumentos 2

TAG	P&ID	Equipo o línea	Producto	Señal	Unión	Descripción	Tipo instrumento	Material	Diámetro	Fase	Temperatura de operación (°C)	Presión de operación (barA)	Modelo	Rango de medida	Precisión
PIT-603	P&ID-601	PG-1065-6"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	120.0	1.50	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
PIT-602	P&ID-601	N-1071-3/4"-CS	Nitrógeno	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Gas	25.0	7.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
PIT-604	P&ID-601	W-1074-2"-SS-CL	Water	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	100	4.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
FIT-701	P&ID-701	PG-1081-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	105	1.50	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal
PIT-701	P&ID-701	TV-701	Steam	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Gas	140	0.200	DAC-341	0.2-20barA	±0.25% FSD
PIT-702	P&ID-701	TV-701	Steam	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Gas	140	0.200	DAC-341	0.2-20barA	±0.25% FSD
HLIT-701	P&ID-701	TV-701	Steam	AI	Bridada	Medidor de nivel	Horquilla vibr.	UNS S31600	2"	Gas	140	0.200	Rosemount 2130		
PIT-703	P&ID-701	TV-701	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	140	0.200	DAC-341	0.2-20barA	±0.25% FSD
PIT-704	P&ID-701	TV-701	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	140	0.200	DAC-341	0.2-20barA	±0.25% FSD
TIT-701	P&ID-701	TV-701	PEG	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	140	0.200	DS33-200-6	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
TIT-702	P&ID-701	TV-701	PEG	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	140	0.200	DS33-200-7	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
LIT-701	P&ID-701	D-701	Liq. Barrera	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	1"	Líquido	20.0	7.00	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
PIT-705	P&ID-701	N-1120-3/4"-CS	Liq. Barrera	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	7.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
JIT-701	P&ID-701	M-701	-	AI		Medidor de potencia					-	-			
PIT-706	P&ID-701	W-1133--2"-SS-CL	Water	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	100	4.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
LI-701	P&ID-701	PG-1701-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Interruptor	UNS S31600	2"	Líquido	140	0.200	LFV310-XXCBPXPTL	117 mm	±2 mm
LIT-801	P&ID-801	TK-801	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
LIT-802	P&ID-801	TK-801	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
PIT-801	P&ID-801	TK-801	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
TIT-801	P&ID-801	TK-801	PEG	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	DS33-200-6	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
PIT-802	P&ID-801	PG-1144-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
PIT-803	P&ID-801	N-1148-3/4"-CS	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	7.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
LIT-803	P&ID-801	D-801	Liq. Barrera	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	20.0	7.00	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
PIT-301	P&ID-301	TK-301	A. acético	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.70	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
LIT-301	P&ID-301	TK-301	A. acético	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.70	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
LIT-302	P&ID-301	TK-301	A. acético	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.70	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
TIT-301	P&ID-301	TK-301	A. acético	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.70	DS33-200-6	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
TIT-302	P&ID-301	TK-301	A. acético	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.70	DS33-200-6	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
JIT-301	P&ID-301	M-301	-	AI	Bridada	Medidor de potencia					-	-			
PIT-302	P&ID-301	AA-1037-2"-SS	A. acético	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	2.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
LIT-303	P&ID-301	D-301	Liq. Barrera	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	20.0	7.00	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
PIT-303	P&ID-301	N-1043-3/4"-CS	Liq. Barrera	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	7.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
FIT-301	P&ID-301	PG-1036-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.50	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal
FIT-302	P&ID-301	AA-1037-2"-SS	A. acético	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	2.00	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal
PIT-401	P&ID-401	TK-401	A. fosfórico	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD

Tabla 4.27. Listado de instrumentos 3

TAG	P&ID	Equipo o línea	Producto	Señal	Unión	Descripción	Tipo instrumento	Material	Diámetro	Fase	Temperatura de operación (°C)	Presión de operación (barA)	Modelo	Rango de medida	Precisión
LIT-401	P&ID-401	TK-401	A. fosfórico	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.00	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
LIT-402	P&ID-401	TK-401	A. fosfórico	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.00	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
TIT-401	P&ID-401	TK-401	A. fosfórico	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.00	DS33-200-6	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
TIT-402	P&ID-401	TK-401	A. fosfórico	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.00	DS33-200-6	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
JIT-401	P&ID-401	M-401	-	AI	Bridada	Medidor de potencia									
PIT-402	P&ID-401	PA-1052-2"-SS	A. fosfórico	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	1.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
PIT-403	P&ID-401	PA-1053-2"-SS	A. fosfórico	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	2.50	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
FIT-401	P&ID-401	PG-1054-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	120	5.00	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal
FIT-402	P&ID-401	PA-1053-2"-SS	A. fosfórico	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	25.0	2.50	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal
LIT-411	P&ID-410	F-401	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	120	3.00	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
PIT-411	P&ID-410	F-401	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	120	3.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
PIT-412	P&ID-410	F-401	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	120	3.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
PIT-413	P&ID-410	PG-1180-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	120	1.50	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
FIT-411	P&ID-410	PG-1180-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	120	1.50	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal
PIT-1001	P&ID-1001	TK-1001	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
LIT-1001	P&ID-1001	TK-1001	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
LIT-1002	P&ID-1001	TK-1001	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
TIT-1001	P&ID-1001	TK-1001	PEG	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	DS33-200-6	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
TIT-1002	P&ID-1001	TK-1001	PEG	AI	Bridada	Medidor de temp.	Termoresistencia	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	DS33-200-6	-29-232°C	± 0.28°C de la temp. medida
PIT-1002	P&ID-1001	PG-1176-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	125	1.50	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
PIT-1003	P&ID-1001	W-1166-1"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de presión	Piezoléctrico	UNS S31600	2"	Líquido	100	4.00	Kistler 601C	0.4-250barA	± 1% FSD
LIT-1003	P&ID-1001	D-1001	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Radar	UNS S31600	2"	Líquido	20.0	7.00	Rosemount 3300	0.4-23.5m	± 0.2 in (5mm)
JIT-1001	P&ID-1001	M-1001	-	AI	Bridada	Medidor de potencia									
LIT-513	P&ID-510	F-501	PEG	AI	Bridada	Medidor de nivel	Horquilla vibr.	UNS S31600	2"	Líquido	120	6.00	Rosemount 2130		
FIT-801	P&ID-801	PG-1144-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	140	1.20	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	±0.1% de la vel. de caudal
FIT-101	P&ID-101	PG-1020-6"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	120	4.50	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal
FIT-601	P&ID-601	PG-1065-6"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	120	1.50	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal
FIT-1001	P&ID-1001	PG-1176-4"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	125	1.50	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal
FIT-501	P&ID-501	PG-1100-6"-SS-CL	PEG	AI	Bridada	Medidor de caudal	Coriolis	UNS S31600	2"	Líquido	90.0	4.50	OPTIM ASS 7400C	12030-560000 kg/h	± 0.1% de la vel. de caudal

4.6. Listado de equipos

A continuación, se muestra el listado de equipos del proyecto confeccionado.

Tabla 4.28. Listado de equipos 1

Equipo	Fluido	Área	P&ID	Descripción	Material del equipo	Material aislamiento	Espesor aislamiento (cm)	Presión trabajo (barA)	Presión de diseño (barA)	Presión de test (barA)	Temperatura de operación (°C)	Temperatura de diseño (°C)
TK-101	PEG	01-A	P&ID-101	Tanque de almacenamiento de producto de reacción	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	8.00	4.00	6.35	8.25	120	140
P-101	PEG	01-A	P&ID-101	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			5.50	6.50	8.45	120	140
HX-101	PEG	01-A	P&ID-101	Intercambiador de calor tubos y carcasa BEM	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	3.00	5.00	6.00	7.80	155	175
D-101	Water&propylenglycol (50/50)	01-A	P&ID-101	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-101	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	60.0	80.0
TK-201	PEG	01-B	P&ID-201	Tanque de almacenamiento de producto de reacción	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	8.00	5.00	6.00	7.80	120	140
P-201	PEG	01-B	P&ID-201	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			5.50	6.50	8.45	120	140
HX-201	PEG	01-B	P&ID-201	Intercambiador de calor tubos y carcasa BEM	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	3.00	5.00	6.00	7.80	155	175
D-201	Water&propylenglycol (50/50)	01-B	P&ID-201	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-201	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	25.0	45.0
TK-301	Ácido acético	02-A	P&ID-301	Tanque de almacenamiento de ácido acético	UNS S30400			1.70	2.70	3.51	25.0	45.0
P-301	Ácido acético	02-A	P&ID-301	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			2.00	3.00	3.90	25.0	45.0
D-301	Water&propylenglycol (50/50)	02-A	P&ID-301	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-301	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0
MX-301	PEG/Ácido acético	02-A	P&ID-301	Mezclador estático para neutralizar mezcla acética con PEG	UNS S31403	HLB 800 de FOAMGLAS®	2.00	3.00	4.00	5.20	120	140
TK-401	Ácido fosfórico	03-A	P&ID-401	Tanque de almacenamiento de ácido fosfórico	UNS S31400			1.00	2.00	2.60	25.0	45.0
P-401	Ácido fosfórico	03-A	P&ID-401	Bomba de desplazamiento positivo	UNS S31600			2.50	3.50	4.55	25.0	45.0
MX-401	PEG/Ácido fosfórico	03-A	P&ID-401	Mezclador estático para neutralizar mezcla fosfórica con PEG	UNS S31403	HLB 800 de FOAMGLAS®	2.00	3.00	4.00	5.20	120	140
TK-601	PEG	04-A	P&ID-601	Tanque de retención intermedio	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	8.00	1.00	2.00	2.60	120	140
P-601	PEG	04-A	P&ID-601	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			1.50	2.50	3.25	120	140
D-601	Water&propylenglycol (50/50)	04-A	P&ID-601	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-601	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0
HX-601	PEG	04-A	P&ID-601	Intercambiador de calor tubos y carcasa BEM	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	5.00	1.50	2.50	3.25	140	160
ST-501	Sólidos/PEG	05-A	P&ID-501	Tanque formación de pasta filtrante	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	6.00	3.50	4.50	5.85	90.0	110
P-501	PEG	05-A	P&ID-501	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			4.50	5.50	7.15	90.0	110
D-501	Water&propylenglycol (50/50)	05-A	P&ID-501	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-501	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0
F-501	PEG	06-A	P&ID-510	Filtro de candelas	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	5.00	6.00	7.16	9.31	120	140
P-502	PEG	06-A	P&ID-510	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			5.00	6.00	7.80	120	140
TV-701	PEG	07-A	P&ID-701	Torre de vacío	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	5.00	0.150	0.0500	0.0650	140	160
P-701	PEG	07-A	P&ID-701	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			1.00	2.00	2.60	140	160
D-701	Water&propylenglycol (50/50)	07-A	P&ID-701	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-701	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0
TK-801	PEG	08-A	P&ID-801	Tanque de retención final	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	8.00	1.00	2.00	2.60	140	160
P-801	PEG	08-A	P&ID-801	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			1.20	2.20	2.86	140	160
D-801	Water&propylenglycol (50/50)	08-A	P&ID-801	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-801	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0
TK-901	PEG	08-B	P&ID-801	Tanque de retención final	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	8.00	1.00	2.00	2.60	140	160
P-901	PEG	08-B	P&ID-801	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			1.20	2.20	2.86	140	160
D-901	Water&propylenglycol (50/50)	08-B	P&ID-801	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-901	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0
TK-1001	PEG	09-A	P&ID-1001	Tanque final de almacenamiento de producto	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	8.00	1.20	2.20	2.86	125	145
D-1001	Water&propylenglycol (50/50)	09-A	P&ID-1001	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-1001	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0
P-1001	PEG	09-A	P&ID-1001	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			1.50	2.50	3.25	125	145
TK-2001	PEG	09-B	P&ID-2001	Tanque final de almacenamiento de producto	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	8.00	1.20	2.20	2.86	125	145
D-2001	Water&propylenglycol (50/50)	09-B	P&ID-2001	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-2001	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0

Tabla 4.29. Listado de equipos 2

Equipo	Fluido	Área	P&ID	Descripción	Material del equipo	Material aislamiento	Espesor aislamiento (cm)	Presión trabajo (barA)	Presión de diseño (barA)	Presión de test (barA)	Temperatura de operación (°C)	Temperatura de diseño (°C)
P-2001	PEG	09-B	P&ID-2001	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			1.50	2.50	3.25	125	145
TK-3001	PEG	09-C	P&ID-3001	Tanque final de almacenamiento de producto	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	8.00	1.20	2.20	2.86	125	145
D-3001	Water&propylenglycol (50/50)	09-C	P&ID-3001	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-3001	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0
P-3001	PEG	09-C	P&ID-3001	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			1.50	2.50	3.25	125	145
TK-4001	PEG	09-D	P&ID-4001	Tanque final de almacenamiento de producto	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	8.00	1.20	2.20	2.86	125	145
D-4001	Water&propylenglycol (50/50)	09-D	P&ID-4001	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-4001	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0
P-4001	PEG	09-D	P&ID-4001	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			1.50	2.50	3.25	125	145
TK-5001	PEG	09-E	P&ID-5001	Tanque final de almacenamiento de producto	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	8.00	1.20	2.20	2.86	125	145
D-5001	Water&propylenglycol (50/50)	09-E	P&ID-5001	Botellón presurizado del cierre mecánico de la bomba centrífuga P-5001	UNS S31600			7.00	8.00	10.4	35.0	55.0
P-5001	PEG	09-E	P&ID-5001	Bomba centrífuga con doble cierre mecánico	UNS S31600			1.50	2.50	3.25	125	145
F-401	PEG	10-A	P&ID-410	Filtro de cartuchos	UNS S31600	HLB 800 de FOAMGLAS®	5.00	3.00	4.00	5.20	120	140

4.1. Diseño Rundown Tank TK-101/TK-201

El Rundown Tank es diseñado de acuerdo la normativa ASME (*American Society of Mechanical Engineers*), sección VIII, división I^[43]. En el Anexo A.8 se encuentran los cálculos seguidos. En la Tabla 4.30 se muestran los resultados obtenidos para cada una de las partes del tanque.

Tabla 4.30. Espesores del tanque

Parte del tanque	Espesor del tanque(mm)
Cuerpo cilíndrico	8.00
Cabezal superior	2.75
Cabezal inferior	2.44

4.2. Diseño filtro F-501

El filtro de candelas F-501 es diseñado según la normativa ASME (*American Society of Mechanical Engineers*), sección VIII, división I. En el Anexo A.9 se encuentran los cálculos seguidos. En la Tabla 4.31 se muestran los resultados obtenidos para cada una de las partes del filtro.

Tabla 4.31. Espesores del filtro

Parte del filtro	Espesor del filtro(mm)
Cuerpo cilíndrico	9.80
Cabezal elipsoidal	9.90
Parte cónica	11.1

4.3. Diseño bomba centrífuga P-801

A continuación, se puede observar la curva que tendrá la bomba seleccionada. Los cálculos seguidos se encuentran en el Anexo A.9.

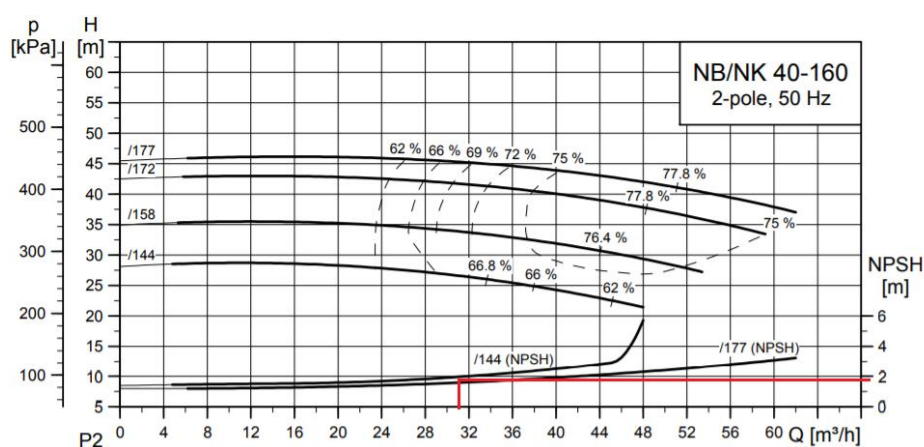


Figura 4.15. Obtención del valor del NPSH requerido

Como se puede observar, el valor aproximado del NPSH requerido es de 1.80m, por lo tanto, como el NPSH disponible es mayor al requerido, la bomba no cavitará.

4.4. Hojas de especificación

A continuación, se muestran las hojas de especificación de los equipos del proceso.

4.4.1. *Rundown Tank*

PROYECTO		Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN			N°			
EMPRESA		DOW	Tanques			HOJA N°	1 de 2		
FABRICA			TFG2012			FECHA	05/05/2020		
PLANTA						PREPARADO	David Martin		
ITEM		TK-101				REVISADO	Carlos Carne		
SERVICIO		Almacenamiento del PEG en la salida del Reactor				APROBADO	José Maria T.		
						N° UNIDADES	2		
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Almacenamiento del PEG en la salida del Reactor							
	PRODUCTO	PEG 300, PEG 400, PEG 600, PEG 1000 y PEG1350							
	CAUDAL LLENADO	192,00	m ³ /h						
	CAUDAL VACIADO	34,70	m ³ /h						
	TEMPER.	120,00	°C						
	PRESIÓN	4,00	kg/cm ²						
	DENSIDAD	1250	kg/m ³						
TIPO	TANQUE	Tanque metálico de chapa lisa							
	TECHO	Semiesférico							
	FONDO	Semiesférico							
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIÁMETRO	5,00	m	DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS		Código ASME, sección VIII, D1	
		LONG / ALT.	16,00	m		CONDICIONES DE DISEÑO		Código ASME B16.5	
		ESPESOR	10,00	mm		TEMPERAT.	140	°C	
	FONDOS	SUPERIOR	Semiesférico			PRESION	6,35	kg/cm ²	
		INFERIOR	Semiesférico			DENSIDAD	1250	kg/m ³	
	VOL. / PESO	VOL. UTIL	240,55	m ³		PRESION DE PRUEBA	HIDRAULICA	8,25	bar
		VOL. TOTAL	283,00	m ³		NEUMÁTICA	-	-	
	PESO	10616,42	kg	ESPESOR DE CORROSION		-	mm		
	INSTALACION	Vertical					EFICACIA DE SOLDADURA	100%	
	AISLAMIENTO	Vidrio celular (HLB 800 de FOAMGLAS®)					ALIVIO DE TENSIONES	-	
PINTURA	-					RADIOGRAFIADO	100%		
MATERIALES			DESCRIPCIÓN		COMENTARIOS				
	CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316						
	TAPAS/FONDOS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316						
	BRIDAS CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316						
	BRIDAS TUBULADUR.	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316						
	TUBULADURAS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316						
	TORNILLOS/TUERCAS INT.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301						
	TORNILLOS/TUERCAS EXTER.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301						
JUNTAS INTERIOR	junta espirometálica PTFE		KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmáx 260°C y Pmáx 100 bar)						
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO		D.N.	RATING			
	E101	1	Entrada de la recirculación procedente del Check Tank Final (PG-1001-4"-SS-CL)		4"	150			
	E102	1	Boca de entrada auxiliar		4"	150			
	E103	1	Entrada de producto procedente del reactor (PG-1003-6"-SS-CL)		6"	150			
	E104	1	Entrada de pad de nitrógeno (N-1004-2"-CS)		2"	150			
	E105	1	Entrada de la recirculación procedente del TK-601 (PG-1027-2"-SS-CL)		2"	150			
	E106	1	Boca de hombre		20"	150			
	E107	1	Entrada de la recirculación del intercambiador HX-101 (PG-1026-3"-SS-CL)		3"	150			
	L101	1	Señal de transmisión analógico PIT-101		2"	150			
	L102	1	Señal de transmisión analógico LIT-101		2"	150			
	L103	1	Señal de transmisión analógico LIT-102		2"	150			
	L104	1	Señal de transmisión analógico PIT-102		2"	150			
	L105	1	Señal de transmisión analógico TIT-101		2"	150			
	S101	1	Salida válvula PSV(N-1007-2"-CS-CL)		2"	150			
	S102	1	Salida de depad de nitrógeno (N-1006-1"-CS-CL)		1"	150			
	S103	1	Salida de disco de ruptura hacia lugar seguro en la atmosfera (N-1350-2"-CS-CL)		2"	150			
	S104	1	Boca de salida auxiliar		2"	150			
S105	1	Boca de salida auxiliar		4"	150				
S106	1	Descarga de producto por fondo del tanque (PG-1009-6"-SS-CL)		6"	150				
NOTAS	Boca de hombre que dispone de sistema "DAVIT", se aflojan los tornillos y se gira la boca hacia un lado								
	Calefacción mediante un intercambiador externo BEM que mantenga la temperatura de 120°C en la pared del tanque								
	El tanque tiene cada 1.50 m sujeciones en la pared externa para sujetar el calorifugado de 80 mm								
	Se dispone de un vortex breaker a la salida del tanque que evita que se forme un régimen turbulento que dañe a la bomba de descarga.								
	Para subir a la parte superior del tanque se tiene una escalera en forma de caracol por seguridad.								
El tanque dispone de tres sujeciones ancladas al suelo para favorecer la estabilidad									
El tanque dispone de anillos de refuerzo al ser muy largo para soportar las cargas que ejerce el viento									
Patatas soldadas al tanque									

Figura 4.16. Hoja especificación *Rundown Tank*

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alkoxylos.

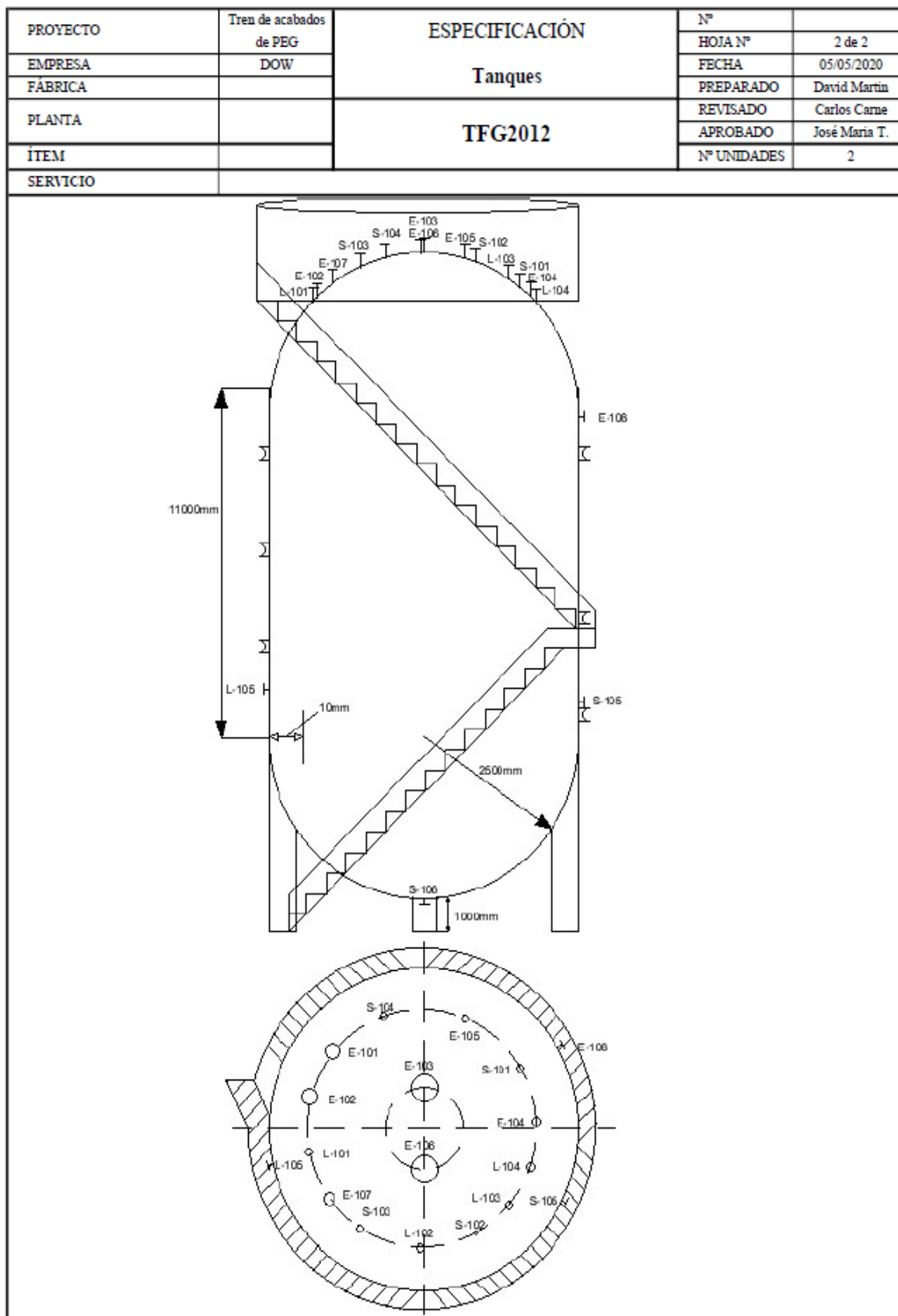


Figura 4.17. Hoja especificación *Rundown Tank*

4.4.2. Tanque ácido acético

PROYECTO	Tren acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN			N°				
EMPRESA	DOW	Tanques			HOJA N°	1 de 2			
FABRICA		TFG2012			FECHA	05/05/2020			
PLANTA					PREPARADO	José María T.			
ITEM	TK-301				REVISADO	Carlos Carne			
SERVICIO	Almacenamiento ácido acético				APROBADO	David Martín			
					N° UNIDADES	1			
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Almacenamiento de ácido acético para efectuar una neutralización de PEG							
	PRODUCTO	Ácido acético							
	CAUDAL LLENADO	23,83	m ³ /h						
	CAUDAL VACIADO	3,22	m ³ /h						
	TEMPER.	25	°C						
	PRESIÓN	1,70	kg/cm ²						
TIPO	DENSIDAD	1.049,00	kg/m ³						
	TANQUE	Tanque metálico de chapa lisa							
	TECHO	Semiesférico							
FONDO	Semiesférico								
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIAMETRO	2,20	m	DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	Codigo ASME, sección VIII, D1		
	LONG. / ALT.	7,20	m	Codigo ASME B16.5					
	ESPESOR	5,00	mm	CONDICIONES DE DISEÑO		TEMPERAT.	45	°C	
	FONDOS	SUPERIOR	Semiesférico			PRESIÓN	2,7	kg/cm ²	
		INFERIOR	Semiesférico			DENSIDAD	1055	kg/m ³	
	VOL. / PESO	VOL. UTIL	24,00	m ³		PRESIÓN DE PRUEBA	HIDRAÚLICA	3,9	bar
		VOL. TOTAL	30,00	m ³		NEUMÁTICA	-		
		PESO	1041,661	kg		ESPESOR DE CORROSIÓN	-	mm	
	INSTALACIÓN	Vertical					EFICACIA DE SOLDADURA	100%	
	AISLAMIENTO	-					ALIVIO DE TENSIONES	-	
PINTURA	-					RADIOGRAFIADO	100%		
MATERIALES			DESCRIPCIÓN		COMENTARIOS				
	CUERPO	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)		Acero inoxidable AISI 304					
	TAPAS/FONDOS	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)		Acero inoxidable AISI 304					
	BRIDAS CUERPO	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)		Acero inoxidable AISI 304					
	VALONA BRIDAS CUERPO	-		-					
	BRIDAS TUBULADUR.	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)		Acero inoxidable AISI 304					
	TUBULADURAS	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)		Acero inoxidable AISI 304					
	TORNILLOS/TUERCAS INT.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)		Acero Inoxidable AISI 301					
TORNILLOS/TUERCAS EXTER.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)		Acero Inoxidable AISI 301						
JUNTAS INTERIOR	junta espirometálica PTFE		KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmáx 260°C y Pmax 100 bar)						
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO		D.N.	RATING			
	E301	1	Entrada de ácido acético al tanque del camión cisterna (AA-1029-3"-SS)		3"	150,00			
	L301	1	Señal de transmisión analógico PIT-301		2"	150,00			
	S301	1	Válvula PVRV (N-1030-2"-CS)		2"	150,00			
	S302	1	Salida de depad de nitrógeno hacia filtro de carbón activo (N-1031-1"-CS)		1"	150,00			
	S303	1	Válvula ERV hacia filtro de carbón activo (N-1031-1"-CS)		1"	150,00			
	E302	1	Entrada de pad de nitrógeno (N-1033-2"-CS)		2"	150,00			
	L302	1	Señal de transmisión analógico LIT-301		2"	150,00			
	L303	1	Señal de transmisión analógico LIT-302		2"	150,00			
	E303	1	Boca de hombre		20"	150,00			
	S304	1	Boca de salida auxiliar		2"	150,00			
	E304	1	Boca de entrada auxiliar		2"	150,00			
	L304	1	Señal de transmisión analógico TIT-301		2"	150,00			
	L305	1	Señal de transmisión analógico TIT-302		2"	150,00			
	S305	1	Descarga de ácido acético por fondo del tanque (AA-1035-2"-SS)		2"	150,00			
NOTAS	Boca de hombre que dispone de sistema "DAVIT", se aflojan los tornillos y se gira la boca hacia un lado								
	El tanque dispone de tres sujeciones ancladas al suelo para favorecer la estabilidad								
	El tanque tiene cada 1.50 m sujeciones en la pared externa para sujetar el calorifugado de 50 mm								
	El tanque dispone de un cubeto a su alrededor para evitar posibles derrames debido a su peligrosidad								

Figura 4.18. Hoja de especificación del tanque de ácido acético

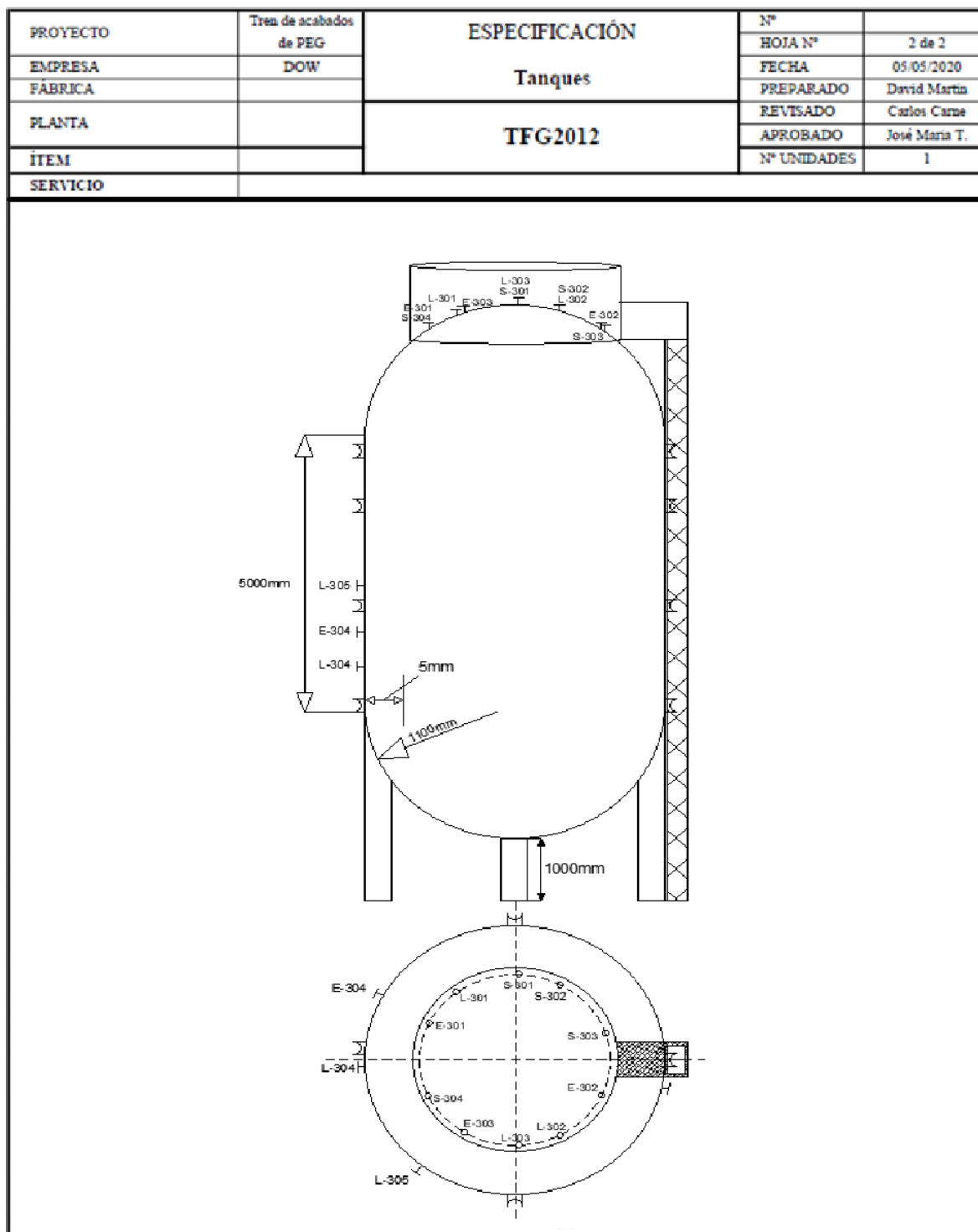


Figura 4.19. Hoja de especificación del tanque de ácido acético

4.4.3. Mezclador estático para neutralizar PEG con ácido acético

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN		Nº		
EMPRESA	DOW	Mezclador Estático		HOJA Nº	1 de 2	
FÁBRICA		TFG2012		FECHA	05/05/2020	
PLANTA				PREPARADO	José María T.	
ITEM	MX-301 <th colspan="2"></th> <th>REVISADO</th> <td>Carlos Carne</td>			REVISADO	Carlos Carne	
SERVICIO	Neutralización de PEG con ácido acético <th colspan="2"></th> <th>APROBADO</th> <td>David Martín</td>			APROBADO	David Martín	
				Nº UNIDADES	1	
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Neutralización del corriente de PEG en contacto con ácido acético				
	CANTIDAD EN OPERACIÓN	51020,7	kg			
	TIPO	Flujo de División: Helicoidal				
	FLUIDO 1	Acido acético				
	CAUDAL	8020,7	kg/h			
	PRESIÓN OPERACIÓN	2,04	kg/cm2			
	TEMPERATURA OPERACIÓN	25,00	°C			
	DENSIDAD	1055	kg/m3			
	VISCOSIDAD	0,97	cP			
	FLUIDO 2	PEG				
	CAUDAL	45000	kg/h			
	PRESIÓN OPERACIÓN	5,10	kg/cm2			
	TEMPERATURA OPERACIÓN	120,00	°C			
	DENSIDAD	1250	kg/m3			
VISCOSIDAD	15,48	cP				
CONDICIONES DE SALIDA						
PÉRDIDA DE CARGA (Admisible)		0,50	kg/cm2			
DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	Codigo ASME, sección VIII, D1				
		Codigo ASME B16.5				
	CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT.	140	°C		
		PRESIÓN	4	kg/cm2		
	PRESIÓN DE PRUEBA	DENSIDAD	1229,12	kg/m3		
		HIDRAÚLICA	5,30252	kg/cm2		
		NEUMÁTICA	-			
	FABRICANTE	NORDSON				
INSTALACIÓN	Horizontal					
CONEXIÓN	Bridado					
LONGITUD	1m					
MATERIALES			DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS		
	CUERPO	ASTM A240 GR.304L(UNS S31403)	Acero Inoxidable AISI 304L			
	TUBULADURAS	ASTM A240 GR.304L(UNS S31403)	Acero Inoxidable AISI 304L			
	BRIDAS CUERPO	ASTM A240 GR.304L(UNS S31403)	Acero Inoxidable AISI 304L			
	BRIDAS TUBULADUR.	ASTM A240 GR.304L(UNS S31403)	Acero Inoxidable AISI 304L			
	BRIDAS TUBULADUR.	ASTM A240 GR.304L(UNS S31403)	Acero Inoxidable AISI 304L			
	INTERNOS					
	TORNILLOS/TUERCAS INT.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301			
	TORNILLOS/TUERCAS EXTER.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301			
	JUNTAS INTERIOR	junta espirometálica PTFE	KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmáx 260°C y Pmáx 100 bar)			
JUNTAS EXTERNAS	junta espirometálica PTFE	KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmáx 260°C y Pmáx 100 bar)				
SOPORTES EXTERIORES	-					
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO	D.N.	RATING	
	E310	1	Entrada de ácido acético (AA-1037-2"-SS)	4	150,00	
	E311	1	Entrada de PEG del Rundown Tank (PG-1036-4"-SS-CL)	2	150,00	
	S310	1	Salida del PEG neutralizado (PG-1045-4"-SS-CL)	4	150,00	
NOTAS	Conexión con líneas de proceso					
	Interior del mezclador estático mejora el mezclado evitando puntos muertos y mejorando la uniformidad del producto					
	El mezclador estático dispone de 6 elementos de torsión de un ancho de 150 mm y una altura de 98 mm					
El mezclador cuenta con alabes helicoidales aleteados que se alternan en óvalos o semióvalos						

Figura 4.20. Hoja de especificación mezclador estático ácido acético

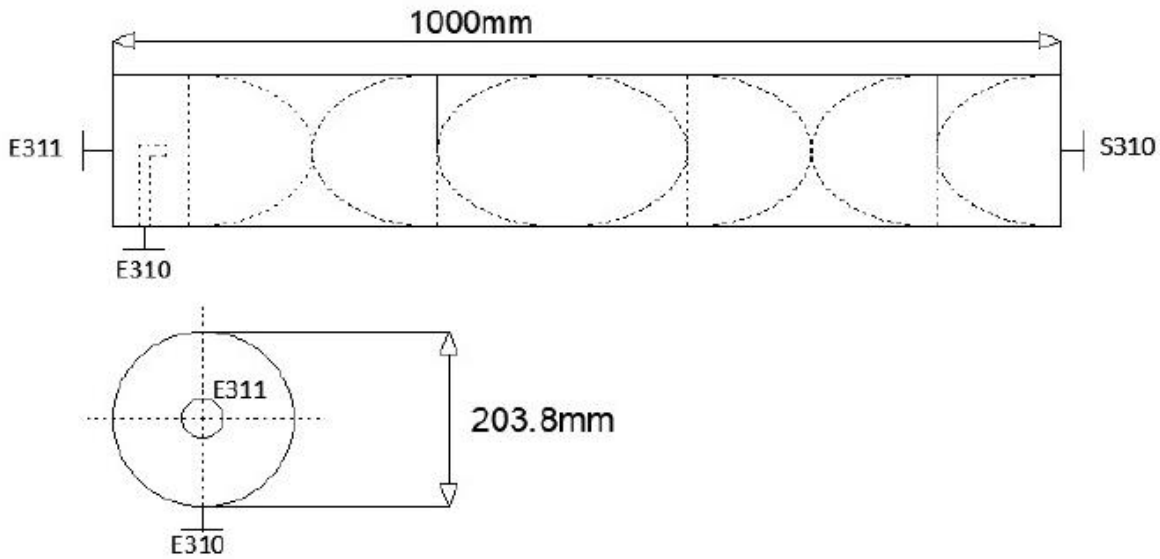

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN	N°	
EMPRESA	DOW		HOJA N°	2 de 2
FÁBRICA		Mezclador Estático	FECHA	05/05/2020
PLANTA			PREPARADO	David Martin
ÍTEM		TFG2012	REVISADO	Carlos Carne
SERVICIO			APROBADO	José Maria T.
			N° UNIDADES	1
				
<p>NOTAS</p> <p>La geometría del mezclador estatico especificado se encuentra representada en la siguiente Figura</p> 				

Figura 4.21. Hoja de especificación mezclador estático ácido acético

4.4.4. Tanque ácido fosfórico

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN			N°				
EMPRESA	DOW	Tanques			HOJA N°	1 de 2			
FÁBRICA		TFG2012			FECHA	05/05/2020			
PLANTA					PREPARADO	José María T.			
ITEM	TK-401				REVISADO	Carlos Came			
SERVICIO	Tanque API para el almacenamiento de ácido fosfórico			APROBADO	David Martín				
					N° UNIDADES	1			
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Tanque ácido fosfórico							
	PRODUCTO	Acido fosfórico							
	CAUDAL LLENADO	23,83	m3/h						
	CAUDAL VACIADO	3,22	m3/h						
	TEMPER.	25	°C						
	PRESIÓN	1,02	kg/cm2						
TIPO	DENSIDAD	1.880,00	kg/m3						
	TANQUE	API							
	TECHO	Cónico							
FONDO	Inclinado (1%)								
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIAMETRO	4,00	m	API 650 Código ASME B16.5				
		LONG. / ALT.	2,70	m					
		ESPESOR	5,00	mm					
	FONDOS	SUPERIOR	Cónico			CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT.	45	°C
		INFERIOR	Inclinado (1%)			PRESIÓN DE PRUEBA	PRESION	2	kg/cm2
	VOL. / PESO	VOL. UTIL	30,00	m3		DENSIDAD	1880	kg/m3	
		VOL. TOTAL	34,50	m3		HIDRAÚLICA	2,6	bar	
		PESO	1178,57	kg		NEUMÁTICA	-		
	INSTALACIÓN	Vertical			ESPESOR DE CORROSIÓN		-	mm	
	AISLAMIENTO	-			EFICACIA DE SOLDADURA		100%		
PINTURA	-			ALIVIO DE TENSIONES		-			
				RADIOGRAFIADO		100%			
MATERIALES			DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS					
	CUERPO		ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	Acero Inoxidable AISI 304					
	TAPAS/FONDOS		ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	Acero Inoxidable AISI 304					
	BRIDAS CUERPO		ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	Acero Inoxidable AISI 304					
	VALONA BRIDAS CUERPO		-	-					
	BRIDAS TUBULADUR.		ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	Acero Inoxidable AISI 304					
	TUBULADURAS		ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	Acero Inoxidable AISI 304					
	TORNILLOS/TUERCAS INT.		ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301					
TORNILLOS/TUERCAS EXTER.		ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301						
JUNTAS INTERIOR		junta espirometálica PTFE	KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmáx 260°C y Pmáx 100 bar)						
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO	D.N.	RATING				
	E-401	1	Entrada de ácido acético al tanque (PA-1046-3"-SS)	3"	150,00				
	L-401	1	Señal de transmisión analógico PIT-401	2"	150,00				
	S-401	1	Válvula PVRV (N-1047-2"-CS)	2"	150,00				
	S-402	1	Salida de depad de nitrógeno (N-1048-1"-CS)	1"	150,00				
	S-403	1	Válvula ERV	2"	150,00				
	E-402	1	Entrada de pad de nitrógeno (N-1050-2"-CS)	2"	150,00				
	L-402	1	Señal de transmisión analógico LIT-401	2"	150,00				
	L-403	1	Señal de transmisión analógico LIT-402	2"	150,00				
	E-403	1	Boca de hombre	20"	150,00				
	S-404	1	Boca de salida auxiliar	2"	150,00				
	E-404	1	Entrada recirculación de la bomba desplaz. Positivo (PA-1051-1"-SS)	1"	150,00				
	L-404	1	Señal de transmisión analógico TIT-401	2"	150,00				
	E-405	1	Boca de entrada auxiliar	4"	150,00				
	L-405	1	Señal de transmisión analógico TIT-402	2"	150,00				
S-405	1	Boca de salida auxiliar	4"	150,00					
S-406	1	Salida ácido acético para bombear hacia el mezclador estático (PA-1052-2"-SS)	2"	150,00					
NOTAS	Boca de hombre que dispone de sistema "DAVIT", se aflojan los tornillos y se gira la boca hacia un lado								
	Tanque con pendiente de un 1% que facilita el drenado								
	La tapa plana del tanque no está soldada								
	El tanque tiene cada 1.50 m sujeciones en la pared externa para sujetar el calorifugado de 50 mm								

Figura 4.22. Hoja de especificación del tanque ácido fosfórico

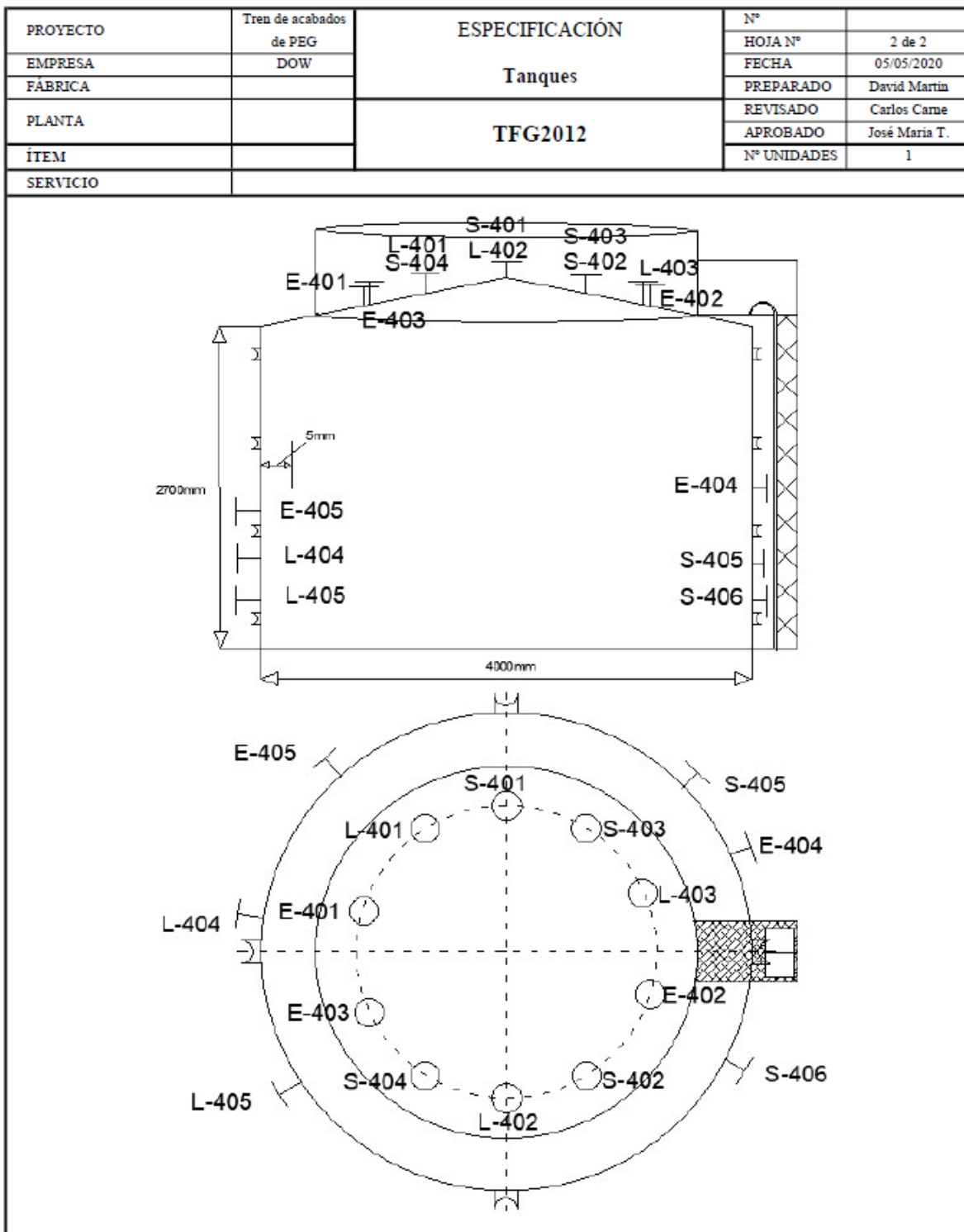


Figura 4.23. Hoja de especificación del tanque ácido fosfórico

4.4.5. Mezclador estático para neutralizar PEG con ácido fosfórico

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN		N°		
EMPRESA		Mezclador Estático		HOJA N°	1 de 1	
FÁBRICA		TFG2012		FECHA	07/05/2020	
PLANTA				PREPARADO	Carlos Carne	
ITEM	MX-401 <th colspan="2"></th> <th>REVISADO</th> <td>David Martin</td>			REVISADO	David Martin	
SERVICIO	Mezclador estático para neutralizar una mezcla de ácido fosfórico con PEG				APROBADO	José Maria Tirado
				N° UNIDADES	1	
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Mezclador estático para neutralizar una mezcla de ácido fosfórico con PEG				
	CANTIDAD EN OPERACIÓN	48274,9	kg			
	TIPO	Flujo de División Helicoidal				
	FLUIDO 1	Acido fosfórico				
	CAUDAL	3274,87	kg/h			
	PRESIÓN OPERACIÓN	2,5	kg/cm ²			
	TEMPERATURA OPERACIÓN	25	°C			
	DENSIDAD	1685	kg/m ³			
	VISCOSIDAD	21,50	cP			
	FLUIDO 2	PEG				
	CAUDAL	45000	kg/h			
	PRESIÓN OPERACIÓN	5	kg/cm ²			
	TEMPERATURA OPERACIÓN	120	°C			
	DENSIDAD	1250	kg/m ³			
VISCOSIDAD	15,48	cP				
CONDICIONES DE SALIDA						
PÉRDIDA DE CARGA (Admisible)		0,50	kg/cm ²			
DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	Codigo ASME, sección VIII, D1 Código ASME B16.5				
	CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT.	140	°C		
		PRESIÓN	4	kg/cm ²		
		DENSIDAD	1276,63	kg/m ³		
	PRESIÓN DE PRUEBA	HIDRAULICA	5,2			
		NEUMATICA	-			
	FABRICANTE	NORDSON				
	INSTALACION	Horizontal				
CONEXIÓN	Bridado					
LONGITUD	1m					
MATERIALES			DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS		
	CUERPO	ASTM A240 GR.304L(UNS S31403)	Acero Inoxidable AISI 304L			
	TUBULADURAS	ASTM A240 GR.304L(UNS S31403)	Acero Inoxidable AISI 304L			
	BRIDAS CUERPO	ASTM A240 GR.304L(UNS S31403)	Acero Inoxidable AISI 304L			
	BRIDAS TUBULADUR.	ASTM A240 GR.304L(UNS S31403)	Acero Inoxidable AISI 304L			
	BRIDAS TUBULADUR.	ASTM A240 GR.304L(UNS S31403)	Acero Inoxidable AISI 304L			
	INTERNOS					
	TORNILLOS/TUERCAS INT.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301			
	TORNILLOS/TUERCAS EXTER.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301			
	JUNTAS INTERIOR	junta espirometálica PTFE	KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tunús 260°C y Pmax 100 bar)			
JUNTAS EXTERNAS	junta espirometálica PTFE	KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tunús 260°C y Pmax 100 bar)				
SOPORTES EXTERIORES	-					
TUBULAD.	MARCA	CANT.	SERVICIO	D.N.	RATING	
	E405	1	Entrada de ácido fosfórico (PA-1053-2°-SS)	2"	150	
	E406	1	Entrada de PEG del Rundown Tank (PG-1054-4°-SS-CL)	4"	150	
	S407	1	Salida del PEG neutralizado (PG-1055-4°-SS-CL)	4"	150	
NOTAS	Conexión con líneas de proceso					
	Interior del mezclador estático mejora el mezclado evitando puntos muertos y mejorando la uniformidad del producto					
	El mezclador estático dispone de 6 elementos de torsión de un ancho de 150 mm y una altura de 98 mm					
El mezclador cuenta con alabes helicoidales aleteados que se alternan en óvalos o semióvalos						

Figura 4.24. Hoja de especificación del mezclador estático de ácido fosfórico

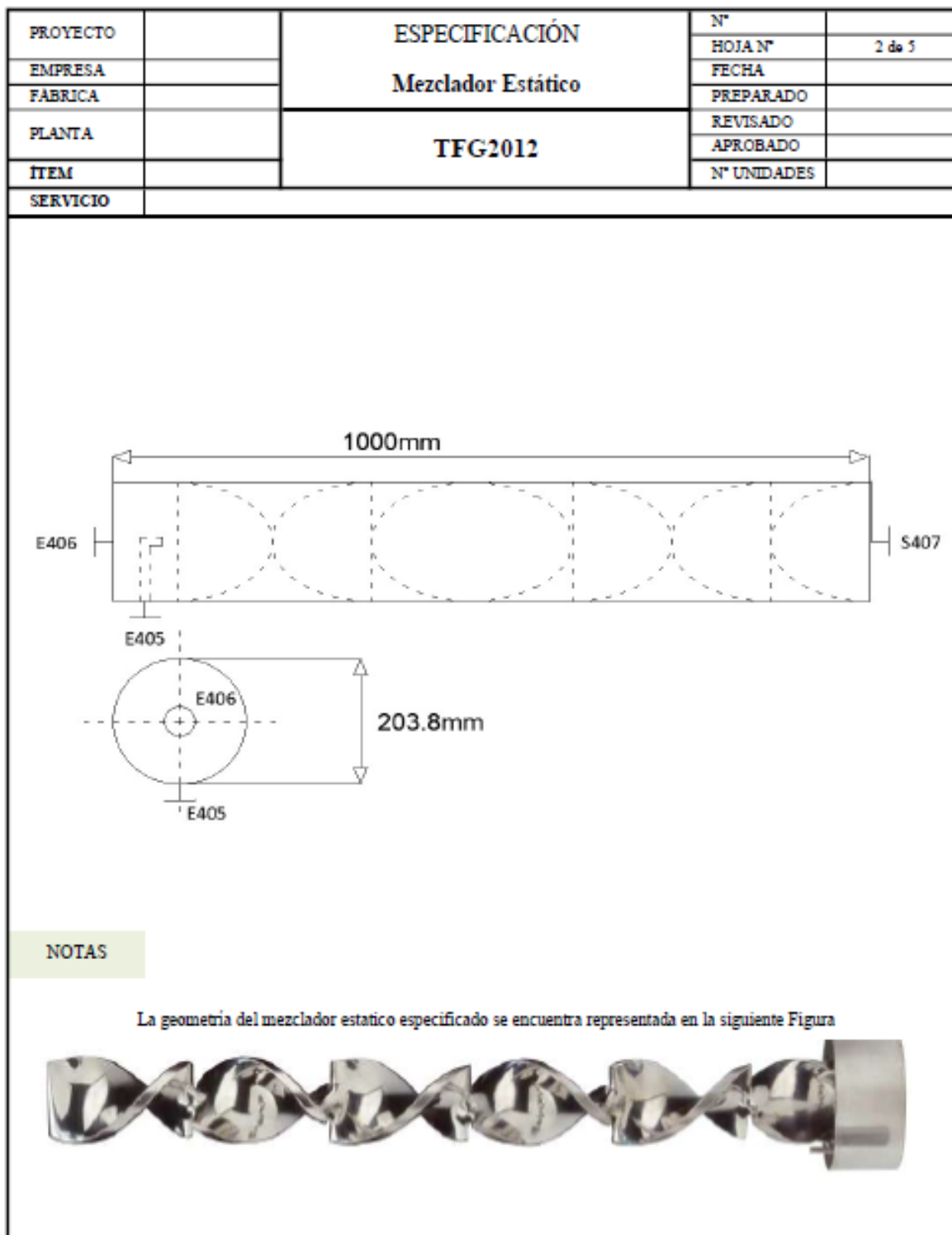


Figura 4.25. Hoja de especificación del mezclador estático de ácido fosfórico

4.4.6. Filtro de cartuchos

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN			N°			
EMPRESA	DOW	Filtro			HOJA N°	1 de 2		
FÁBRICA		TFG2012			FECHA	05/05/2020		
PLANTA					PREPARADO	David Martin		
ÍTEM	F-401				REVISADO	Carlos Carne		
SERVICIO	Filtro de cartuchos				APROBADO	José Maria T.		
					N° UNIDADES	1		
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Filtro de cartuchos						
	PRODUCTO	PEG						
	TEMPERATURA	120,00		°C				
	PRESIÓN	3,00		kg/cm2				
	DENSIDAD	1.250,00		kg/m3				
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIAMETRO	3,50	m	DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	Codigo ASME, sección VIII, D1	
		LONG. / ALT.	4,60	m			Codigo ASME B16.5	
		ESPESOR	5,00	mm		CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT.	140 °C
	FONDOS	SUPERIOR	Semielíptico			PRESIÓN	4 kg/cm2 g	
		INFERIOR	Semielíptico			DENSIDAD	1250 kg/m3	
	VOL. / PESO	VOL. UTIL	34,00 m3			PRESIÓN DE PRUEBA	HIDRAULICA	5,2
		VOL. TOTAL	35,00 m3			NEUMÁTICA	-	
		PESO	1947,13 kg			ESPESOR DE CORROSIÓN	-	mm
	INSTALACION	Vertical		EFICACIA DE SOLDADURA		100%		
	AISLAMIENTO	Vidrio celular(HLB 800 de FOAMGLAS®)		RADIOGRAFIADO		100%		
MATERIALES			DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS				
	CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316				
	TAPAS/FONDOS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316				
	BRIDAS CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316				
	VALONA BRIDAS CUERPO	-		-				
	BRIDAS TUBULADUR.	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316				
	TUBULADURAS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316				
	TORNILLOS/TUERCAS INT.	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)		Acero inoxidable AISI 304				
	TORNILLOS/TUERCAS EXTER.	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)		Acero inoxidable AISI 304				
	JUNTAS INTERIOR	junta espirometálica PTFE		KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmáx 260°C y Pmax 100 bar)				
JUNTAS EXTERNAS	junta espirometálica PTFE		KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmáx 260°C y Pmax 100 bar)					
SOPORTES EXTERIORES	ASTM A510 GR.1005(UNS G10050)		Acero al carbono AISI 1005					
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO	D.N.	RATING			
	E-451	1	Entrada de PEG procedente del mixer MX-401 (PG-1055-4"-SS-CL)	4"	150,00			
	E-452	1	Boca de entrada auxiliar	2"	150,00			
	L-451	1	Señal de transmisión analógico LIT-411	2"	150,00			
	L-452	1	Señal de transmisión analógico PIT-411	2"	150,00			
	L-453	1	Señal de transmisión analógico PIT-412	2"	150,00			
	S-451	1	Ventoeo hacia lugar seguro en atmosfera (N-1179-2"-CS-CL)	2"	150,00			
	S-452	1	Boca de salida auxiliar	2"	150,00			
	E-453	1	Entrada de condensado para limpieza de cartuchos (W-1177-2"-SS)	2"	150,00			
	S-454	1	Salida de PEG filtrado hacia Check Tank Intermedio (PG-1180-4"-SS-CL)	4"	150,00			
S-453	1	Salida de residuo producido durante la filtración (Waste-1178-20"-SS-CL)	20"	150,00				
NOTAS	El filtro tiene sujeciones en la pared externa para sujetar el calorifugado de 50 mm							
	El filtro contiene 8 registros de cartuchos							
	En el primer registro habrá 2 cartuchos, en el segundo 4 cartuchos, en el tercero 5 cartuchos, en el cuarto 6 cartuchos, en el quinto 6 cartuchos, en el sexto 5 cartuchos, en el séptimo 4 cartuchos y en el octavo 2 cartucho							
	Cabezal semielíptico removible							
	Tubería vertical en la entrada del producto al filtro para que se distribuya uniformemente por todos los cartuchos							
	Placa de sujeción horizontal metálica para los cartuchos de filtración							
	Disposición de canal interior con el que desechar el residuo que se quede depositado en la placa de sujeción							
	El filtro se encuentra a altura y por debajo suyo hay un recipiente en el que contener el residuo que se desecha							
En el centro de la placa existe una rosca de mayor diámetro para facilitar la extracción del residuo por fondo. No habrá cartucho en ella								

Figura 4.26. Hoja de especificación del filtro de cartuchos

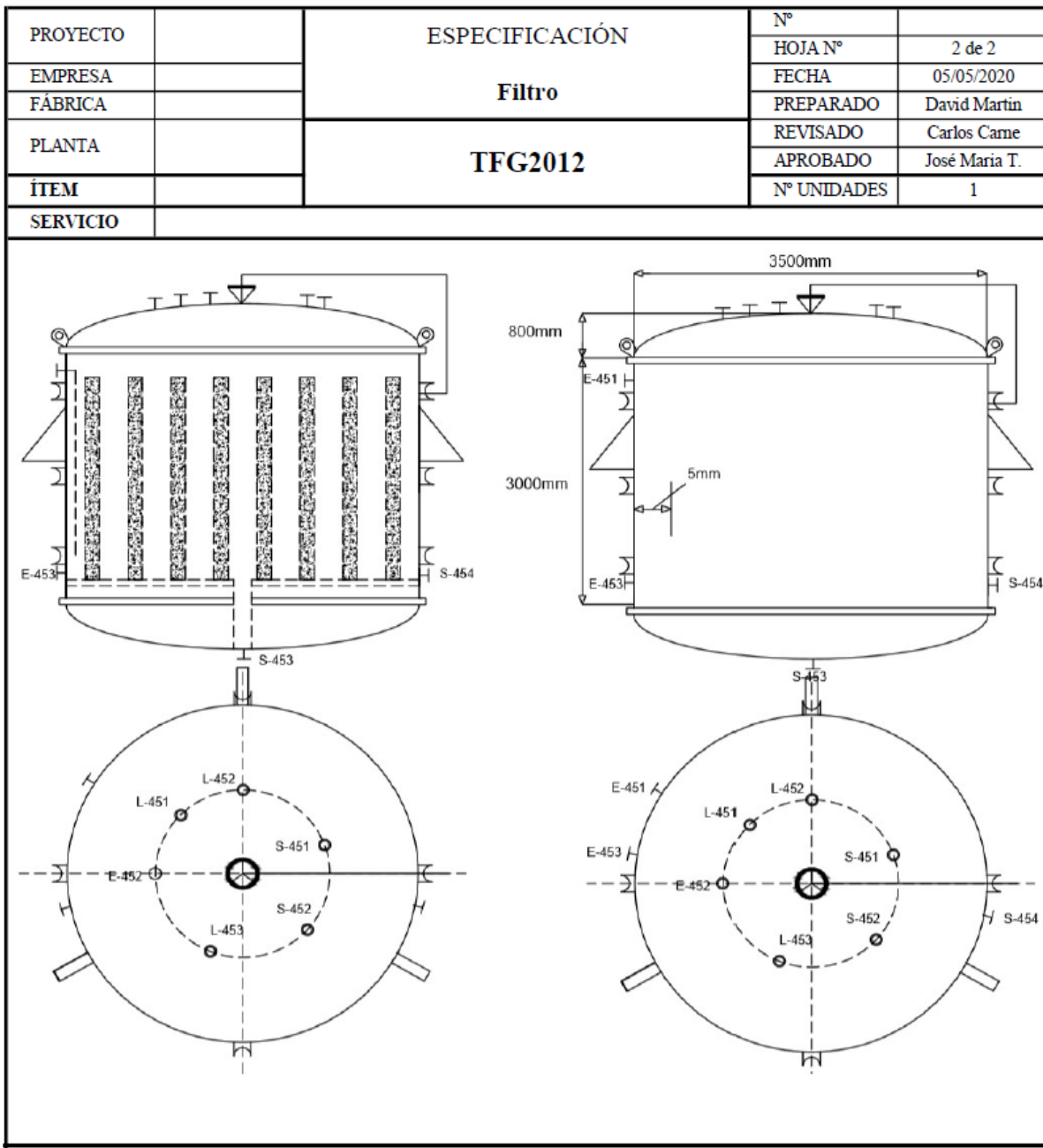


Figura 4.27. Hoja de especificación del filtro de cartuchos

4.4.7. Cartuchos

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN		Nº	
EMPRESA	DOW	Filtro		HOJA Nº	1 de 2
FABRICA				FECHA	05/05/2020
PLANTA		TFG2012		PREPARADO	Carlos Carne
ITEM	F-401			REVISADO	David Martin
SERVICIO	Filtro de cartuchos			APROBADO	José Maria T.
				Nº UNIDADES	1
CARTUCHOS					
DESCRIPCIÓN	Cartucho filtrante				
FABRICANTE	PALL Corporation				
MODELO	Claris® Series				
MATERIAL FILTANTE	Polipropileno				
TAPAS EXTREMOS	Polipropileno				
EXTENDED CORE	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)				
EXTRUDED CORE	Polipropileno				
JUNTAS & O-rings	Elastómero silicona				
DIÁMETRO EXTERIOR	64,00		mm		
DIÁMETRO INTERIOR	27,00		mm		
LONGITUD	1270		mm		
TAMANO PORO	30		µm		
EMPAQUETADURA	Elastómero(Santoprene®)				
AREA FILTRANTE	2,85		m ²		
NORMATIVA	ISO 9001:2008				
MÁXIMO DIFERENCIAL PRESIÓN	3,45 BAR a 25°C				
	1,72 BAR a 60°C				
PLACA SUJECCION METALICA					
DESCRIPCIÓN	PLACA METALICA PERFORADA				
FABRICANTE	TIANHAO				
MATERIAL	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)				
TRATAMIENTO	pulido en superficie				
FORMA	Circular				
DIÁMETRO	3500		mm		
ESPEJOR	10		mm		
NUMERO ROSCAS	34				
DIÁMETRO ROSCAS	70,00		mm		
SUJECCIÓN	Bridada				
ABRAZADERAS					
DESCRIPCIÓN	Abrazadera con oreja ToothLock® 293				
FABRICANTE	OETIKER				
MATERIAL	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)				
VIDA ÚTIL	≥ 1000		h		
CANTIDAD	1,00		abrazadera/cartucho		
ESPEJOR	1,00		mm		
ANCHO DE BANDA	10,00		mm		
NÚMERO REFERENCIA	076.0-1010R				
TAMANO	72,00		mm		
ANCHO DE LA OREJA	17,00		mm		
REDUCCIÓN MAX DIÁMETRO	22,91		mm		
NORMATIVA	ISO 9227				

Figura 4.28. Hoja de especificación de los cartuchos del filtro

PROYECTO		ESPECIFICACIÓN	Nº	
EMPRESA			Filtro	HOJA Nº
FÁBRICA		FECHA		05/05/2020
PLANTA		TFG2012	PREPARADO	David Martin
ÍTEM			REVISADO	Carlos Came
SERVICIO			APROBADO	José Maria T.
			Nº UNIDADES	1

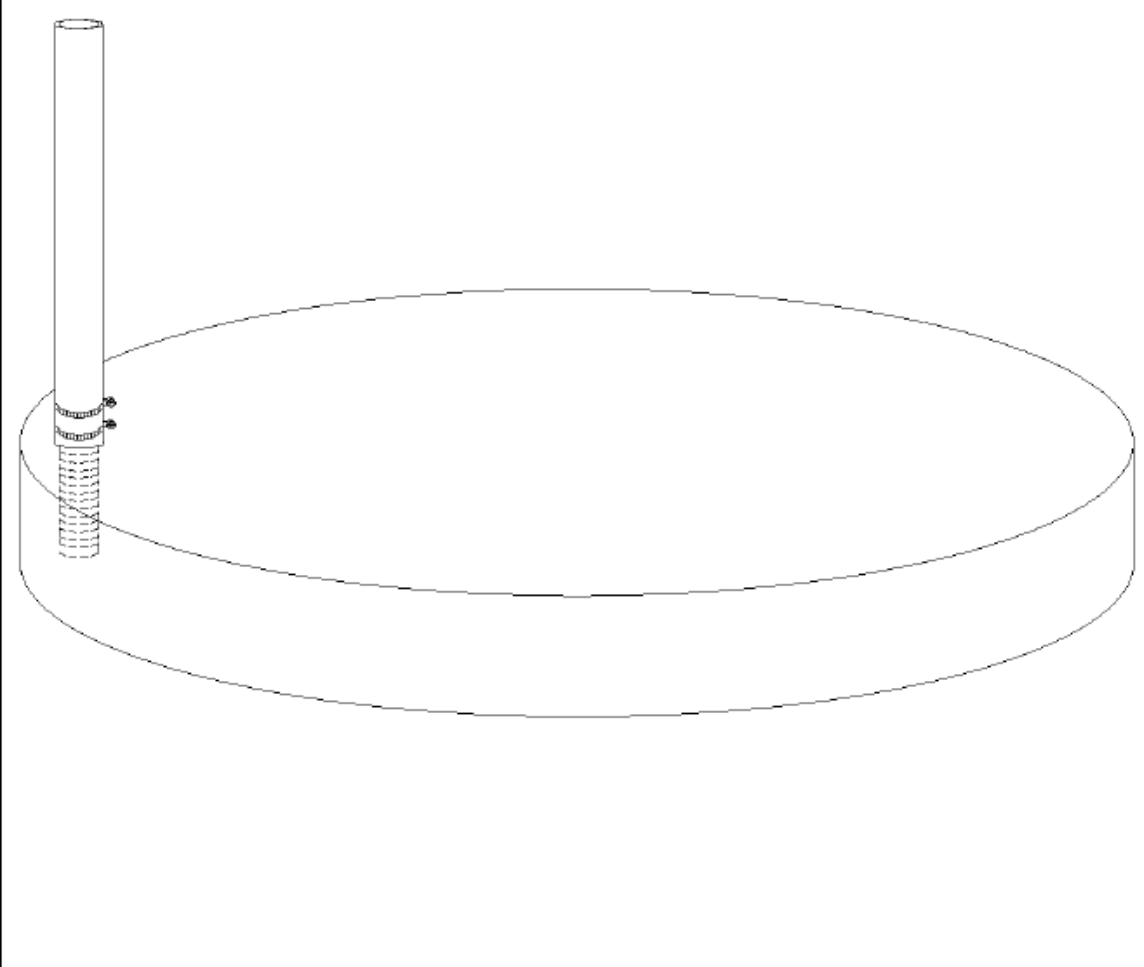


Figura 4.29. Hoja de especificación del cartucho filtrante

4.4.8. *Slurry Tank*

EMPRESA	DOW	Tanque Agitador			FECHA	05/05/2020	
FÁBRICA		TFG2012			PREPARADO	David Martin	
PLANTA					REVISADO	Carlos Carne	
ITEM	ST-501				APROBADO	José María T.	
SERVICIO	Preparación de la precapa para el filtro de candelas					Nº UNIDADES	1
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Preparación de la precapa para el filtro de candelas					
	CANTIDAD EN OPERACIÓN	32500	kg				
	TIPO OPERACION	Batch					
	Características del producto 1						
	FLUIDO	Silicato de magnesio y celulosa					
	TEMPERATURA OPERACION	25,00	°C				
	DENSIDAD	2.000,00	kg/m3				
	VISCOSIDAD	-	cP				
	Características del producto 2						
	FLUIDO	PEG					
	TEMPERATURA OPERACION	120,00	°C				
	DENSIDAD	1.250,00	kg/m3				
	VISCOSIDAD	15,48	cP				
	Características del depósito						
	DIAMETRO	4,50	m				
	ALTURA	4,55	m				
	VOLUMEN ÚTIL	60,00	m3				
BAFFLES							
Condiciones de homogeneización							
PRESIÓN OPERACION	3,50	kg/cm2					
CAUDAL DE LLENADO	24,50	m3/h					
TIEMPO DE MEZCLA	0,17	h					
POTENCIA	2,24	kW					
DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	Codigo ASME, sección VIII, D1					
		Codigo ASME B16.5					
	CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT.	110	°C			
		PRESIÓN	4,5	kg/cm2			
		DENSIDAD	2000	kg/m3			
	POSICION AGITADOR	2º de inclinación					
TUBULADURA EN RECIPIENTE	6 y 4 inch						
ESPESOR	6 mm						
MATERIALES			DESCRIPCION	COMENTARIOS			
	CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316			
	TUBULADURAS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316			
	BRIDAS CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316			
	MATERIAL PALAS	ASTM A340 GR.301(UNS S30100)		Acero Inoxidable AISI 301			
	MATERIAL EJE	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)		Acero Inoxidable AISI 301			
	TORNILLOS/TUERCAS INT.	ASTM A340 GR.301(UNS S30100)		Acero Inoxidable AISI 301			
	TORNILLOS/TUERCAS EXTER.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)		Acero Inoxidable AISI 301			
	JUNTAS INTERIOR	junta espirometalica PTFE		KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmax 260°C y Pmax 100 bar)			
JUNTAS EXTERNAS	junta espirometalica PTFE		KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmax 260°C y Pmax 100 bar)				
	MARCA	CANT.	SERVICIO	D.N.	RATING		
	S-501		Salida de depad de nitrógeno (N-1058-1"-CS)	1"	150,00		
	S-502		Boca de salida auxiliar	2"	150,00		
	E-501		Boca de hombre	20"	150,00		
	E-502		Entrada de PEG procedente del Rundown Tank (PG-1082-4"-SS-CL)	4"	150,00		
	L-501		Señal de transmisión analógico PIT-502	2"	150,00		
	E-503		Entrada de sólidos al slurry tank (SL-1083-6"-SS)	6"	150,00		
	L-502		Señal de transmisión analógico LIT-502	2"	150,00		
	E-504		Entrada de pad de nitrógeno (N-1084-2"-CS)	2"	150,00		
	L-503		Señal de transmisión analógico PIT-501	2"	150,00		
	L-504		Señal de transmisión analógico LIT-502	2"	150,00		
	E-505		Entrada de recirculación del filtro de candelas (PG-1098-2"-SS-CL)	2"	150,00		
	E-506		Entrada de recirculación slurry para mantener la temperatura (PG-1101-6"-SS-CL)	6"	150,00		
	S-503		Boca de salida auxiliar	4"	150,00		
L-505		Señal de transmisión analógico TIT-501	2"	150,00			
S-504		Salida por fondo del producto (PG-1089-6"-SS-CL)	6"	150,00			
NOTAS	El equipo esta traseado eléctricamente y calorifugado						
	Tubería de recirculación para mantener la temperatura en el interior del equipo						
	Agitador corto y ancho motorizado con una inclinación para poder homogeneizar todo el interior del recipiente						

Figura 4.30. Hoja de especificación del *slurry tank*

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alkoxylos.

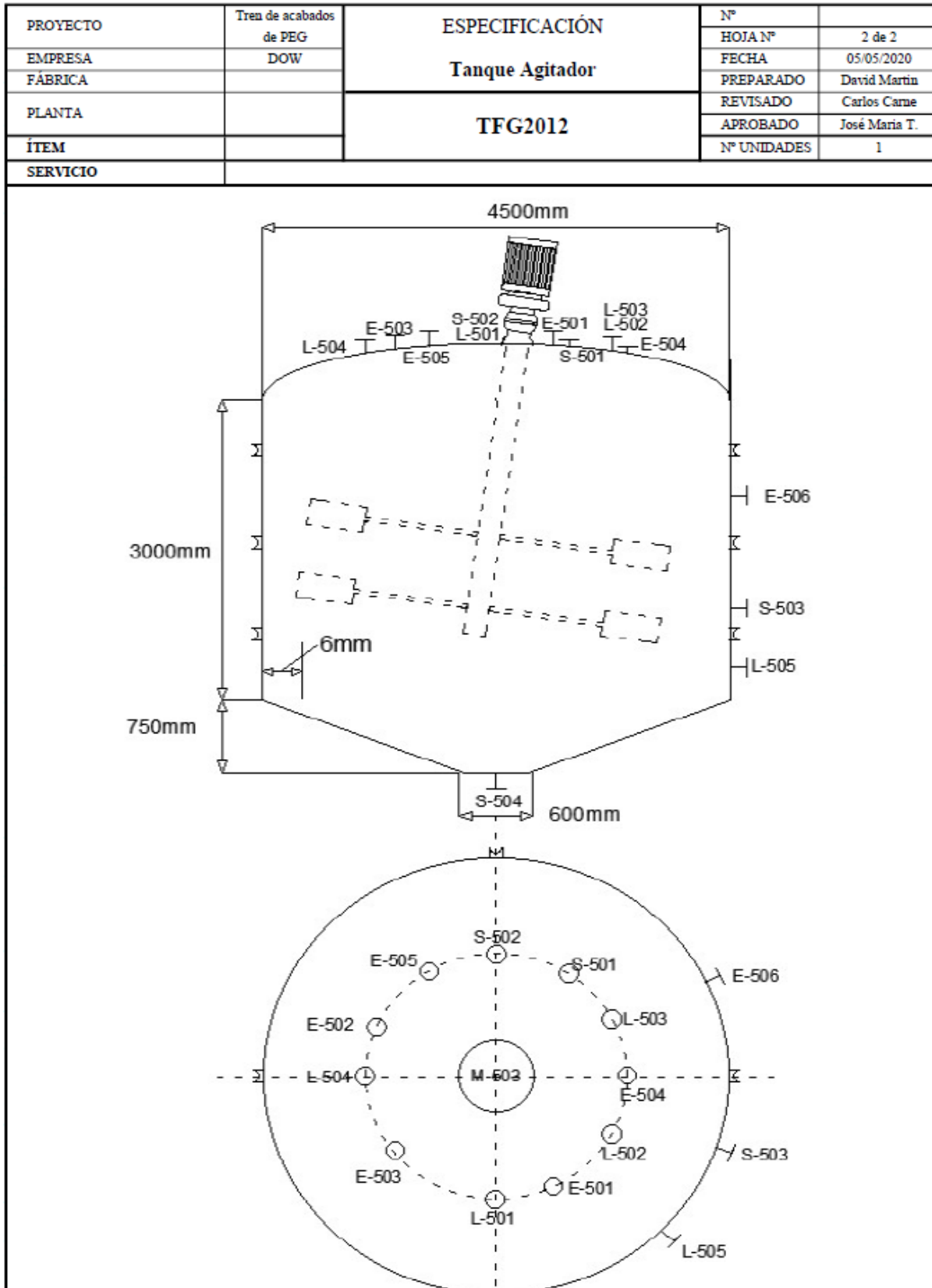


Figura 4.31. Hoja de especificación del *slurry tank*

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN		Nº	
EMPRESA	DOW	Agitador		HOJA Nº	1 de 2
FÁBRICA				FECHA	05/05/2020
PLANTA		TFG2012		PREPARADO	Carlos Carne
ÍTEM	ST-501			REVISADO	José María T.
SERVICIO	Slurry tank			APROBADO	David Martín
				Nº UNIDADES	1
	AGITADOR				
	DESCRIPCIÓN	Agitador eléctrico			
	FABRICANTE	Mixer Direct			
	MODELO	FLG300EGD			
	CÓDIGO	ANSI B16.5			
	APLICACIÓN	Fluidos alta viscosidad			
	GRADO PROTECCIÓN IEC 60 529	IP55			
	ENGRANAJE	Helicoidal			
	ENGRANAJE RATIO	5:1			
	POTENCIA	2,24		KW	
	ACCESORIO IMPULSOR	Tomillo de ajuste (set screw)			
	DIÁMETRO DEL IMPULSOR	457		mm	
	MATERIAL	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316	
	EFICIENCIA	95		%	
	CORRIENTE MAX	17,1		A	
	MOTOR	TEFC(motor eléctrico totalmente cerrado y refrigerado por ventilador)			
	MONTAJE	Bridado			
	DIMENSIÓN BRIDA	25.4		mm	
	RATING BRIDA	150			
	PALAS	4			
	NIVEL PALAS	2			
	CONEXIÓN EJE	acoplador(coupler)			
	DIÁMETRO EJE	31,8		mm	
	LONGITUD EJE	1117,6		mm	
	MATERIAL EJE	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316	
	VOLTAGE	230/460		V	
	DISPOSICIÓN EJE	Obliquo(2º de inclinación)			
	TIPO PALAS	Rushton			
	MATERIAL PALAS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316	
	ORIENTACIÓN PALAS	Axial			
	COMENTARIOS	IP55: primera cifra protección contra el polvo, segunda cifra protección contra agua proyectada			

Figura 4.32. Hoja de especificación del agitador del *slurry tank*

4.4.9. Filtro de candelas

EMPRESA	DOW	Filtro		FECHA	05/05/2020		
FABRICA				PREPARADO	José María T.		
PLANTA		TFG2012		REVISADO	Carlos Carne		
ÍTEM	F-501			APROBADO	David Martín		
SERVICIO	Filtro de candelas			Nº UNIDADES	1		
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Filtro de candelas					
	PRODUCTO	PEG & Capa Filtrante					
	TEMPERATURA	120,00	°C				
	PRESION	6,00	kg/cm2 A				
	DENSIDAD	1250	kg/m3				
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIAMETRO	3,50 m	DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	Código ASME, sección VIII D1	
		LONG. / ALT.	4,55 m			Código ASME B16.5	
	FONDOS	ESPESOR	10,00 mm		CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT.	150 °C
		SUPERIOR	Semielíptico		PRESIÓN DE PRUEBA	PRESIÓN	7,16 kg/cm2 A
	VOL. / PESO	INFERIOR	Cónico		DENSIDAD	1250 kg/m3	
		VOL. UTIL	34,00 m3		HIDRAULICA	9,31	
		VOL. TOTAL	35,00 m3		NEUMÁTICA		
	PESO	3479 kg	ESPESOR DE CORROSIÓN		- mm		
	INSTALACIÓN		EFICACIA DE SOLDADURA		100%		
	AISLAMIENTO	Vidrio celular(HLB 800 FOAMGLAS®)	RADIOGRAFIADO		100%		
MATERIALES	DESCRIPCIÓN		COMENTARIOS				
	CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316				
	TAPAS/FONDOS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316				
	BRIDAS CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316				
	BRIDAS TUBULADUR.	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316				
	TUBULADURAS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316				
	TORNILLOS/TUERCAS INT.	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)	Acero inoxidable AISI 304				
	TORNILLOS/TUERCAS EXTER.	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)	Acero inoxidable AISI 304				
	JUNTAS INTERIOR	junta espirometalica PTFE	KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmax 260°C y Pmax 100 bar)				
	JUNTAS EXTERNAS	junta espirometalica PTFE	KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmax 260°C y Pmax 100 bar)				
SOPORTES EXTERIORES	ASTM A510 GR.1005(UNS G10050)	Acero al carbono AISI 1005					
ABRAZADERAS	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)	Acero inoxidable AISI 304					
TI	MARCA	CANT.	SERVICIO	D.N.	RATING		
	E-551	1	Entrada corriente Nitrógeno limpieza filtro(N-1103-2"-CS)	2"	150		
	L-551	1	Señal de transmisión analógico LIT-511	2"	150		
	E-552	1	Recirculación <i>heel filtration</i> al cabezal del filtro(PG-1106-2"-SS-CL)	2"	150		
	S-551	1	Salida PEG filtrado por registro 1(PG-1117-2"-SS-CL)	2"	150		
	S-552	1	Salida PEG filtrado por registro 2(PG-1116-2"-SS-CL)	2"	150		
	S-553	1	Salida PEG filtrado por registro 3(PG-1115-2"-SS-CL)	2"	150		
	S-554	1	Salida PEG filtrado por registro 4(PG-1114-2"-SS-CL)	2"	150		
	S-555	1	Salida PEG filtrado por registro 5(PG-1113-2"-SS-CL)	2"	150		
	S-556	1	Salida PEG filtrado por registro 6(PG-1112-2"-SS-CL)	2"	150		
	S-557	1	Salida PEG filtrado por registro 7(PG-1111-2"-SS-CL)	2"	150		
	S-558	1	Salida PEG filtrado por registro 8(PG-1110-2"-SS-CL)	2"	150		
	E-553	1	Entrada de producto cáustico a filtrar(PG-1082-4"-SS-CL)	4"	150		
	L-552	1	Señal de transmisión analógico LIT-512	2"	150		
	S-559	1	Salida residuo producido durante la filtración(SL-1104-20"-SS-CL)	6"	150		
	S-560	1	Salida <i>heel filtration</i> por fondo(PG-1105-2"-SS-CL)	2"	150		
	E-554	1	Boca de entrada auxiliar	2"	150		
	S-561	1	Boca de salida auxiliar	2"	150		
	L-554	1	Señal de transmisión analógico LIT-513	2"	150		
	NOTAS	Filtro con 8 registros de candelas de 50 mm de diámetro externo.					
En el primer registro habrá 2 candelas, en el segundo 4 candelas, en el tercero 5 candelas, en el cuarto 6 candelas, en el quinto 6 candelas, en el sexto 5 candelas, en el séptimo 4 candelas y en el octavo 2 candelas							
El elemento filtrante está cogido a las candelas con dos abrazaderas							
Cabezal semielíptico removible							
Por la tubuladura E-551 se suministra el corriente de nitrógeno para limpieza de la capa del filtro							
La tubuladura S-560 forma parte del sistema que se tiene para llevar a cabo la <i>heel filtration</i> y además tiene un deep pipe.							
El filtro se encuentra en una estructura en altura colgada por soportes, debajo suyo hay un recipiente con el residuo formado							
El fluido que entra por el anillo de aspersión entra por la parte superior a través de una tubería que se encaja con él							
Cada conexión de candela iran con dos abrazaderas y una junta de estaquidad.							
Para extraer el cabezal, las tuberías de esta zona serán desmontables por medio de un carrete							

Figura 4.33. Hoja de especificación del filtro de candelas

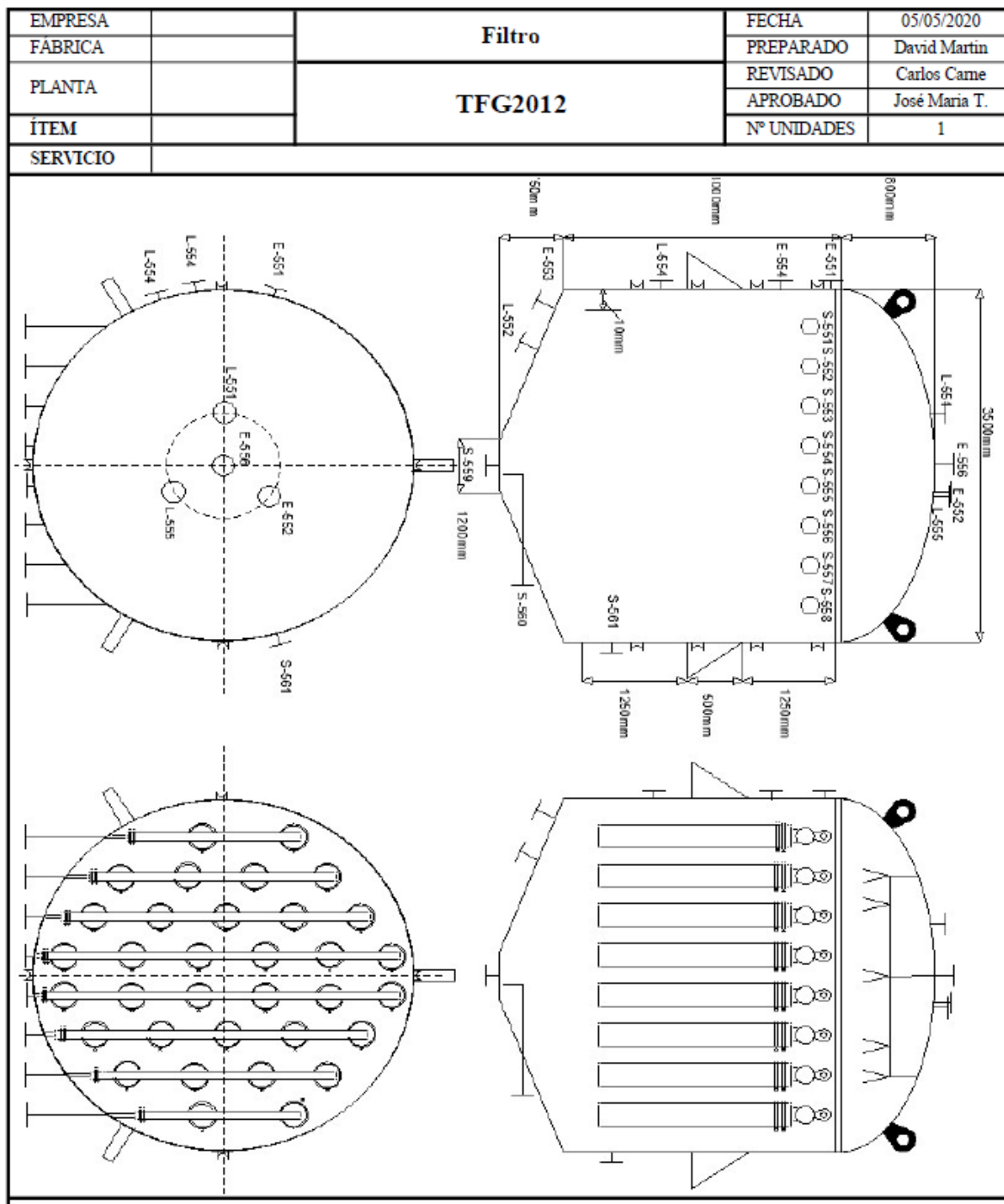


Figura 4.34. Hoja de especificación del filtro de candelas

4.4.10. Candelas

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN		N°	
				HOJA N°	1 de 2
EMPRESA	DOW	Filtro		FECHA	05/05/2020
FÁBRICA				PREPARADO	José María T.
PLANTA		TFG2012		REVISADO	Carlos Carne
ITEM	F-501			APROBADO	David Martín
SERVICIO	Filtro de candelas			N° UNIDADES	1
CANDELAS					
DESCRIPCIÓN	Velas de filtro				
FABRICANTE	SEEBACH				
MODELO	10045				
SUPERFICIE	Plisado				
UNIÓN	Soldadura				
MEDIO FILTRANTE	Tejido de alambre				
DIAMETRO EXTERNO	50,00	mm			
UNIDAD DE FILTRO	120,00	µm			
MATERIAL	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)				
LARGADA	2,00	m			
MANGA FILTRANTE					
DESCRIPCIÓN	Roller Sleeve				
FABRICANTE	Northern Innovations				
COLOR	AMARILLO/MARRON				
MATERIAL	Kevlar®				
TEMPERATURA DISEÑO	550	°C			
ESPEJOR GENERAL	4	mm			
DENSIDAD	450	g/m ²			
LARGADA	2000	mm			
DIAMETRO INTERIOR	50,00	mm			
DIAMETRO EXTERIOR	70,00	mm			
APLICACIÓN	RECUBRIMIENTO SOPORTE METALICO				
NORMATIVA	ISO9002				
ABRAZADERAS					
DESCRIPCIÓN	Abrazadera con oreja ToothLock® 293				
FABRICANTE	OETIKER				
MATERIAL	ASTM A240 GR.304(UNS S30400)				
VIDA UTIL	≥ 1000	h			
CANTIDAD	2,00	abrazadera/candle			
ESPEJOR	1,00	mm			
ANCHO DE BANDA	10,00	mm			
NUMERO REFERENCIA	058.0-1010R				
TAMAÑO	54,00	mm			
ANCHO DE LA OREJA	17,00	mm			
REDUCCIÓN MAX DIAMETRO	17,18	mm			
NORMATIVA	ISO 9227				
ANILLO DE ASPERSION					
DESCRIPCIÓN	Adjustable Ring Atomizing Nozzle Kit				
FABRICANTE	Talk-Satisfied				
MATERIAL	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)				
TIPO	SPRINKLER (aspersión)				
TAMAÑO BOQUILLA	14	mm			
TAMAÑO AGUJERO SALIDA	1,50	mm			
CANTIDAD BOQUILLAS	10,00				
DIAMETRO EXTERIOR ANILLO	1,50	m			
PRESIÓN DE TRABAJO	20,00	bar			

Figura 4.35. Hoja de especificación de la candela del F-501

PROYECTO		ESPECIFICACIÓN	N°	
EMPRESA			Filtro	HOJA N°
FÁBRICA		FECHA		05/05/2020
PLANTA		TFG2012	PREPARADO	David Martin
ÍTEM			REVISADO	Carlos Carne
SERVICIO			APROBADO	José Maria T.
			N° UNIDADES	1

Figura 4.36. Hoja de especificación de la candela del F-501

4.4.11. *Check Tank* Intermedio

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN			Nº				
EMPRESA	DOW	Tanques			HOJA Nº	1 de 2			
FÁBRICA		TFG2012			FECHA	05/05/2020			
PLANTA					PREPARADO	Carlos Carne			
ITEM	TK-601				REVISADO	David Martin			
SERVICIO	Tanque de retención intermedio				APROBADO	José María Turado			
					Nº UNIDADES				
OPERACION	DESCRIPCIÓN	Tanque de retención intermedio							
	PRODUCTO	PEG							
	CAUDAL LLENADO	27,04	m ³ /h						
	CAUDAL VACIADO	36,0624	m ³ /h						
	TEMPER.	120	°C						
	PRESIÓN	1	kg/cm ²						
TIPO	TANQUE	API							
	TECHO	Cónico							
	FONDO	Inclinado (1%)							
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIAMETRO	8,00	m	DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	API 650		
		LONG. / ALT.	6,25	m			Código ASME B16.5		
		ESPESOR	10,00	mm		CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT.	140	°C
	FONDOS	SUPERIOR	Cónico			PRESIÓN	2	kg/cm ²	
		INFERIOR	Inclinado (1%)			DENSIDAD	1250	kg/m ³	
	VOL. / PESO	VOL. UTIL	240,55	m ³		PRESIÓN DE PRUEBA	HIDRAULICA	2,6	bar
		VOL. TOTAL	283,00	m ³		ESPESOR DE CORROSIÓN	NEUMÁTICA	-	
		PESO	8243,38	kg					
	INSTALACION	Vertical							
	AISLAMIENTO	Vidrio celular (HLB 800 de FOAMGLAS®)					EFICACIA DE SOLDADURA	100%	
PINTURA						ALIVIO DE TENSIONES	-		
					RADIOGRAFIADO	100%			
MATERIALES			DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS					
	CUERPO		ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316					
	TAPAS/FONDOS		ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316					
	BRIDAS CUERPO		ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316					
	BRIDAS TUBULADUR.		ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316					
	TUBULADURAS		ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316					
	TORNILLOS/TUERCAS INT.		ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301					
	TORNILLOS/TUERCAS EXTER.		ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301					
JUNTAS INTERIOR		junta espirometálica PTFE	KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmáx 260°C y Pmax 100 bar)						
JUNTAS EXTERNAS		junta espirometálica PTFE	KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmáx 260°C y Pmax 100 bar)						
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO	D.N.	RATING				
	E601	1	Entrada del filtro de candelas y cartuchos (PG-1056-4"-SS-CL / PG-1057-4"-SS-CL)	4"	150				
	E602	1	Entrada del pad de nitrógeno (N-1061-2"-CS)	2"	150				
	E603	1	Entrada recirculaciones Check Tank Finales y torre de vacío (PG-1078-2"-SS-CL / PG-1079-2"-SS-CL / PG-1080-2"-SS-CL)	2"	150				
	E604	1	Entrada recirculación del intercambiador HX-601 (PG-10651-2"-SS-CL)	2"	150				
	E605	1	Boca de hombre	20"	150				
	L601	1	Señal de transmisión analógico PIT-601	2"	150				
	L602	1	Señal de transmisión analógico LIT-601	2"	150				
	L603	1	Señal de transmisión analógico LIT-602	2"	150				
	L604	1	Señal de transmisión analógico TIT-601	2"	150				
	S601	1	Salida de la PVRV (N-1058-2"-CS)	2"	150				
	S602	1	Salida del depad de nitrógeno (N-1059-2"-CS)	1"	150				
	S603	1	Salida ERV	2"	150				
S604	1	Boca de salida auxiliar	4"	150					
S605	1	Salida de producto por fondo del tanque (PG-1064-6"-SS-CL)	6"	150					
NOTAS	Boca de hombre que dispone de sistema "DAVIT", se aflojan los tornillos y se gira la boca hacia un lado								
	Calefacción mediante un intercambiador externo BEM que mantenga la temperatura de 120°C en la pared del tanque								
	Tanque con pendiente de un 1% que facilita el drenado								
	La tapa plana del tanque no está soldada								
El tanque tiene cada 1.50 m sujeciones en la pared externa para sujetar el calorifugado de 80 mm									

Figura 4.37. Hoja de especificación del *Check Tank* Intermedio

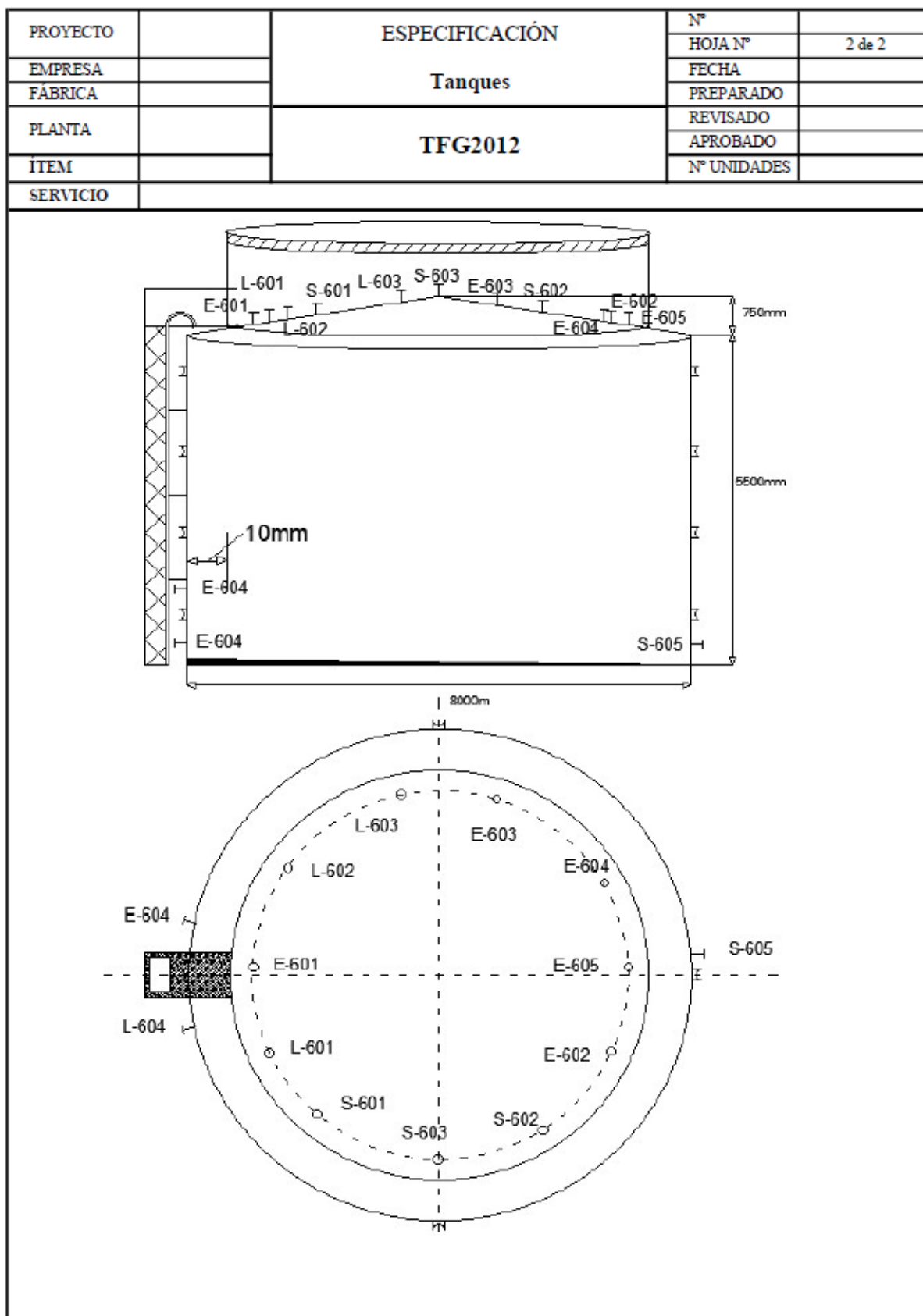


Figura 4.38. Hoja de especificación del *Check Tank* Intermedio

4.4.12. Torre de vacío

PROYECTO		de PEG		ESPECIFICACION		HOJA N°	1 de 5	
EMPRESA		DOW		Torre de vacío		FECHA	05/05/2020	
FABRICA						PREPARADO	José María T.	
PLANTA				TFG2012		REVISADO	Carlos Came	
ITEM		TV-701				APROBADO	David Martín	
SERVICIO						N° UNID	1	
Deshidratación del contenido en agua del producto final								
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Torre de vacío para la deshidratación del PEG a 1200 ppm						
	PRODUCTO	PEG & Agua						
	TEMPERATURA	140,00	°C					
	PRESIÓN	0,15	kg/cm ²					
DENSIDAD	0,64	kg/m ³						
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIÓN	DIÁMETRO	2,50	m	DISEÑO Y PRUEBA	Codigo ASME, seccion VIII, DI		
		LONGITUD	10,39	m		Codigo ASME B16.5		
		ESPESOR	5	mm		CONDICIONES	TEMPERATURA	160 °C
	FONDO	SUPERIOR	semiesférico			DE	PRESIÓN	0,05 kg/cm ² g
		INFERIOR	semiesférico			DISEÑO	DENSIDAD	0,98433 kg/m ³
	VOL. / P	VOL. ÚTIL	20,00	m ³		PRESIÓN DE PRUEBA	HIDRÁULICA	0,025 kg/cm ² g
		VOL. TOTAL	50,00	m ³			NEUMÁTICA	-
		PESO	1812,9957	kg		ESPESOR DE CORROSIÓN		- mm
	INSTALACIÓN	Vertical						
	AISLAMIENTO	Vidrio celular (HLB 800 de FOAMGLAS®)						
PINTURA								
MATERIALES			DESCRIPCIÓN		COMENTARIOS			
	CUERPO		ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero inoxidable AISI 316			
	TAPAS/FONDOS		ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero inoxidable AISI 316			
	BRIDAS CUERPO		ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero inoxidable AISI 316			
	VALONA BRIDAS CUERPO		-		-			
	BRIDAS TUBULADUR.		ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero inoxidable AISI 316			
	TUBULADURAS		ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero inoxidable AISI 316			
	PLACA PARTICION		-		-			
	CORTACORRIENTES		-		-			
	SOPORTES PARA INTERNO		-		-			
	TORNILLOS/TUERCAS INT.		ASTM A240 GR.304(UNS S30400)		Acero inoxidable AISI 304			
	TORNILLOS/TUERCAS EXT.		ASTM A240 GR.304(UNS S30400)		Acero inoxidable AISI 304			
	JUNTAS INTERIOR		Junta espirometalca PTFE		KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmax 260°C y Pmax 100 bar)			
	JUNTAS EXTERNAS		Junta espirometalca PTFE		KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmax 260°C y Pmax 100 bar)			
SOPORTES EXTERIORES		ASTM A510 GR.1005(UNS G10050)		Acero al carbono AISI 1005				
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO		D.N.	RATING		
	L/01	1	Señal de transmisión analógico PII-701		2	150,00		
	L/02	1	Señal de transmisión analógico HII1-701		2	150,00		
	S/01	1	Salida de vapor por cabeza hacia el eyector (SI-10701-2"-SS-CL)		2	150,00		
	E/01	1	Entrada de producto procedente del IK-601 (PG-1081-4"-SS-CL)		2	150,00		
	L/03	1	Señal de transmisión analógico PII-702		2	150,00		
	E/02	1	Entrada de vapor al intercambiador interno (SI-1130-4"-SS-CL)		4	150,00		
	S/02	1	Salida de condensado por el intercambiador de tubos interno (W-1133-2"-SS-CL)		2	150,00		
	L/04	1	Señal de transmisión analógico PII-703		2	150,00		
	L/05	1	Señal de transmisión analógico PII-704		2	150,00		
L/06	1	Señal de transmisión analógico III-701		2	150,00			
L/07	1	Señal de transmisión analógico III-702		2	150,00			
S/03	1	Salida por fondo de producto de la torre (PG-1701-4"-SS-CL)		4	150,00			
NOTAS	La torre de vacío tiene sujeciones en la pared externa para sujetar el calorifugado de 50 mm							
	La torre consta de un intercambiador de tubos interno en el que se ejerce la evaporación del producto para deshidratarlo							
	La condición de vacío viene generada por una unidad de vacío que está formada por un eyector							
	Se tiene por cabeza un demister para capturar las gotas de condensado que puedan haberse quedado atrapadas en el vapor							
La torre de vacío cuenta con un deflector horizontal para así distribuir uniformemente el fluido una vez entra a la torre								

Figura 4.39. Hoja de especificación de la torre de vacío

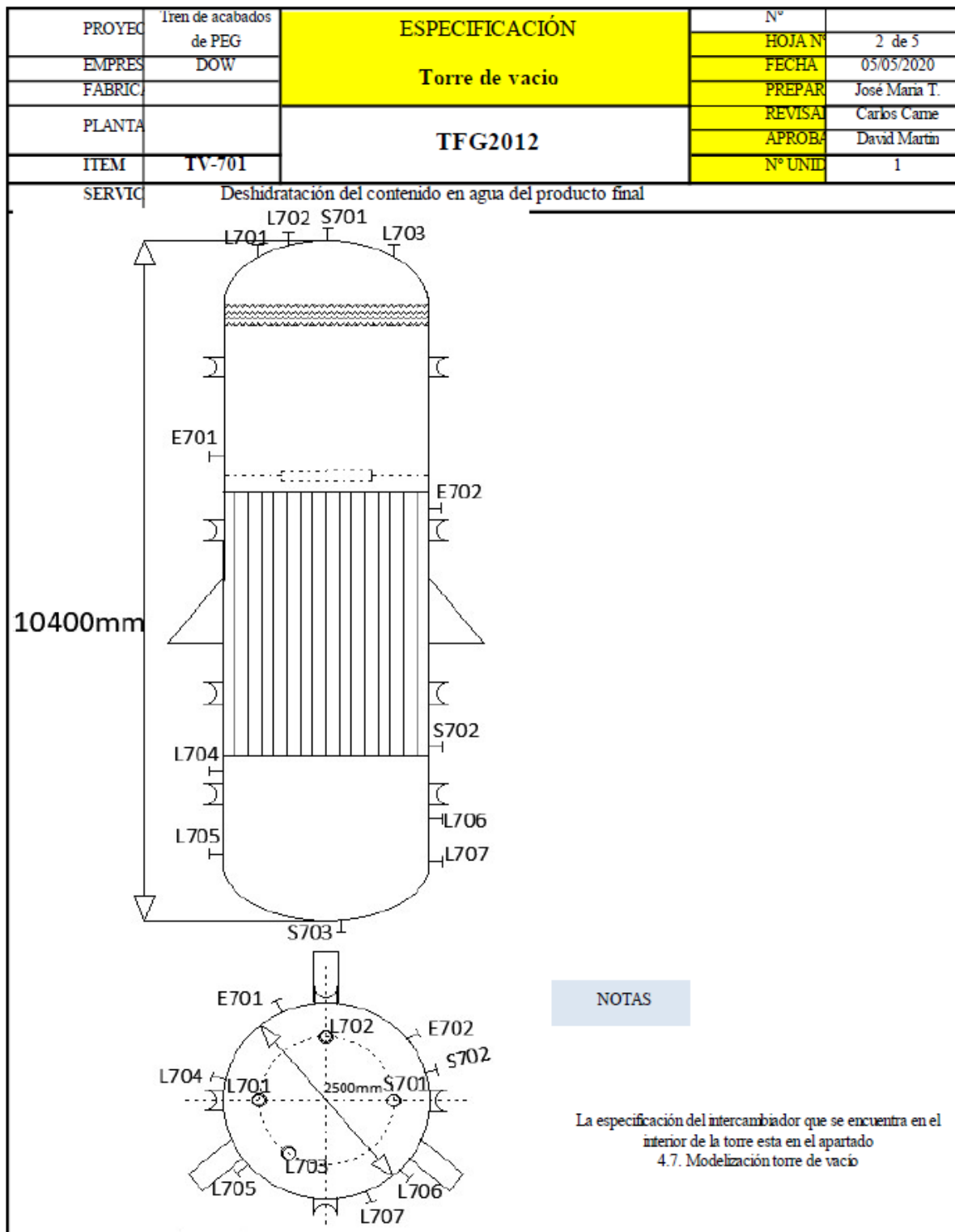


Figura 4.40. Hoja de especificación de la torre de vacío

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN			N°	
EMPRESA	DOW	Torre de vacío			HOJA N°	3 de 5
FÁBRICA					FECHA	05/05/2020
PLANTA		TFG2012			PREPARADO	José María T.
ÍTEM	TV-701				REVISADO	Carlos Carne
SERVICIO	Deshidratación del contenido en agua del producto final				APROBADO	David Martín
DESCRIPCIÓN		Torre de vacío para la deshidratación del PEG a 1000 ppm				
CANTIDAD REQUERIDA		1000 ppm agua de 24845,14 kg/m ³				
TIPO DE OPERACIÓN		Batch				
PRODUCTOS		PEG & Agua				
CLAVE LIGERA		PEG & Agua				
CLAVE PESADA		PEG & Agua				
N° ETAPAS TEÓRICAS		1				
REFLUJO		-				
ENTRADAS Y SALIDAS DE LA COLUMNA						
		ENTRADA	SALIDA	SALIDA		
		ALIMENTACIÓN	FONDO	CABEZA		
FASE		Líquido	Líquido	Vapor		
PRESIÓN	kg/cm ²	1,5	0,2	0,2		
VAPOR FRAC.		0	0	1		
CAUDAL MOLAR	kmol/h	737,3	564,3	173,0		
CAUDAL MÁSSICO	kg/h	45000	34951	10049		
CAUDAL VOLUMÉTRICO	m ³ /h	35828	34,6	34810,7		
RANGO DE CAUDAL	%		0,77	0,23		
DENSIDAD	kg/m ³	1034,68	1005,4	0,339		
CALOR ESPECÍFICO	kJ/kg°C	5,637837768	-6,145	-3,878		
VISCOSIDAD	cP					
TENSIÓN SUPERFICIAL	N/m					
PESO MOLECULAR	% peso					
CONC. CLAVE LIGERA	% peso	0,993070905	0,0008	0,0281		
CONC. CLAVE PESADA	% peso	0,006929095	0,9992	0,9719		
SÓLIDOS						
MASS ENTHALPY	J/kg	-6907429,76	-7E+06	-6E+06		
DEMISTER		PERDIDA DE CARGA			-0,101 bar	
TIPO	Integral type	ESPUMA - SYSTEM FACTOR				
GEOMETRÍA	Round shape	DESCOMPOSICION				
MATERIAL	UNS S31603	MATERIALES	COLUMNA (CUERPO)	ASTM A240 GR. 316(UNS S31600)		
			RELLENO/PLATOS	ASTM A240 GR. 316(UNS S31600)		
			DISTRIBUIDORES	-		
MODELO	DU-1210		SOPORTES	ASTM A510 GR. 1005(UNS G10050)		
FABRICANTE	WALCOOM		OTROS			

Figura 4.41. Hoja de especificación de la torre de vacío

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN		Nº	
EMPRESA	DOW			HOJA Nº	1 de 2
FÁBRICA		Torre de vacío		FECHA	05/05/2020
PLANTA				PREPARADO	Carlos Carne
ÍTEM	TV-701	TFG2012		REVISADO	José María T.
SERVICIO	Deshidratación del contenido en agua del producto final			APROBADO	David Martín
				Nº UNIDADES	1
	DEMISTER				
	DESCRIPCIÓN	Plate Demister			
	FABRICANTE	WALCOOM			
	GEOMETRÍA	CIRCULAR			
	TIPO	Knitted mesh pad			
	SUPERFICIE	Smooth surface			
	SOPORTE	Round bars			
	INSTALACIÓN	Horizontal			
	TIPO INSTALACIÓN	Upload			
	MONTAJE	Soldado			
	MODELO	DU-2610			
	DIÁMETRO	2500	mm		
	ALTURA SEPARADOR	100	mm		
	ALTURA TOTAL	360	mm		
	PESO	267	kg		
	SEPARACIÓN BARRAS	800	mm		
	CANALES	3 verticales y 3 horizontales			
	ESTRUCTURA EMPAQUETADO	ZIGZAG (45°)			
	DEFLECTOR				
	FABRICANTE	SULZER CHEMTECH			
	MODELO	Distribuidor tipo canal con agujeros inferiores VKG			
	DIÁMETRO	1	m		
	MONTAJE	SOLDADO			
	ÁREA PUNTO GOTEO	150.00	m ²		
	MATERIAL	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316		
	CONSTRUCCIÓN	Horizontal			

Figura 4.42. Hoja de especificación de la torre de vacío

4.4.13. Check Tank Final

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN			N°				
EMPRESA	DOW	Tanques			HOJAN°	1 de 2			
FÁBRICA		TFG2012			FECHA	06/05/2020			
PLANTA					PREPARADO	Carlos Carne			
ITEM	TK-801 <th colspan="3"></th> <th>REVISADO</th> <td>José María Tirado</td>				REVISADO	José María Tirado			
SERVICIO	Tanque de retención final <th colspan="3"></th> <th>APROBADO</th> <td>David Martín</td>				APROBADO	David Martín			
					N° UNIDADES	2			
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Tanque de retención final							
	PRODUCTO	PEG							
	CAUDAL LLENADO	38,8	m ³ /h						
	CAUDAL VACIADO	36	m ³ /h						
	TEMPER.	140	°C						
	PRESIÓN	1	kg/cm ²						
TIPO	TANQUE	API							
	TECHO	Cónico							
	FONDO	Inclinado (1%)							
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIAMETRO	9,50	m	DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	API 650		
		LONG. / ALT.	7,75	m			Código ASME B16.5		
		ESPESOR	10,00	mm		CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT.	160	°C
	FONDOS	SUPERIOR	Cónico			PRESIÓN	2	kg/cm ²	
		INFERIOR	Inclinado			DENSIDAD	1250	kg/m ³	
	VOL. / PESO	VOL. UTIL	240,55	m ³		PRESIÓN DE PRUEBA	HIDRAULICA	2,6	bar
		VOL. TOTAL	283,00	m ³		NEUMATICA	-		
		PESO	11811,6416	kg		ESPESOR DE CORROSION	-	mm	
	INSTALACION	Vertical				EFICACIA DE SOLDADURA	100%		
	AISLAMIENTO	Vidrio celular (HLB 800 de FOAMGLAS®)				ALIVIO DE TENSIONES	-		
PINTURA	-				RADIOGRAFIADO	100%			
MATERIALES			DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS					
	CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316						
	TAPAS/FONDOS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316						
	BRIDAS TUBULADUR.	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316						
	TUBULADURAS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)	Acero Inoxidable AISI 316						
	TORNILLOS/TUERCAS INT.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301						
	TORNILLOS/TUERCAS EXTER.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)	Acero Inoxidable AISI 301						
JUNTAS INTERIOR	junta espirometálica PTFE	KLINGER®TOP-CHEM 2000(Tmáx 260°C y Pmáx 100 bar)							
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO	D.N.	RATING				
	E801	1	Entrada de producto procedente de la torre de vacío (PG-1128-4"-SS-CL)	4"	150				
	E802	1	Entrada de pad de nitrógeno (N-1143-2"-CS)	2"	150				
	E803	1	Boca de hombre	20"	150				
	E804	1	Entrada de vapor para serpentín (ST-1137-2"-SS-CL)	2"	150				
	L801	1	Señal de transmisión analógico LIT-801	2"	150				
	L802	1	Señal de transmisión analógico LIT-802	2"	150				
	L803	1	Señal de transmisión analógico PIT-801	2"	150				
	L804	1	Señal de transmisión analógico TIT-801	2"	150				
	S801	1	Salida PVRV (N-1134-2"-SS)	2"	150				
	S802	1	Salida de depad de nitrógeno (N-1135-1"-CS)	1"	150				
	S803	1	Salida ERV	2"	150				
	S804	1	Salida de condensado del serpentín (W-1140-1"-SS-CL)	1"	150				
	S805	1	Boca de salida auxiliar	2"	150				
S806	1	Salida de producto por fondo (PG-1141-4"-SS-CL)	1"	150					
NOTAS	Boca de hombre que dispone de sistema "DAVIT", se aflojan los tornillos y se gira la boca hacia un lado								
	Uso de un serpentín de vapor para mantener la temperatura en el interior del tanque								
	Tanque con pendiente de un 1% que facilita el drenado								
	El tanque tiene cada 1.50 m sujeciones en la pared externa para sujetar el calorifugado de 80 mm								
	Se dispone de un deep pipe para poder vaciar completamente el producto del tanque								
La tapa plana del tanque no está soldada									

Figura 4.43. Hoja de especificación del Check Tank Final

PROYECTO		ESPECIFICACIÓN	Nº	
EMPRESA			HOJA Nº	2 de 2
FÁBRICA		Tanques	FECHA	
PLANTA			PREPARADO	
ÍTEM		TFG2012	REVISADO	
SERVICIO			APROBADO	
			Nº UNIDADES	

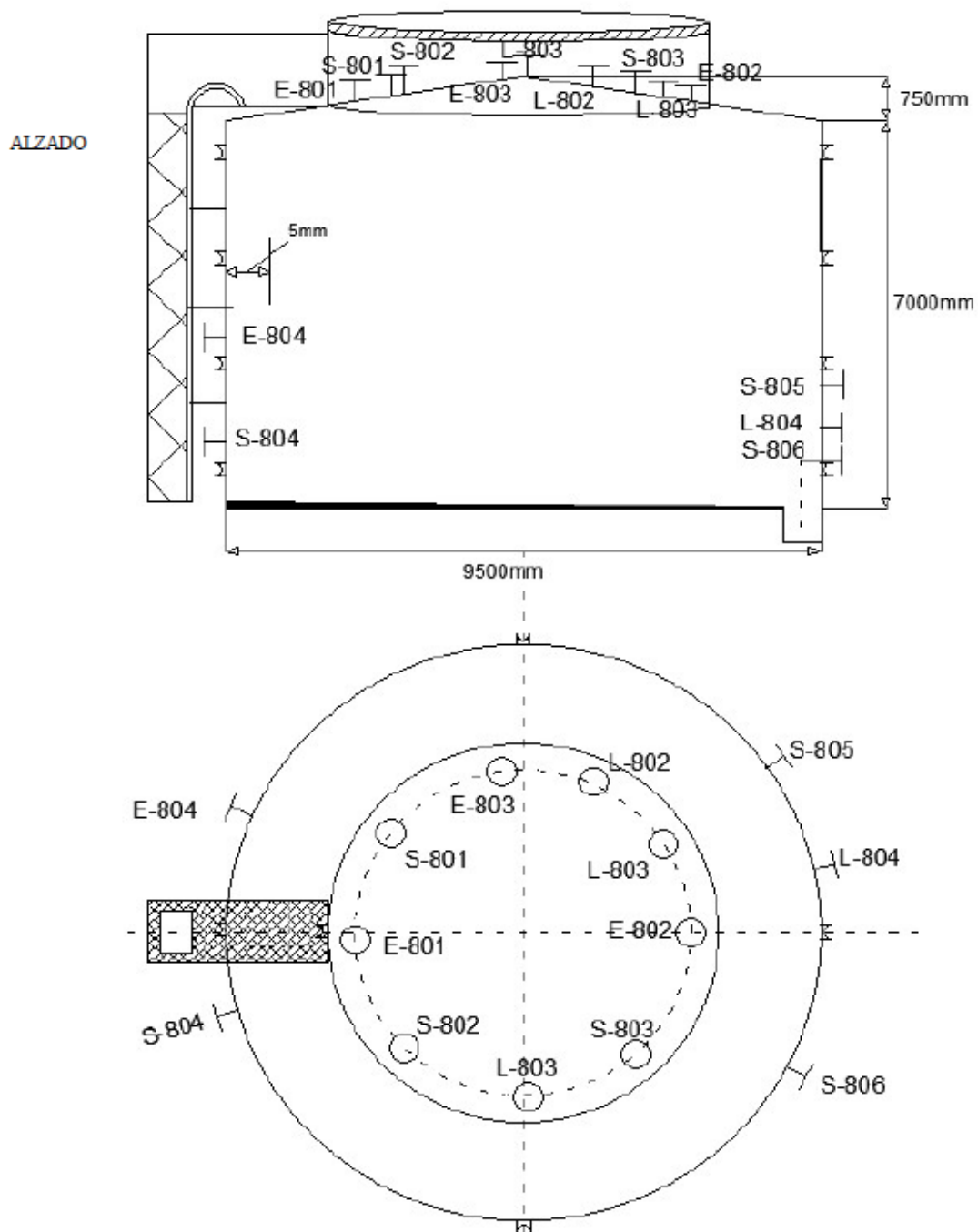


Figura 4.44. Hoja de especificación del *Check Tank* Final

4.4.14. Tanque final

PROYECTO	Tren de acabados de PEG	ESPECIFICACIÓN			N°					
EMPRESA	DOW	Tanques			HOJA N°	1 de 2				
FABRICA		TFG2012			FECHA	06/05/2020				
PLANTA					PREPARADO	Carlos Carne				
ITEM	TK-1001 <th colspan="3"></th> <th>REVISADO</th> <td>José María Tirado</td>				REVISADO	José María Tirado				
SERVICIO	Tanque final de almacenamiento de producto <th>APROBADO</th> <td>David Martín</td>					APROBADO	David Martín			
	<th>N° UNIDADES</th> <td>5</td>					N° UNIDADES	5			
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Tanque final de almacenamiento de producto								
	PRODUCTO	PEG								
	CAUDAL LLENADO	36	m ³ /h							
	CAUDAL VACLADO	36	m ³ /h							
	TEMPER.	140	°C							
TIPO	PRESIÓN	1.2	kg/cm ²							
	DENSIDAD	1250	kg/m ³							
	TANQUE	API								
	TECHO	Cónico								
	FONDO	Inclinado (1%)								
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIÁMETRO	9.50	m	DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	API 650			
		LONG. / ALT.	7.75	m			Código ASME B16.5			
		ESPESOR	10.00	mm			CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERAT	160	°C
	FONDOS	SUPERIOR	Cónico				PRESIÓN	2.2	kg/cm ²	
		INFERIOR	Inclinado(1%)				DENSIDAD	1250	kg/m ³	
	VOL. / PESO	VOL. ÚTIL	425.00	m ³			PRESION DE PRUEBA	HIDRAÚLICA	2.86	bar
		VOL. TOTAL	500.00	m ³			NEUMÁTICA	-	-	
		PESO	11811,64159	kg			ESPESOR DE CORROSION	-	-	
	INSTALACIÓN	Vertical					EFICACIA DE SOLDADURA	100%		
	AISLAMIENTO	Vidrio celular(HLB 800 de FOAMGLAS®)					ALIVIO DE TENSIONES	-		
PINTURA	-					RADIOGRAFIADO	100%			
MATERIALES			DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS						
	CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316						
	TAPAS/FONDOS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316						
	BRIDAS CUERPO	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316						
	VALONA BRIDAS CUERPO	-		-						
	BRIDAS TUBULADUR.	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316						
	TUBULADURAS	ASTM A240 GR.316(UNS S31600)		Acero Inoxidable AISI 316						
	PLACA PARTICIÓN	-		-						
	CORTACORRIENTES	-		-						
	SOPORTES PARA INTERNOS	-		-						
	TORNILLOS/TUERCAS INT.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)		Acero Inoxidable AISI 301						
	TORNILLOS/TUERCAS EXTER.	ASTM A240 GR.301(UNS S30100)		Acero Inoxidable AISI 301						
JUNTAS INTERIOR	junta espiralmetálica PTFE		KLINGER,®TOP-CHEM 2000(Tmax 260°C y Pmax 100 bar)							
JUNTAS EXTERNAS	-		-							
SOPORTES EXTERIORES	-		-							
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO		D.N.	RATING				
	E1001	1	Entrada producto del Check Final(PG-1157-4"-SS-CL)		4"	150				
	E1002	1	Entrada PAD nitrogeno(N-1162-2"-CS)		2"	150				
	E1003	1	Boca de hombre		20"	150				
	E1004	1	Entrada vapor para el serpentín(ST-1163-2"-SS-CL)		2"	150				
	L1001	1	Señal de transmisión analógico PIT-1001		2"	150				
	L1002	1	Señal de transmisión analógico LIT-1001		2"	150				
	L1003	1	Señal de transmisión analógico LIT-1002		2"	150				
	L1004	1	Señal de transmisión analógico TIT-1001		2"	150				
	L1005	1	Señal de transmisión analógico TIT-1002		2"	150				
	S1001	1	Salida de PURV(N-1159-2"-SS)		2"	150				
	S1002	1	Salida DEPAD nitrogeno(N-1160-1"-CS)		1"	150				
	S1003	1	Salida ERV		2"	150				
S1004	1	Boca de salida auxiliar		4"	150					
S1005	1	Salida condensado del serpentín de vapor(W-1166-1"-SS-CL)		1"	150					
S1006	1	Salida producto fondo tanque(PG-1168-4"-SS-CL)		4"	150					
NOTAS	Boca de hombre que dispone de sistema "DAVIT", se añoran los tornillos y se gira la boca hacia un lado									
	Uso de un serpentín de vapor para mantener la temperatura en el interior del tanque									
	Tanque con pendiente de un 1% que facilita el drenado									
	El tanque tiene cada 1.50 m sujeciones en la pared externa para sujetar el calorifugado de 80 mm									
	Se dispone de un deep pipe para poder vaciar completamente el producto del tanque									
La tapa plana del tanque no está soldada										

Figura 4.45. Hoja de especificación del tanque final

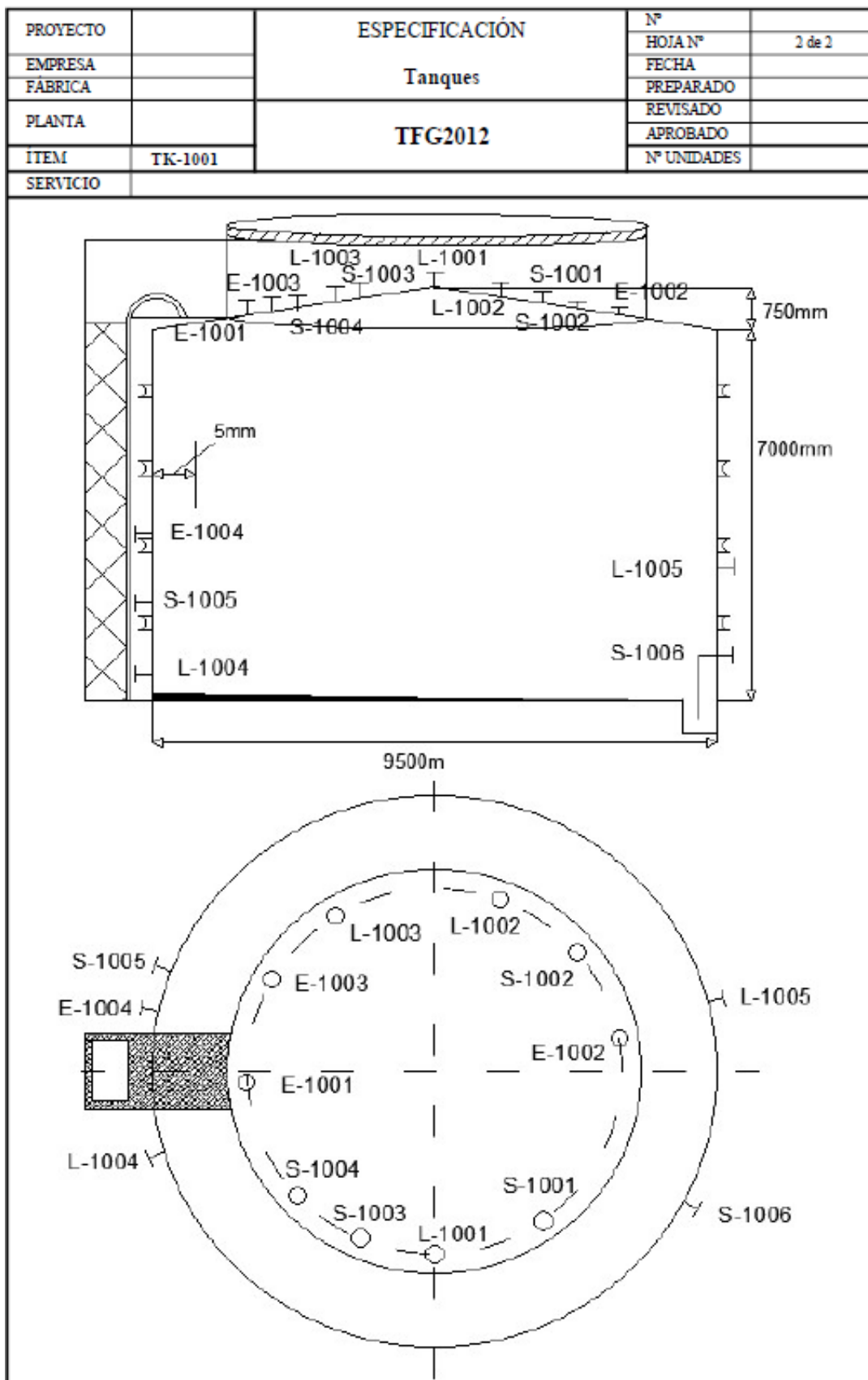


Figura 4.46. Hoja de especificación del tanque final

4.5. Funcionalidad del proceso

A continuación, se describe la operativa que debe llevar a cabo el tren de separación de polietilenglicol con el fin de garantizar la seguridad y buen funcionamiento de la planta.

4.5.1. Operación del tren de alcoxylados

En cuanto finaliza la reacción de la producción del PEG, el producto de la reacción se descarga hacia uno de los dos *Rundown Tank*. Antes de que el corriente llegue al *Rundown Tank* se debe asegurar las siguientes condiciones: que esté vacío o tenga el mismo producto, tenga nivel suficiente para poder descargar y no haya alta presión.

Se abre la válvula de entrada (VAB-102) que proviene del reactor y así, se empieza a llenar uno de los *Rundown Tank*. Cuando el *Rundown Tank* se llena hasta un 20% se pone en marcha la bomba centrífuga (P-101 o P-201), se abre la válvula de salida del tanque (VAB-106) y se empieza a recircular para mantener el producto caliente a través del intercambiador BEM (HX-101 o HX-201). De esta forma, se mantiene una temperatura según el producto almacenado que oscila entre 110 y 130°C. Se abren la válvula reguladora (VAB-116) y la controladora (VAG-102) con el fin de regular la temperatura del tanque. En el corriente de *steam* se tiene una trampa de vapor (ST TRP 01) en caso de que se vaya condensando a lo largo de la línea para así evitar la entrada de líquido para calentar y obtener una mayor eficiencia. En la salida del condesado se tiene un medidor de presión (PIT -105) y una trampa de vapor (ST TRP 02) que permite retener el vapor que no haya realizado el cambio de fase.

El control de la temperatura se lleva a cabo con un control en cascada entre el sensor de temperatura (TIT-102), el de presión (PIT-105) y la válvula de globo (VAG-102). En caso que la temperatura superase el *set point*, se cerraría la válvula automática (VAB-116). El tanque tiene una capacidad de almacenaje de dos *batches* (120 MT) con llenado máximos admisible del 85.0%. Se dispone de dos medidores de nivel analógicos. En caso de que aumentase el nivel por encima del *set point*, se cerraría la válvula de entrada que proviene del reactor (VAB-102).

El tanque ha de estar siempre inertizado con un *pad* de nitrógeno para evitar la oxidación del producto. Para eso dispone de un sistema de control de *pad* (aporte de nitrógeno) y *depad* (venteo al TOX) de nitrógeno con una válvula de aporte de nitrógeno y un control de venteo del tanque. Este sistema se controlará con dos medidores de presión del tanque que en caso de que no tengan el mismo valor, se cogerá el valor más alto.

Cuando las condiciones de operación son las adecuadas y el ciclo de producción lo permite, se impulsa el fluido a través de la bomba centrífuga (P-101) hacia uno de los tres sistemas diferentes de acabado: neutralización con ácido acético, neutralización con ácido fosfórico y filtración por medio de una precapa de filtración.

Cuando hay bajo nivel en el tanque (20% aprox.) ya no se envía al intercambiador el producto almacenado ya que no hay suficiente caudal y hay riesgo de que cavite la bomba (P-101). En este momento se pasa a la etapa de drenado del intercambiador para así asegurarse de que no queda producto en este. Para llevar a cabo esta etapa, la tubería de salida del intercambiador tiene una cierta inclinación y para drenar el intercambiador (HX-101) se tiene una tubería inclinada en la parte inferior.

Cuando se quiere cambiar de producto se lleva cabo el proceso de barrido de las tuberías con nitrógeno. Esta etapa consiste en limpiar las tuberías que contienen una cierta cantidad del producto anterior desplazándolo con nitrógeno por paquetes.

4.5.2. Neutralización con ácido acético.

El corriente de proceso se envía hacia un mezclador estático (MX-301) donde se mezcla con ácido acético para así neutralizar el carácter básico que tiene la mezcla debido a la presencia del catalizador de la reacción, hidróxido de potasio. El ácido acético se almacena en un tanque ASME que está presurizado con nitrógeno y que dispone de un venteo hacia un filtro de carbón activo debido a la peligrosidad si se inhalase.

El tanque de ácido acético (30 MT) se llena por medio de camiones cisterna de 20m³ que se compran a una empresa externa y se descargará con presión a través de nitrógeno y una válvula manual. Para llenarlo, se debe asegurar las siguientes condiciones: que esté vacío o tenga el mismo producto, tenga suficiente nivel para poder descargar y no haya alta presión. La capacidad de almacenaje máxima admisible es del 85% y esto se comprueba con dos sensores de nivel. En el tanque se tiene un sistema de *pad-depad* de nitrógeno para evitar la oxidación del producto y poder regular la presión en el equipo. Además, se tienen dos sensores de presión.

En el momento que se tiene que llevar a cabo la neutralización, primero de todo se enciende la bomba (P-301) y se abre la válvula automática (VAB-304). Para asegurarse que se lleva con éxito la neutralización, se tiene tanto en la entrada de ácido acético como en la del producto un medidor de caudal para poder regular estequiométricamente la cantidad de ácido acético que se debe mezclar, dependiendo del caudal de producto que se tenga, mediante la válvula reguladora (VAG-302). A continuación, se envía el producto hacia los *Check Tank* finales. Se puede enviar directamente a los *Check Tank* finales sin pasar por ningún tipo de filtro puesto que se producen unos cristales que no alteran el interés del cliente por el producto. En la Figura 4.47 se puede observar el proceso de la neutralización con ácido acético

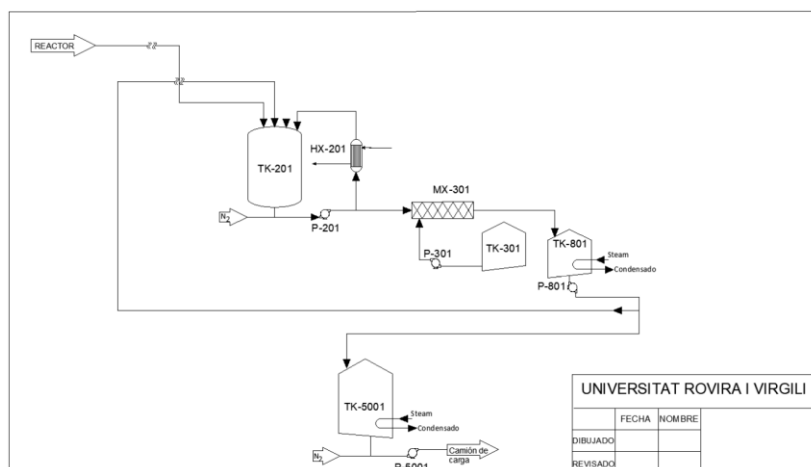


Figura 4.47. Proceso de neutralización mediante ácido acético

4.5.3. Neutralización con ácido fosfórico.

En este acabado el corriente de proceso se envía hacia un mezclador estático (MX-401) y se mezcla con ácido fosfórico para así neutralizar la basicidad del flujo. La operativa en cuanto a la neutralización es idéntica a la del acético, excepto el tipo de bomba que impulsa el ácido hacia el mezclador. En este caso, se utiliza una bomba de desplazamiento positivo (P-401) que permite asegurar una mayor protección contra fugas, ya que, es mucho más ácido y peligroso el fosfórico. Durante la neutralización se producen cristales que se tendrán que separar mediante un filtro de cartuchos. Antes de que el corriente llegue al filtro, se debe asegurar las siguientes condiciones: que esté vacío o tenga el mismo producto, tenga nivel suficiente para poder descargar, no haya alta presión y el elemento filtrante del equipo este en óptimas condiciones para llevar a cabo la filtración.

Cuando se han asegurado que se cumplen las condiciones anteriores se abre la válvula automática (VAB-401) y se va llenando el equipo. En la entrada de corriente hay un *deep pipe* para evitar la erosión de los cartuchos y aumentar la durabilidad del filtro. El proceso de filtración consiste en que el polietilenglicol traspase la pared porosa de los cartuchos y los cristales se queden retenidos en dicha pared. Esto se consigue mediante un diferencial de presión entre el lado proceso y cartuchos. Para medir dicho diferencial se posee de dos sensores de presión al interior del filtro y otro en la salida de producto filtrado.

La filtración no se detiene hasta que el diferencial de presión sea próximo a cero. Para comprobar la especificación del producto se utiliza una toma a muestra mediante un operario en campo. Este hecho significará que en las paredes de cartuchos se encuentran acumuladas grandes cantidades de cristales que taponan los poros del filtro y se necesite limpiar dichos cartuchos. El proceso de limpieza utiliza condensado que se introduce por la parte inferior de los cartuchos, abriendo la válvula automática (VAB-402). Para poder llenar de condensado completamente el equipo, se dispone de un venteo que retira volumen de nitrógeno que pueda haber en el filtro. Una vez llenado el tanque completamente y haya pasado un cierto tiempo, la suciedad se disuelve con el agua y saldrá por fondo del filtro abriéndose la válvula tajadera (VAT-401) para su posterior venta. El filtrado finalmente se envía hacia el *Check Tank* intermedio (TK-601) a través de la bomba (P-401). En la Figura 4.48 se puede observar el proceso de neutralización de ácido fosfórico y filtración de las sales generadas.

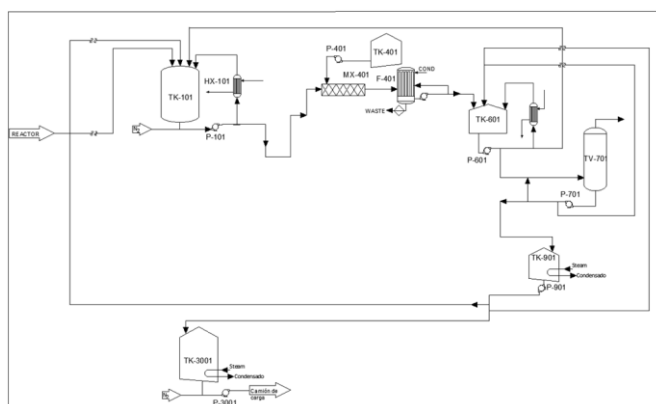


Figura 4.48. Proceso de neutralización de ácido fosfórico y filtración de las sales generadas.

4.5.4. Filtración por medio de una precapa de filtración.

En este acabado, primeramente, se debe formar una pasta filtrante compuesta por celulosa, silicato de magnesio y el propio fluido de proceso. El equipo donde se forma esta mezcla se denomina *Slurry Tank* (ST-501). Este equipo consiste en un tanque con agitador con una cierta inclinación. Esta inclinación es para asegurarse de una mezcla más homogénea. El motor que hace girar las palas, dispone de una orden de arranque y un medidor de las revoluciones a las que gira.

Para controlar de forma adecuada la presión al interior del equipo se tiene un sensor de presión. Dependiendo del valor que indique dicho sensor, se presuriza por medio de un corriente de nitrógeno (para evitar la oxidación del producto) o por el contrario se reduce la presión por medio de un venteo.

El equipo está recubierto de un traceado eléctrico y un calorifugado para evitar que se disipe la temperatura del tanque y no exista propagación de calor. Para poder controlar la temperatura en el equipo se tiene un sensor de temperatura ubicado en la parte más inferior de éste.

Una vez que se empieza a llenar el ST-501 y se ha llegado a un 30% de nivel se pone en recirculación el producto utilizando la bomba centrífuga P-501 y se enciende el agitador. La pasta de filtración se mantiene en movimiento por medio de una recirculación para así beneficiar a la homogenización de la mezcla. Para llevar a cabo esta recirculación se tendrá que cerrar la válvula automática (VAB-507) que envía producto al filtro de cartuchos. La recirculación se encuentra al igual que el tanque con traceado para evitar una decaída en la temperatura a lo largo de la tubería. En función de la receta de pasta filtrante a utilizar, se añaden los sólidos a demanda gobernado por un PLC fuera del alcance del proyecto. En cuanto se tiene la pasta, se envía al *Rundown Tank* y se mantiene 20 minutos para favorecer a la homogeneización y neutralización. Posteriormente, se envía el contenido del *Rundown Tank*.

El encargado de llevar a cabo la neutralización en este acabado es la pasta que se ha explicado anteriormente y que se sitúa finalmente en las paredes de las candelas del filtro por medio de una adsorción. Estas candelas además tienen una cierta porosidad que asegura que las partículas con un tamaño no deseado las retenga. Para facilitar la operatividad de las candelas, se unen a un *manifold* para que en caso de que se rompiese una poder cerrar su ramificación y así no afecte al proceso de filtración.

Para empezar el proceso de filtración se debe llenar el equipo hidráulicamente, para ello se deben tener cerradas las válvulas automáticas del *manifold* y de fondo. De la misma manera, se deja la válvula de venteo abierta para poder así llenar hidráulicamente el filtro. Se llena el filtro de candelas por debajo hasta el total de su capacidad, para ello, se abre la válvula de entrada del corriente procedente del *Slurry Tank* y se controla el nivel por medio de un sensor de nivel situado en cabeza del filtro. Se debe dejar homogeneizar 10 minutos y con la bomba P-501 se deja el filtro en recirculación con el *Slurry Tank* para conseguir formar la precapa de filtración.

Una vez creada la precapa, se sabrá que se ha creado bien la precapa cuando se tome una muestra a la salida del filtro y no exista turbidez. En el momento que se adhiere la pasta a las candelas, se puede comenzar el proceso de filtración. Cuando pasa ese tiempo, al igual que la pasta, se introduce el corriente de proceso por abajo y se inicia la filtración. Lo filtrado asciende por la candela hasta llegar al manifold que reúne las 8 candelas que el filtro contiene. Las válvulas de salida, del *waste* y de aporte de nitrógeno se mantienen cerradas. Se mide el diferencial de presión entre proceso y cartuchos por medio de dos sensores de presión que sirve para comprobar que proceso de filtración ocurre de forma adecuada. Para comprobar la especificación del producto se utiliza una toma a muestra mediante un operario en campo. El filtrado, una vez está dentro de especificación de concentración de KOH, se envía hacia el *Check Tank* intermedio. En caso de que no se obtenga la especificación adecuada, se recircula hacia el *Rundown Tank*.

En caso de que salte la alarma de bajo nivel analógica situada en la parte inferior del filtro se enciende la bomba centrífuga P-502 para realizar una recirculación con la que asegurarse que fluido de fondo que queda por filtrar pase por las candelas. Para ello en la entrada de la recirculación se cuenta con un elemento capaz de pulverizar el flujo y esparcir en gotas pequeñas el contenido de la recirculación para así asegurarse que se filtra lo que quedaba.

La filtración no se detiene hasta que el diferencial de presión sea próximo a cero, significando que las paredes de las candelas se encuentran saturadas de pasta filtrante y se tiene que proceder a limpiar. Para retirar la pasta de las candelas se hace uso de un corriente de nitrógeno a presión que hincha el polímero sobre la cual está formada la candela de tal forma que propicia a la retirada de *waste*. El *waste* se recoge por fondo abriendo la válvula tajadera (VAT-501) que hay esperando a su recogida. En la Figura 4.49 se puede observar el proceso de la filtración por medio de una precapa.

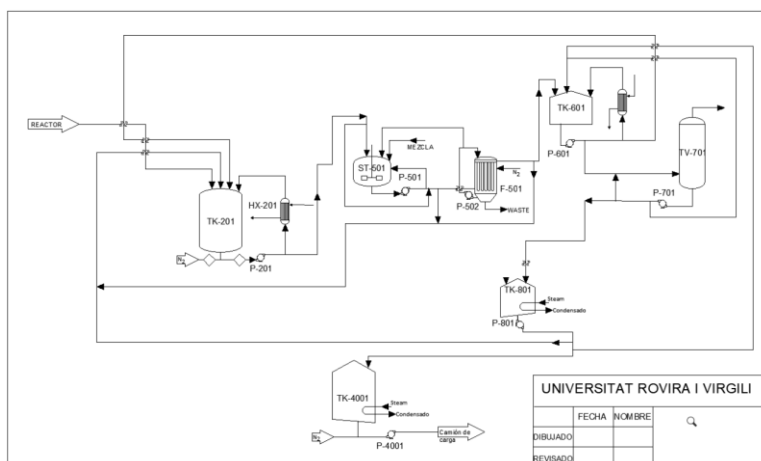


Figura 4.49. Proceso de la filtración por medio de una precapa

4.5.4.1. Deshidratación con una torre de vacío

El producto que pasa por los filtros de candelas y del de cartuchos se dirige hacia un *Check Tank* intermedio como se ha comentado anteriormente. Este tanque, al ser API650 se tiene un fondo plano por lo tanto se decide diseñar con una pendiente del 1% para favorecer el drenado del equipo y evitar acumulación de producto.

Se tiene un sistema *pad-depad* de nitrógeno para poder variar la presión en el interior y también evitar la oxidación del producto y un sensor de presión en el equipo. En el venteo se tiene una válvula reguladora (VAG-601) para poder controlar de forma precisa la presión en el equipo. Para el nivel se tienen dos sensores analógicos que permiten saber el nivel del equipo en cualquier momento. En caso de tener alto nivel se cerrarían las válvulas de entrada de producto al tanque.

Resulta indispensable en el proceso, mantener una temperatura suficientemente elevada para luego poder efectuar con éxito la deshidratación del polietilenglicol y a su vez tener un menor consumo energético en la torre de vacío. Para ello se tiene una recirculación que lleva el producto a un intercambiador tipo BEM (HX-601).

Antes de que el corriente llegue al *Check Tank* (TK-601) se debe asegurar las siguientes condiciones: que esté vacío o tenga el mismo producto, tenga nivel suficiente para poder descargar y no haya alta presión.

Una vez se está seguro de que se cumplen las condiciones anteriores se empieza a llenar el tanque y cuando el nivel está al 20%, se enciende la bomba centrífuga P-601 para desplazar el fluido al intercambiador (HX-601). Parra llevar a cabo esta acción se cierra el *manifold* de salida que envía producto hacia la torre de vacío (TV-701) y *Rundown Tank* (TK-101). Además, se dejan abiertas las válvulas automáticas de salida tanto para fondo del tanque como entrada del BEM. El *Check Tank* intermedio recibe diversas recirculaciones dotadas todas con su respectiva válvula automática. Las recirculaciones proceden de la torre de vacío (TV-701) o *Check Tanks* finales y sirven para que en caso de que exista una composición inadecuada de PEG que no permita su almacenaje final poder repetir el proceso de separación según la clase de impureza.

El polietilenglicol que sale del *Check Tank* intermedio es conducido hacia un proceso de deshidratación por medio de una torre de vacío. Antes de enviar producto a la torre, se encienden las unidades de vacío que están fuera del alcance del proyecto. Dicho equipo es capaz de reducir el contenido de agua presente en el PEG de 10000ppm a 1200ppm realizando una evaporación. La torre de vacío empleada es del tipo *falling film*. Este tipo de torre contiene un intercambiador en su propio interior posibilitando la exclusión de un BEM a la entrada de la torre.

El fluido entra a la torre en el momento que se abre la válvula automática que existe a la entrada. Al llegar a la torre impacta contra una placa deflectora que se encarga de esparcir el flujo hacia el intercambiador de energía. Cuando se alcanza un 20% del nivel de la torre, en ese momento se pone la bomba de recirculación P-701. El *set point* final de la torre es del 60% de nivel, en el momento que se llegue a este punto de consigna, se recirculará hasta el *Check Tank* intermedio empezando a deshidratar el producto. En el momento en que se consigue evaporar el agua a una temperatura de ebullición más reducida puesto que se ejerce el vacío (150mmbarA), el vapor asciende por cabeza mientras que el polietilenglicol desciende al fondo de la torre.

El vapor es succionado por un eyector, el cual se encarga de generar el vacío. Sin embargo, antes de acceder al eyector, contacta con un *demister* cuya función resulta ser que el vapor quede libre de cualquier tipo de arrastre en su flujo de algún tipo de gota que haya de

condensado. Para controlar el nivel en la torre de vacío se tiene una alarma de bajo y alto nivel en fondos y cabeza de la torre, así como, un medidor de caudal másico para regular el contenido de flujo que entra a torre. La temperatura se mide en fondos y la presión en cabeza con sensores de dichos parámetros duplicados por si existe avería. La torre de vacío tiene una recirculación propia que se utiliza en caso que el contenido de agua no cumpla con la especificación impuesta que se mide en la salida de la torre con un toma a muestra de un operario en campo. Para poder recircular se cierran el conjunto de válvulas que envían PEG hacia los *Check Tanks* finales y se enciende la bomba P-701. Si, por el contrario, la concentración de agua es adecuada se impulsa fluido hacia los *Check Tanks* finales cerrando el par de válvulas de la recirculación.

El cometido que tienen los *Check Tanks* finales resulta ser el de comprobación por última instancia de que el PEG que se almacena y pretende comercializarse cumple con los requisitos de calidad impuestos. Una vez se alcanza el nivel de los *Check Tank* finales, se pone en recirculación. En caso de que hubiera un problema con la composición, los *Check Tanks* finales devolverían producto hacia los *Rundown Tank*. Si todo está en especificación, se enviará producto hacia los tanques finales, a través de la bomba (P-801), a la espera de que venga un camión de carga.

4.6. Estrategia de control

Antes de empezar con la explicación del control, se explicarán las suposiciones que se han seguido:

-Cuando se tienen medidores por duplicado y se obtengan valores dispares siempre se considerará veraz el mayor en caso de que se esté ante un equipo a presión. En el caso que se esté ante un equipo a vacío, el valor que se considerará veraz será el menor. Esta decisión se toma teniendo en cuenta la seguridad del proceso. Se prefiere que el producto pueda que finalmente no tenga la especificación adecuada y así, no arriesgarse a que haya problemas de seguridad.

-En caso que discrepen los valores de temperatura entre un sensor situado en el fondo del equipo o uno que se encuentre en la tubería de salida del mismo equipo, siempre se cogerá como veraz el valor del sensor de la tubería.

4.6.1. Control del *Rundown Tank* (TK-101 y TK-201)

Como este tanque está por duplicado, se explica el control para el TK-101 siendo idéntico para el TK-201.

4.6.1.1. Control antes del sistema de llenado de los *Rundown Tanks* (TK-101 y TK-201)

Antes de poder llenar el equipo con el producto procedente del reactor, se debe comprobar las siguientes condiciones: que esté vacío o tenga el mismo producto, tenga nivel suficiente para poder descargar y no haya alta presión. Para comprobar que el tanque esté vacío o tenga el volumen suficiente, se tienen dos sensores de nivel en la parte superior del

tanque. Además, en el caso de que esté vacío, se tiene un sensor de nivel en la tubería de salida del equipo. Para comprobar que en el tanque no se tenga una presión superior a la del *set point*, se tienen dos medidores de presión en la parte superior del equipo.

4.6.1.2. Lazo de control para el *pad/de-pad* de los *Rundown Tanks* (TK-101 y TK-201)

El sistema *pad/de-pad* consiste en sistema de aporte y alivio de presión del equipo mediante nitrógeno. Para llevar a cabo el control en este sistema se tiene: dos sensores de presión (PIT-101 y PIT-102) en la parte superior del tanque, una válvula automática de bola (VAB-103) en la tubería de entrada de nitrógeno y en la salida del sistema, una válvula automática de bola (VAB-104) y una válvula reguladora de globo (VAG-101).

Según la instrumentación que se ha descrito anteriormente se puede decir que el tipo de control que se va a llevar a cabo es de tipo control por bandas. Es decir, se tendrá un *set point* de 0.600 barg pero la presión podrá oscilar ± 0.200 barg sin que los controladores actúen. Cuando el sensor de presión dé un valor de presión dentro del rango estipulado todas las válvulas comentadas anteriormente se mantendrán cerradas. Si el sensor de presión detecta que la presión en el equipo desciende por debajo del valor mínimo (0.400 barg), se abrirá la VAB-101 hasta estabilizar a la presión prefijada. En el caso que el sensor de presión detecte que la presión aumenta por encima del valor máximo (0.800 barg), se abrirá la VAB-104 y dependiendo de la presión que se tenga que aliviar en el equipo la VAG-101 abrirá un cierto porcentaje hasta conseguir estabilizarse a la presión prefijada.

Se podría llevar a cabo el control de este sistema con las dos válvulas automáticas situadas tanto en la entrada como en la salida. Pero se ha decidido implementar la válvula reguladora para tener un control analógico y en caso de que haya muy alto nivel y sobrepresión evitar que pueda salir producto. En la siguiente Figura 4.50 se pueden observar los diferentes escenarios de presión que se han comentado anteriormente y como actuarían los controladores.

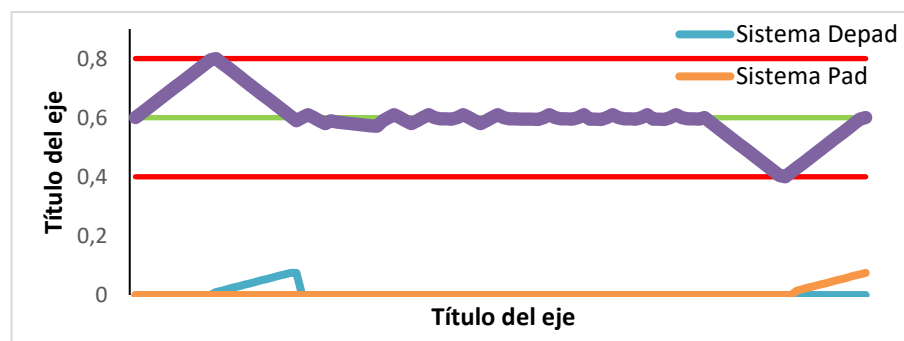


Figura 4.50. Evolución de la presión dependiendo del escenario en que se esté.

Tabla 4.32. *Set points* en el sistema de control de presión del TK-101.

<i>Set point</i>	Valores	Comentarios
Muy alta presión	3.50 barg	20% por debajo del <i>set point</i> de la PSV-101
Alta presión	2.50 barg	
DEPAD	0.800 barg	
Operación	0.600 barg	
PAD	0.400 barg	

Baja presión	0.200 barg	Para control de calidad del producto (evitar oxidación)
Muy baja presión	0.100 barg	Para evitar colapso del tanque (20% del

4.6.1.3. Lazo de control de nivel de los *Rundown Tanks* (TK-101 y TK-201)

Para el control de nivel del tanque, se tienen dos medidores de nivel en la parte superior de éste y una válvula automática de bola en todas las entradas y salidas del equipo. En caso de que el nivel sobrepasase del 85% del volumen del equipo, el sistema de control actuaría.

Cuando el nivel del tanque supere el nivel máximo permitido se cerrarán todas las entradas al equipo (excepto la de recirculación que proviene del intercambiador) y en caso de que el ciclo de procesos lo permita, se abrirá la salida del tanque para así conseguir que disminuya el nivel.

4.6.1.4. Lazo de control de la temperatura de los *Rundown Tanks* (TK-101 y TK-201)

Para mantener la temperatura del tanque se ha instalado una recirculación que pasa por el intercambiador (HX-101), un sensor de temperatura en el fondo del tanque (TIT-101), otro en la tubería de salida del tanque (TIT-102), un medidor de presión en la salida del condesado del intercambiador (PIT-105) y en la entrada de *steam* al intercambiador, una válvula automática de bola (VAB-116) y una reguladora de globo (VAB-102). El sensor de TIT-102 que se ubica en la tubería de salida del tanque se decide poner en este sitio debido a que cuando se tenga muy bajo nivel, no se podría tener un valor y además al estar antes de la bomba, se tendrá información para evitar *dead heading*. El *set point* de temperatura tendrá diferentes valores (110°C-130°C) dependiendo del producto que viene del reactor. El sistema principal de control es en cascada. Uno de los sensores de temperatura fija el *set point* de presión del sensor PIT-105. Una vez se tiene este valor de presión deseado se variará el porcentaje de apertura de la válvula reguladora VAG-102. En el caso de que la temperatura dentro del tanque esté dentro del *set point* deseado sea superior se cerrará la entra del corriente de *steam* para así conseguir que el fluido del tanque siga mezclándose, pero no aumente su temperatura.

4.6.1.5. Lazo de control para la descarga de los *Rundown Tanks* (TK-101 y TK-201)

En cuanto se comprueba que se cumplen todos los *set point* que se han especificado anteriormente y el proceso lo permita, se empieza a descargar el tanque hacia planta. Para ello, se cerrará la válvula (VAB-112) de recirculación al intercambiador y se abrirá una de las tres válvulas situadas en el *manifold* para poder dirigir el corriente al proceso deseado. Durante el proceso de descarga del tanque, es de vital importancia seguir controlando la presión para evitar que se produzca vacío y el equipo colapse.

Finalmente, en las Figuras 4.51 y 4.52 se puede ver un resumen de cómo se encontrarán las válvulas y los motores dependiendo las diferentes situaciones presentadas.

TK-101

	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	ALARMAS														
								Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel	Muy alta temperatura	Alta temperatura	Temperatura en el SP	Baja temperatura	Muy baja temperatura
Set point (barg, nivel %, °C)	-	-	-	-	-	-	-	3,5	2,5	0,6	0,3	0,2	95	90	85	20	10	160	150	120	100	95
VAB-101 (Entrada recirculaciones)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-102 (Entra del reactor)	C	C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	C	A/C	A/C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-103 (Entrada aporte de N2)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-104 (Salida del venteo)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A	A	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-105 (N2 del barrido)	C	C	C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-106 (Descarga TK-101)	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A	A/C	A/C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-109 (Drenado1 HX-101)	C	C	C	C	C	A/C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-110 (Drenado2 HX-101)	C	C	C	C	C	A/C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-111 (Envío a tren)	C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A	A/C	A/C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-112 (Entrada al HX-101)	C	C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	A	A
VAB-116 (Entrada del steam)	C	C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	A	A

Figura 4.51. Estado de las válvulas en función de la situación del proceso para el TK-101

M-101

	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	ALARMAS									
								Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
Motor bomba P-101	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 4.52. Tabla resumen de cuando el motor 101 está en funcionamiento.

4.6.2. Sistema de control para la neutralización con ácido acético (TK-301 y MX-301)

4.6.2.1. Control antes del sistema de llenado del tanque de ácido acético (TK-301)

El sistema de control que se lleva a cabo en este equipo es igual al explicado en el apartado 4.6.1.1.

4.6.2.2. Lazo de control para el *pad/de-pad* del tanque de ácido acético (TK-301)

El sistema de control que se lleva a cabo en este equipo es igual al explicado en el apartado 4.6.1.2 incluido los *set point*.

4.6.2.3. Lazo de control para la descarga del tanque de ácido acético (TK-301)

Antes de que se abra la válvula (VAG-114) del *manifold* situada en la salida del *Rundown Tank*, se abrirá la válvula de fondo del tanque de ácido acético y se encenderá la bomba (P-301) para cuando sea necesario, poder impulsar el ácido al mezclador para llevar a cabo la neutralización.

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alcoxylados.

4.6.2.4. Lazo de control para la neutralización en el mezclador (MX-301)

Para asegurarse que se lleva a cabo de forma correcta la neutralización, se tiene una válvula reguladora (VAG-302), un sensor de caudal (FIT-302) en la tubería de entrada de PEG y otro en la entrada de ácido acético (FIT-303). El sistema principal de control es de tipo cascada. El lazo primero fija el *set point* de caudal del FIT-302. Una vez se tiene este valor de caudal fijado se variará el porcentaje de apertura de VAG-302. Finalmente, en las Figuras 4.53 y 4.54 se puede ver un resumen de cómo se encontrarán las válvulas y los motores dependiendo las diferentes situaciones presentadas.

TK-301

							ALARMAS									
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
<i>Set point</i> (barg, nivel %)	-	-	-	-	-	-	3,5	2,5	0,6	0,3	0,2	95	90	85	20	10
VAB-301 (Entrada de ácido acético)	C	C	A	A/C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A	C	C	A/C	A/C	A/C
VAB-302 (Salida del venteo)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	A	A	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-303 (Entrada del aporte de N2)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	A/C	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-304 (Salida del TK-301)	C	C	A/C	A	A	C	A	A/C	A/C	A/C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-306 (N2 del barrido)	C	C	C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C

Figura 4.53. Estado de las válvulas en función de la situación del proceso para el TK-301

M-301

							ALARMAS									
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
Motor bomba P-301	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 4.54. Tabla resumen de cuando el motor 301 está en funcionamiento.

4.6.3. Sistema de control para la neutralización con ácido fosfórico

Este tren de acabado tiene un sistema de control muy parecido al descrito en el apartado anterior a excepción de que se tiene una bomba de desplazamiento positivo. Así que se empieza a explicar el control desde la salida del mezclador estático.

4.6.4. Control antes del sistema de llenado del filtro de cartuchos (F-401)

Antes de poder llenar el filtro con el producto procedente del mezclador estático se debe comprobar las siguientes condiciones que se comentan en el apartado 4.6.1.1 y además se debe comprobar que las paredes del filtro estén limpias.

4.6.5. Lazo de control para el llenado del filtro de cartuchos (F-401)

Una vez se ha comprobado que las condiciones anteriores se cumplen y el proceso lo permita, se abre la VAB-401 de entrada del PEG y se va llenando el filtro vigilando que la presión en el equipo no supere su *set point*. En caso de que subiese la presión en el equipo, se tiene un venteo en la parte superior del equipo.

El sistema de control del venteo, está formado por dos sensores de presión ubicados en la parte superior del equipo y en la tubería del venteo una válvula automática de bola y una válvula reguladora de globo. Cuando los sensores de presión dan un valor superior a su *set point*, se abrirá la VAB-403 y dependiendo del valor que indique dicho sensor, la válvula reguladora de globo abrirá un cierto porcentaje.

4.6.5.1. Lazo de control para asegurar una buena filtración

Para asegurarse de que se lleva a cabo una buena filtración, se necesita un diferencial de presión entre el corriente anterior y posterior al filtrado. En este caso, se han situado dos sensores en la parte superior del equipo y un sensor en la tubería de salida del filtro. Se sabrá que se tiene un buen filtrado cuando el diferencial de presión entre entrada y salida sea igual o mayor a 0.500 bar. En cuanto se vea que el diferencial de presión decae se cerrará la entrada del proceso y se pasará a la etapa de limpieza del equipo. En la salida de este equipo se comprobará que el producto este dentro de la especificación de potasa y de turbidez. Dicha comprobación se realizará a través de un toma muestras situado en la salida del filtro. Una vez tomada la muestra y analizada si el producto tiene la composición correcta se enviará hacia el TK-601. En el caso de que el producto no esté dentro de la especificación se aumentará el tiempo de residencia en el equipo o recircularlo hacia la entrada de esté a abriendo la VAB-406 y cerrando la VAB-405.

4.6.5.2. Lazo de control para la limpieza del filtro

El proceso de limpieza empieza en cuanto el diferencial de presión es inferior al *set point* y se ha vaciado de producto el equipo. Una vez se comprueba que se cumplen las condiciones anteriores, se abre la VAB-402 situada en la entrada de condensado. Finalmente, en la Figura 4.55, 4.56 y 4.57 se puede ver un resumen de cómo se encontrarán las válvulas dependiendo las diferentes situaciones presentadas.

TK-401

							Alarmas									
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
Set point (bar abs, nivel %)	-	-	-	-	-	-	1,5	1,4	1,2	1,1	1	85	75	60	20	10
VAB-409 (Entrada de ácido fosfórico)	C	C	A	A/C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A	C	C	A/C	A/C	A/C
VAB-408 (Salida del venteo)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	A	A	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-410 (Entrada del aporte de N2)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	A/C	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-411 (Salida del TK-401)	C	C	A/C	A	A	C	A	A/C	A/C	A/C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-412 (N2 del barrido)	C	C	C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C

Figura 4.55. Estado de las válvulas en función de la situación del proceso para el TK-401

M-401

							Alarmas									
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
Motor bomba P-401	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 4.56. Tabla resumen de cuando el motor 401 está en funcionamiento.

F-401

							Alarmas									
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Filtrado	Envío	Limpiado del filtro	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
Set point (barg, nivel %)	-	-	-	-	-	-	3,5	3	2	1,5	1	-	-	-	20	10
VAB-401 (Entrada al filtro)	C	C	A	A/C	A/C	C	C	C	A/C	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-402 (Entrada condensado)	C	C	C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-403 (Salida del venteo)	C	A/C	A/C	C	A/C	C	A	A	A/C	C	C	A	A	A/C	A/C	A/C
VAT-401 (Salida de waste)	C	C	C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-404 (Salida del filtro)	C	C	A/C	A/C	A	C	A	A/C	A/C	A/C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-406 (Recirculación)	C	C	A/C	A/C	A/C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C

Figura 4.57. Estado de las válvulas en función de la situación del proceso para el F-401

4.6.6. Sistema de control para la filtración por medio de una precapa

4.6.6.1. Control antes del sistema de llenado del slurry tank (ST-501)

Antes de poder llenar el equipo con el producto procedente del *Slurry Tank*, se debe comprobar las condiciones que se comentan en el apartado 4.6.1.1.

4.6.6.2. Lazo de control de temperatura en el *slurry tank* (ST-501)

Para mantener la temperatura deseada en el interior del *Slurry Tank*, se tiene un traceado eléctrico en el tanque y otro en la tubería de recirculación, dos sensores de temperatura en el fondo del equipo y un interruptor en cada traceado (INT-502 y INT-503). El *set point* de temperatura irá variando dependiendo del producto final que se desee obtener. En cuanto el sensor de temperatura da un valor menor al *set point*, se envía un orden de arranque al INT-502 y INT-503 para que se enciendan los traceados y así poder subir la temperatura del producto en el interior del equipo. En el caso de que se tenga un valor de la temperatura superior al *set point*, se enviará el orden de apagado del traceado y así no seguir aumentando la temperatura.

4.6.6.3. Lazo de control de la presión en el *slurry tank* (ST-501)

Para llevar a cabo el control de la presión en este equipo, se tiene un sistema *pad/de-pad* en el cual se sigue el mismo sistema de control explicado en el apartado 4.6.1.2

4.6.6.4. Lazo de control del nivel en el *slurry tank* (ST-501)

Para llevar a cabo el control del nivel en el equipo, se tiene dos sensores de nivel (LIT-501 y LIT-502) en la cabeza del tanque y válvulas automáticas en todas las entradas y salidas. El sistema de control que se lleva a cabo en el equipo está explicado en el apartado 4.6.1.3.

4.6.6.5. Lazo de control para la descarga del *slurry tank* (ST-501)

En cuanto se comprueba que se tienen los *set points* deseados y se tiene una buena homogeneización de la pasta, se lleva a cabo el proceso de descarga del equipo. Para ello se tiene una válvula automática de bola en la parte inferior del equipo y una bomba centrífuga para desplazar la pasta hacia uno de los *Rundown Tanks*. Antes de que se envíe la orden de apertura de la VAB-505, se envía el orden de arranque al motor de la bomba P-501. Una vez le llega la orden a la bomba, se abre la VAB-505 y se empieza a bombear líquido hacia los *Rundown Tank*. En la salida de la bomba se tiene una válvula reguladora y un sensor de presión. A través de estos dos instrumentos se podrá variar la presión con la que se impulsa el líquido. Mientras que se lleva a cabo el proceso de descarga es de vital importancia vigilar que la presión no descienda en exceso para evitar que el equipo colapse por vacío.

4.6.7. Control antes del sistema de llenado del filtro de candelas (F-501)

Antes de poder llenar el equipo con el producto procedente del mezclador estático, se debe comprobar que las condiciones que se comentan en el apartado 4.6.1.1 se cumplen. Además, se debe comprobar que las paredes del filtro estén limpias.

4.6.7.1. Lazo de control para la presión en el interior del filtro de candelas (F-501)

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alcoxylados.

Para llevar a cabo el control de presión, se tiene en sistema *pad/de-pad* pero en este caso, la entrada de nitrógeno se encuentra en un costado del equipo y el venteo en la tubería de la *heel filtration*. Se ha ubicado en estos sitios para facilitar el montaje y desmontaje del equipo ya que se abre como una caja de zapatos. El sistema de control de presión tiene el mismo funcionamiento que el que se explica en el apartado 4.6.1.2.

4.6.7.2. Lazo de control para asegurar una buena filtración

Para asegurarse que se lleva a cabo una buena filtración, se necesita un diferencial de presión entre el corriente antes y después al filtrado. En este caso se han situado dos sensores en la parte superior del equipo y un sensor en la tubería de salida del filtro.

Se sabrá que se tiene un buen filtrado cuando el diferencial de presión entre entrada y salida sea igual o mayor a 0.500bar. En cuanto se vea que el diferencial de presión decae, se cerrará la entrada del proceso y se pasará a la etapa de limpieza del equipo. Cuando se tiene un bajo nivel en el filtro, hay un cierto volumen que no toca con las candelas y por tanto no se filtra. Para solucionar este problema se ha instalado una bomba en la parte inferior del equipo. Cuando el sensor de nivel indica que hay bajo nivel se enciende la bomba y lleva el líquido a la parte superior del filtro dónde es pulverizado. A través de este elemento se consigue que el volumen que quedaba en el equipo sin filtrar se pegue a las paredes de las candelas. En la salida de este equipo se comprobará que el producto este dentro de la especificación de potasa y de turbidez. Dicha comprobación se realizará a través de un toma muestras situado en la salida del filtro. Una vez tomada la muestra y analizada si el producto tiene la composición correcta se enviará hacia el TK-601. En el caso de que el producto no esté dentro de la especificación se aumentará el tiempo de residencia en el equipo.

4.6.7.3. Lazo de control para la limpieza del filtro

El proceso de limpieza empieza en cuanto el diferencial de presión es inferior al *set point* y se ha vaciado de producto el equipo. En cuanto se cumplen las dos condiciones comentadas anteriormente se abre la VAB-513, dejando entrar el nitrógeno y arrastrando las impurezas situadas en las paredes más externas de las candelas. Las impurezas salen del equipo a través de la válvula automática de tajadera. Finalmente, en las Figuras 4.58, 4.59, 4.60 y 4.61 se puede ver un resumen de cómo se encontrarán las válvulas dependiendo las diferentes situaciones presentadas.

ST-501	Alarmas																				
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Operación	Envío	Barrido de las líneas	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel	Muy alta temperatura	Alta temperatura	Temperatura en el SP	Baja temperatura	Muy baja temperatura
Set point (barg, nivel %)	-	-	-	-	-	-	3,5	3	2	1,5	1	90	80	70	30	25	160	150	120	100	95
VAB-501 (Entrada del TK-101)	C	C	A	C	C	C	C	C	A/C	A/C	A	C	C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	C	C
VAB-502 (Entrada de solidos)	C	C	A	C	C	C	C	C	A/C	A/C	A	C	C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	C	C
VAB-503 (Entrada de N2)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	A	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-504 (Salida venteo)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	A	A	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-505 (Salida del ST-501)	C	C	C	A/C	A	C	A	A/C	A/C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-506 (N2 Barrido de las líneas)	C	C	C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-507 (Entrada recirculación)	C	C	C	A/C	C	C	C	C	A/C	C	A	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-512 (Entrada recirculación filtro)	C	C	C	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	A	A
Interruptor del traceado electrico	C	C	A	A	A	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	A	A

Figura 4.58. Estado de las válvulas en función de la situación del proceso para el ST-501

M-501	Alarmas															
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Filtrado	Envío	Limpiado del filtro	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
Motor bomba P-501	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 4.59. Tabla resumen de cuando el motor 501 está en funcionamiento.

F-501	Alarmas															
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Filtrado	Envío	Limpiado del filtro	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
Set point (barg, nivel %)	-	-	-	-	-	-	3,5	3	2	1,5	1	-	-	-	20	10
VAB-513 (Entrada de N2)	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A	A
VAB-515 (Entrada al filtro)	C	C	A	A	C	C	C	C	A/C	C	A	A/C	A/C	A/C	C	C
VAT-501 (Salida del waste)	C	C	C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C
VAB-530 (Salida hell filtration)	C	C	C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A	A
VAB-526 (Salida filtro)	C	C	C	A	A	C	A	A	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A	A
VAB-532 (Salida del venteo)	C	A/C	A/C	C	C	C	A	C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	C	C

Figura 4.60. Estado de las válvulas en función de la situación del proceso para el F-501

M-502	Alarmas															
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Operación	Envío	Barrido de las líneas	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
Motor bomba P-501	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 4.61. Tabla resumen de cuando el motor 502 está en funcionamiento.

4.6.8. Sistema de control para el *check tank* (TK-601)

4.6.8.1. Sistema de control antes del sistema de llenado para el *check tank* (TK-601)

Antes de poder llenar el equipo con el producto procedente de los diferentes trenes, se debe comprobar las condiciones que se comentan en el apartado 4.6.1.1.

4.6.8.2. Lazo de control de la presión en el *check tank* (TK-601)

Para llevar a cabo el control de la presión en este equipo, se tiene un sistema *pad/de-pad* que se sigue el mismo sistema de control explicado en el apartado 4.6.1.2.

4.6.8.3. Lazo de control del nivel en el *check tank* (TK-601)

Para llevar a cabo el control del nivel en el equipo, se tiene dos sensores de nivel en la cabeza del tanque y dispone de válvulas automáticas en todas las entradas y salidas. El sistema de control que se lleva a cabo en el equipo está explicado en el apartado 4.6.1.3.

4.6.8.4. Lazo de control de la temperatura en el *check tank* (TK-601)

Para mantener la temperatura del tanque se ha instalado una recirculación que pasa por el intercambiador (HX-601), un sensor de temperatura en el fondo del tanque (TIT-601), otro en la tubería de salida del tanque (TIT-602), un medidor de presión en la salida del condensado del intercambiador (PIT-605) y en la entrada de *steam* una válvula automática de bola y una reguladora de globo. El sensor de temperatura que se ubica en la tubería de salida el tanque se decide poner en este sitio, debido a que cuando se tenga muy bajo nivel no se podría tener un valor y además, al estar antes de la bomba, se tendrá información para evitar *dead heading*. El *set point* de temperatura tendrá diferentes valores (110°C-130°C) dependiendo del producto que viene del reactor. El sistema principal de control es en cascada. El lazo primero fija el *set point* de presión del sensor PIT-605. Una vez se tiene este valor de presión deseado, se variará el porcentaje de apertura de la válvula reguladora VAG-603. En el caso de que la temperatura dentro del tanque esté dentro del *set point* deseado sea superior, se cerrará la entrada del corriente de *steam* para así conseguir que el fluido del tanque siga mezclándose, sin aumentar su temperatura.

4.6.8.5. Sistema de control para la descarga del *check tank* (TK-601)

En la descarga del tanque se tiene la posibilidad de enviar a la torre de vacío (TV-701) o hacia los *rundown tanks* (TK-101 y TK-201). Dependiendo de si se cumplen las especificaciones del producto en el equipo, se enviará a la torre de vacío o al TK-101/201. En cuanto se sabe dónde se quiere enviar el producto, se envía la orden de abrir a una de las válvulas situadas en el *manifold*. Finalmente, en las Figuras 4.62 y 4.63 se puede ver un resumen de cómo se encontrarán las válvulas dependiendo las diferentes situaciones presentadas.

TK-601

	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	Alarmas															
								Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel	Muy alta temperatura	Alta temperatura	Temperatura en el SP	Baja temperatura	Muy baja temperatura	
Set point (barg, nivel %, °C)	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,4	0,2	0	-0,1	90	80	50	20	10	160	150	120	100	95	
VAB-601 (Entrada al tanque)	C	C	A	A/C	A/C	C	C	C	C	A/C	C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-602 (Salida del venteo)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	A	A	C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-603 (Entrada de N2)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	C	C	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-604,605,606 (Entrada recirc)	C	C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-607 (Salida del tanque)	C	C	C	A	A	A	C	A	A/C	A/C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-608 (Barrido N2)	C	C	C	C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-612 (Entrada al intercambiador)	C	C	C	A	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	A	A	
VAB-613 (Entrada al steam)	C	C	C	A	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	A/C	A	A	A	

Figura 4.62. Estado de las válvulas en función de la situación del proceso para el TK-601

M-601

	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	Alarmas								
								Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel
Motor bomba P-601								NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 4.63. Tabla resumen de cuando el motor 601 está en funcionamiento.

4.6.9. Sistema de control para la torre de vacío (TV-701)

4.6.9.1. Sistema de control antes del sistema de llenado para la torre de vacío (TV-701)

Antes de poder llenar el equipo con el producto procedente del TK-601, se debe comprobar las condiciones que se comentan en el apartado 4.6.1.1.

4.6.9.2. Lazo de control del nivel en la torre de vacío (TV-701)

Para llevar a cabo el control del nivel en el equipo, se tiene una alarma de alto nivel en la parte superior del equipo (HLIT) y un sensor de presión en el fondo del equipo (LI-701) y otro en la salida del intercambiador instalado dentro de la torre. El sistema de control principal para la altura se lleva a cabo en la parte inferior de la torre ya que es donde se opera. A través de los dos sensores de presión, se puede obtener el diferencial de presión entre el nivel más bajo y el más alto. Con este diferencial, se puede saber qué nivel del líquido se tiene. En el caso de que se tuviese un nivel superior al *set point* se cerrarán las válvulas de entrada en el equipo. La alarma de alto nivel situada en la parte superior del equipo se instala para evitar la inundación de la torre.

4.6.9.3. Lazo de control de la temperatura en la torre de vacío (TV-701)

Para mantener la temperatura de la torre de vacío se tiene instalado un intercambiador en el mismo equipo, dos sensores de temperatura en el fondo de la torre, un sensor de presión en la salida del condensado y una válvula reguladora en la entrada de *steam* al intercambiador. El sistema principal de control es en cascada. El lazo primero fija el *set point* de presión del sensor PIT-703. Una vez se tiene este valor de presión deseado, se variará el porcentaje de apertura de la válvula reguladora VAG-702. En el caso de que la temperatura dentro del tanque esté dentro del *set point* deseado sea superior, se cerrará la entrada del corriente de *steam* para así conseguir que el fluido del tanque siga mezclándose, sin aumentar su temperatura.

4.6.9.4. Lazo de control de la presión en la torre de vacío (TV-701)

Para llevar a cabo el control de la presión en el equipo, se tiene dos sensores de presión en la parte superior del equipo. Al ser un equipo que está a vacío se la da una mayor importancia a que no se supere la presión mínima para evitar que colapse. Si el sensor de presión da un valor menor del *set point*, se regulará la intensidad a la que opera la unidad de vacío (que queda fuera del alcance).

4.6.9.5. Lazo de control en la descarga de la torre de vacío (TV-701)

En cuanto se cree que se tiene la composición de agua dentro de la especificación se abrirá la VAB-702 y se impulsará el fluido a través de la bomba P-701 hacía el TK-801. Finalmente, en las Figuras 4.64 y 4.65 se puede ver un resumen de cómo se encontrarán las válvulas dependiendo las diferentes situaciones presentadas.

TV-701	Alarmas																					
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Envío	Vaciado del tanque	Muy alta presión	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel	Muy alta temperatura	Alta temperatura	Temperatura en el SP	Baja temperatura	Muy baja temperatura	
Set point (bar abs, nivel %, °C)	-	-	-	-	-	-	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	30	25	15	10	5	160	150	120	100	95	
VAB-708 (Entrada a la torre)	C	C	A	A	C	C	C	C	A/C	A	A	C	C	A/C	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-702 (Salida fondo de la torre)	C	C	C	C	A	C	A/C	A/C	A/C	C	C	A	A/C	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAG-703 (Unidad de vacío)	C	C	A	A	C	A	A	A	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-701 (Entrada de steam)	C	C	A/C	A/C	C	A	A	A	A/C	A/C	A/C	A	A	A/C	A/C	C	C	C	A/C	A	A	A

Figura 4.64. Estado de las válvulas en función de la situación del proceso para el TV-

701

M-701	Alarmas															
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Envío	Vaciado del tanque	Muy alta presión	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
Motor bomba P-701	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 4.65. Tabla resumen de cuando el motor 701 está en funcionamiento.

4.6.10. Sistema de control para los *check tanks* finales (TK-801 y TK-901)

Como este tanque está por duplicado, se explica el control para el TK-101 y para el TK-201 será idéntico.

4.6.10.1. Sistema de control antes del sistema de llenado para el *check tank* final

Antes de poder llenar el equipo con el producto procedente del mezclador estático, se debe comprobar las condiciones que se comentan en el apartado 4.6.1.1.

4.6.10.2. Lazo de control del nivel en el *check tank* final

Para llevar a cabo el control de nivel en el tanque, se tienen dos sensores de nivel en la parte superior de éste. El valor máximo que puede alcanzar el equipo es de un 85% de su volumen. En caso de que el sensor mida un valor igual o superior, se deben cerrar todas las válvulas de entrada al equipo.

4.6.10.3. Lazo de control de temperatura en el *check tank* final

Para llevar a cabo el control de temperatura en el tanque, se tiene instalado en su interior un intercambiador de bayoneta, un sensor de temperatura en el fondo del equipo y otro en la tubería de salida, un sensor de presión en la salida del condensado del intercambiador y una válvula reguladora en la entrada del *steam*. El sistema principal de control es en cascada. El lazo primero fija el *set point* de presión del sensor PIT-803. Una vez se tiene este valor de presión deseado, se variará el porcentaje de apertura de la válvula reguladora VAG-801. En el caso de que la temperatura dentro del tanque esté dentro del *set point* deseado sea superior se cerrará la entra del corriente de *steam* para así conseguir que el fluido del tanque siga mezclándose, sin aumentar su temperatura.

4.6.10.4. Lazo de control de la presión en el *check tank* final

Para llevar a cabo el control de la presión en este equipo, se tiene un sistema *pad/de-pad* que sigue el mismo sistema de control explicado en el apartado 4.6.1.2.

4.6.10.5. Lazo de control de la composición dentro de la especificación

En este equipo se llevará a cabo la comprobación de que todas las especificaciones estén dentro de la especificación. Dicha comprobación se realizará a través de un toma muestras situado en la descarga de la bomba P-801. Una vez tomada la muestra y analizada si el producto tiene la composición correcta se enviará hacia los tanques finales de almacenaje. En el caso de que no esté dentro de la especificación debido a que tiene una mayor composición de agua que la deseada se enviará otra vez a la torre de vacío para así conseguir reducir esa cantidad y que este dentro de la especificación. También, se puede dar el caso que no esté dentro de la especificación debido a que tenga una turbidez elevada o una concentración en potasa elevada. En este caso se enviará hacia uno de los *Rundown Tanks*.

TK-801

	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	Alarmas														
							Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel	Muy alta temperatura	Alta temperatura	Temperatura en el SP	Baja temperatura	Muy baja temperatura
Set point (bar abs, nivel %, °C)	-	-	-	-	-	-	1,5	1,4	1,2	1,1	1	90	80	50	20	10	160	150	120	100	95
VAB-804 (Entrada al tanque)	C	C	A	A/C	C	C	C	C	A/C	C	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-808 (Salida del venteo)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	A	A	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-806 (Entrada N2)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	A/C	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-801 (Entrada steam)	C	C	A/C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	A	A	
VAB-803 (N2 barrido)	C	C	C	C	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-802 (Salida del tanque)	C	C	C	A	A	C	A	A/C	A/C	A/C	A	A	A/C	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C

Figura 4.66. Estado de las válvulas en función de la situación del proceso para el TK-801

M-801

	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	Alarmas											
							Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel		
Motor bomba P-801	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 4.67. Tabla resumen de cuando el motor 801 está en funcionamiento.

4.6.11. Sistema de control para los final tanks (TK-1001, TK-2001, TK-3001, TK-4001 y TK-5001)

Como este tanque está por multiplicado cinco veces, se explica el control para el TK-1001 y para los demás tanques será idéntico.

4.6.11.1. Sistema de control antes del sistema de llenado para el final tank

Antes de poder llenar el equipo con el producto procedente de la torre de vacío, se deben comprobar las condiciones que se comentan en el apartado 4.6.1.1.

4.6.11.2. Lazo de control del nivel en el final tank

Para llevar a cabo el control de nivel en el tanque, se tienen dos sensores de nivel en la parte superior de éste. El valor máximo que puede alcanzar el equipo es de un 85% de su volumen. En caso de que el sensor mida un valor igual o superior, se deben cerrar todas las válvulas de entrada al equipo.

4.6.11.3. Lazo de control de temperatura en el final tank

Para llevar a cabo el control de temperatura en el tanque, se tiene instalado en su interior un intercambiador de bayoneta, un sensor de temperatura en el fondo del equipo y otro en la tubería de salida, un sensor de presión en la salida del condensado del intercambiador y una válvula reguladora en la entrada del *steam*. El sistema principal de control es en cascada. El lazo primero fija el *set point* de presión del sensor PIT-803. Una vez se tiene este valor de presión deseado se variará el porcentaje de apertura de la válvula reguladora VAG-801. En el caso de que la temperatura dentro del tanque esté dentro del *set point* deseado sea superior, se cerrará la entra del corriente de *steam* para así conseguir que el fluido del tanque siga mezclándose, sin aumentar su temperatura.

4.6.11.4. Lazo de control de la presión en el final tank

Para llevar a cabo el control de la presión en este equipo se tiene un sistema *pad/de-pad* que sigue el mismo sistema de control explicado en el apartado 4.6.1.2. Finalmente, en la Figura 4.68 y 4.69 se puede ver un resumen de cómo se encontrarán las válvulas dependiendo las diferentes situaciones presentadas.

TK-1001	Alarmas																					
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel	Muy alta temperatura	Alta temperatura	Temperatura en el SP	Baja temperatura	Muy baja temperatura	
Set point (bar abs, nivel %, °C)	-	-	-	-	-	-	1,5	1,4	1,2	1,1	1	90	80	50	20	10	160	150	120	100	95	
VAB-1002 (Entrada al tanque)	C	C	A	A/C	C	C	C	C	A/C	C	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-1003 (Salida del venteo)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	A	A	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-1004 (Entrada N2)	C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	A/C	A	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-1001 (Entrada steam)	C	C	A/C	C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	C	C	C	A	A	
VAB-1006 (N2 barrido)	C	C	C	C	C	A	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C
VAB-1005 (Salida del tanque)	C	C	C	A	A	C	A	A/C	A/C	A/C	A	A	A/C	A/C	C	C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C	A/C

Figura 4.68. Estado de las válvulas en función de la situación del proceso para el TK-1001

M-1001	Alarmas															
	Mantenimiento	Espera de proceso	Llenado	Envío	Vaciado del tanque	Barrido de las líneas	Muy alta presión	Alta presión	Presión dentro del SP	Baja presión	Muy baja presión	Muy alto nivel	Alto nivel	Nivel dentro del SP	Bajo nivel	Muy bajo nivel
Motor bomba P-1001	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 4.69. Tabla resumen de cuando el motor 1001 está en funcionamiento.

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alkoxylos.

4.6.12. Control de las válvulas reguladoras

Finalmente, en la Figura 4.70 se puede observar cómo actuarán todas las válvulas reguladoras del proceso.

TK-101	Instr. redundantes								Instrumento A	Instrumento B	Selección instrumento	SP	Banda alta	Banda baja	Ganancia proporcional	Ganancia derivativa	Ganancia integral	Control feedforward	Fallo cierra o abre	Habilitación	Comentarios
	Mantenimiento	Espera proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado	Barrido	Variable medida													
VAG-101 (Salida venteo)	CL	C	C	C	C	C	C	Presión	PIT-101	PIT-102	Val. + alto	0,6 barg	1,1barg	0,4 barg	2	10	0	NO	Abre	Siempre	-
VAG-102 (Entrada steam HX-101)	CL	NC	C	C	C	C	CL	Temp.	TIT-101	TIT-102	Val. + bajc	120°C	135°C	115°C	0,5	5	0	NO	Cierra	VL > 20%	-
VAG-103 (Salida de P-101)	CL	NC	NC	C	C	C	CL	caudal	FIT-101	-	Val. + bajc	3600 m3/h	3550 m3/h	3650 m3/h	3	6	0	NO		Siempre	En llenado y recirculación control con PIT-101 y PIT-102. En envío control con FIT-101. En vaciado control con PIT-103.

TK-301	Instr. redundantes								Instrumento A	Instrumento B	Selección instrumento	SP	Banda alta	Banda baja	Ganancia proporcional	Ganancia derivativa	Ganancia integral	Control feedforward	Fallo cierra o abre	Habilitación	Comentarios
	Mantenimiento	Espera proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado	Barrido	Variable medida													
VAG-301 (Salida venteo)	CL	C	C	C	C	C	C	Presión	PIT-301	-	Val. + alto	0,6 barg	1,1barg	0,4 barg	2	10	0	NO	Abre	Siempre	-
VAG-302 (Salida de P-301)	CL	NC	NC	C	C	C	CL	caudal	FIT-302	-	Val. + bajc	2,6m3/h	2m3/h	3m3/h	3	6	0	NO		Siempre	En llenado y recirculación control con PIT-301 En envío control con FIT-302. En vaciado control con PIT-302.

TK-401	Instr. redundantes								Instrumento A	Instrumento B	Selección instrumento	SP	Banda alta	Banda baja	Ganancia proporcional	Ganancia derivativa	Ganancia integral	Control feedforward	Fallo cierra o abre	Habilitación	Comentarios
	Mantenimiento	Espera proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado	Barrido	Variable medida													
VAG-301 (Salida venteo)	CL	C	C	C	C	C	C	Presión	PIT-401	-	Val. + alto	0,6 barg	1,1barg	0,4 barg	2	10	0	NO	Abre	Siempre	-
VAG-302 (Salida de P-301)	CL	NC	NC	C	C	C	CL	caudal	FIT-402	-	Val. + bajc	2,6m3/h	2m3/h	3m3/h	3	6	0	NO		Siempre	En llenado y recirculación control con PIT-401 En envío control con FIT-402. En vaciado control con PIT-402.

F-401	Instr. redundantes								Instrumento A	Instrumento B	Selección instrumento	SP	Banda alta	Banda baja	Ganancia proporcional	Ganancia derivativa	Ganancia integral	Control feedforward	Fallo cierra o abre	Habilitación	Comentarios
	Mantenimiento	Espera proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado	Barrido	Variable medida													
VAG-401 (Salida para	CL	C	C	C	C	C	C	Presión	PIT-411	PIT-412	Val. + alto	0,6 barg	1,1barg	0,4 barg	2	10	0	NO	Abre	Siempre	-

ST-501

	Mantenimiento	Espera proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado	Barrido	Variable medida	Instr. redundantes		Selección instrumento	SP	Banda alta	Banda baja	Ganancia proporcional	Ganancia derivativa	Ganancia integral	Control feedforward	Fallo cierre o abre	Habilitación	Comentarios
									Instrumento A	Instrumento B											
VAG-501 (Salida venteo)	CL	C	C	C	C	C	C	Presión	PIT-501	PIT-502	Val. + alto	0,6 barg	1,1barg	0,4 barg	2	10	0	NO	Abre	Siempre	-
VAG-502 (Salida de P-301)	CL	NC	NC	C	C	C	CL	caudal	FIT-501	-	Val. + bajc	3600 m3/h	3550 m3/h	3650 m3/h	3	6	0	NO		Siempre	En llenado y recirculación control con PIT-501 y PIT-502 En envío control con FIT-501. En vaciado control con PIT-503.

F-501

	Mantenimiento	Espera proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado	Barrido	Variable medida	Instr. redundantes		Selección instrumento	SP	Banda alta	Banda baja	Ganancia proporcional	Ganancia derivativa	Ganancia integral	Control feedforward	Fallo cierre o abre	Habilitación	Comentarios
									Instrumento A	Instrumento B											
VAG-503 (Hell filtration)	CL	CL	CL	CL	C	C	CL	Nivel	LIT-511	-	Val. + bajc	20%	-	-				NO	Cierra_VL < 20%		
VAG-504 (Salida de venteo)	CL	C	C	C	C	C	C	Presión	PIT-512	-	Val. + alto	0,6 barg	1,1barg	0,4 barg	2	10	0	NO	Abre	Siempre	

TK-601

	Mantenimiento	Espera proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado	Barrido	Variable medida	Instr. redundantes		Selección instrumento	SP	Banda alta	Banda baja	Ganancia proporcional	Ganancia derivativa	Ganancia integral	Control feedforward	Fallo cierre o abre	Habilitación	Comentarios
									Instrumento A	Instrumento B											
VAG-601 (Salida de venteo)	CL	C	C	C	C	C	C	Presión	PIT-601	-	Val. + alto	0,6 barg	1,1barg	0,4 barg	2	10	0	NO	Abre	Siempre	-
VAG-602 (Salida de P-601)	CL	NC	NC	C	C	C	CL	caudal	FIT-402	-	Val. + bajc	3600 m3/h	3550 m3/h	3650 m3/h	3	6	0	NO		Siempre	En llenado y recirculación control con PIT-401 En envío control con FIT-402. En vaciado control con PIT-402.
VAG-603 (Entrada steam HX-60)	CL	NC	C	C	C	C	CL	Temp.	TIT-601	TIT-102	Val. + bajc	120°C	135°C	115°C	0,5	5	0	NO	Cierra_VL > 20%		-

TV-701

	Mantenimiento	Espera proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado	Barrido	Variable medida	Instr. redundantes		Selección instrumento	SP	Banda alta	Banda baja	Ganancia proporcional	Ganancia derivativa	Ganancia integral	Control feedforward	Fallo cierre o abre	Habilitación	Comentarios
									Instrumento A	Instrumento B											
VAG-701 (Entrada a la torre)																					
VAG-702 (Entrada steam torre)	CL	NC	C	C	C	C	CL	Temp.	TIT-101	TIT-102	Val. + bajc	120°C	135°C	115°C	0,5	5	0	NO	Cierra_VL > 20%		
VAG-703 (Entrada unidad vacío)																		NO			

TK-801

	Instr. redundantes								Instrumento A	Instrumento B	Selección instrumento	SP	Banda alta	Banda baja	Ganancia proporcional	Ganancia derivativa	Ganancia integral	Control feedforward	Fallo tierra o abre	Habilitación	Comentarios
	Mantenimiento	Espera proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado	Barrido	Variable medida													
VAG-801 (Entrada steam HX-601)	CL	NC	C	C	C	C	CL	Temp.	TIT-801	-	Val. + bajc	120°C	135°C	115°C	0,5	5	0	NO	Cierra	LVL >20%	-
VAG-802 (Salida de venteo)	CL	C	C	C	C	C	C	Presión	PIT-801	-	Val. + alto	0,6 barg	1,1barg	0,4 barg	2	10	0	NO	Abre	Siempre	-
VAG-803 (Salida de P-801)	CL	NC	NC	C	C	C	CL	caudal	FIT-801	-	Val. + bajc	3600 m3/h	3550 m3/h	3650 m3/h	3	6	0	NO		Siempre	En llenado y recirculación control con PIT-401 En envío control con FIT-402. En vaciado control con PIT-402.

TK-1001

	Instr. redundantes								Instrumento A	Instrumento B	Selección instrumento	SP	Banda alta	Banda baja	Ganancia proporcional	Ganancia derivativa	Ganancia integral	Control feedforward	Fallo tierra o abre	Habilitación	Comentarios
	Mantenimiento	Espera proceso	Llenado	Recirculación	Envío	Vaciado	Barrido	Variable medida													
VAG-1002 (Salida de venteo)	CL	C	C	C	C	C	C	Presión	PIT-601	-	Val. + alto	0,6 barg	1,1barg	0,4 barg	2	10	0	NO	Abre	Siempre	-
VAG-602 (Salida de P-1001)	CL	NC	NC	C	C	C	CL	caudal	FIT-1002	-	Val. + bajc	3600 m3/h	3550 m3/h	3650 m3/h	3	6	0	NO		Siempre	En llenado y recirculación control con PIT-401 En envío control con FIT-402. En vaciado control con PIT-402.
VAG-603 (Entrada steam HX-100)	CL	NC	C	C	C	C	CL	Temp.	TIT-1001	TIT-1002	Val. + bajc	120°C	135°C	115°C	0,5	5	0	NO	Cierra	LVL >20%	-

Figura 4.70. Actuación de las válvulas reguladoras del proceso

4.6.13. Válvulas de seguridad

Válvula	P&ID	Tamaño	Set sobrepresión	Set de vacío	Escenario que se cubre	Material	Rating
PSV-101	P&ID 101	2"x3" J	4,3 barg	-	Fuego y overfilling	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
RD-101	P&ID 101	2"x3" J	4,5 barg	-	Fuego	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PSV-102	P&ID 101	1"x2" D	7,0 barg	-	Thermal expansion	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
ERV-301	P&ID 301	2"x3" H	1,4 barg	-	Fuego, overfilling, barrido con N2, inbreathing and outbreathing	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PSV-301	P&ID 301	1"x2" D	7,0 barg	-	Thermal expansion	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PVRV-301	P&ID 301	2"x3" H	1,2 barg	0,5 bar abs	Fuego, overfilling, barrido con N2, inbreathing and outbreathing	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
ERV-401	P&ID 401	2"x3" H	0,7 barg	-	Fuego, overfilling, barrido con N2, inbreathing and outbreathing	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PSV-402	P&ID 401	2"x3" H	0,7 barg	-	Fuego y overfilling	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PVRV-401	P&ID 401	2"x3" H	0,5 barg	0,5 bar abs	Fuego, overfilling, barrido con N2, inbreathing and outbreathing	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PSV-401	P&ID 410	2"x3" H	2,5 barg	-	Fuego y overfilling	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PSV-501	P&ID 501	2"x3" H	3,3 barg	-	Fuego y overfilling	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PSV-502	P&ID 501	1"x2" D	7,0 barg	-	Thermal expansion	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PSV-503	P&ID 510	2"x3" H	6,0 barg	-	Fuego y overfilling	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
ERV-601	P&ID 601	2"x3" J	0,7 barg	-	Fuego, overfilling, barrido con N2, inbreathing and outbreathing	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PSV-601	P&ID 601	1"x2" D	7,0 barg	-	Thermal expansion	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PVRV-601	P&ID 601	2"x3" J	0,5 barg	0,5 bar abs	Fuego, overfilling, barrido con N2, inbreathing and outbreathing	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
ERV-801	P&ID 801	2"x3" J	0,7 barg	-	Fuego, overfilling, barrido con N2, inbreathing and outbreathing	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PSV-801	P&ID 801	1"x2" D	7 barg	-	Thermal expansion	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PVRV-801	P&ID 801	2"x3" J	0,5 barg	0,5 bar abs	Fuego, overfilling, barrido con N2, inbreathing and outbreathing	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
ERV-1001	P&ID 1001	2"x3" J	0,7 barg	-	Fuego, overfilling, barrido con N2, inbreathing and outbreathing	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PSV-1001	P&ID 1001	1"x2" D	7,0 barg	-	Thermal expansion	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150
PVRV-1001	P&ID 1001	2"x3" J	0,5 barg	0,5 bar abs	Fuego, overfilling, barrido con N2, inbreathing and outbreathing	ASTM A240 GR.304(UNS S31400)	150

Figura 4.71. Válvulas de seguridad que se encuentran en los equipos diseñados

4.7. Modelización torre de vacío

Se ha reproducido el funcionamiento de una torre de vacío con la finalidad de deshidratar una mezcla acuosa de polietilenglicol mediante el uso del software de simulación de procesos químicos: Aspen PLUS v.11.

El tipo de torre modelizada recibe el nombre de *falling film evaporator* [48]. Este modelo es de efecto simple por lo que únicamente se contiene un tanque de separación, un intercambiador de tubos y carcasa integrado de forma vertical por dentro del tanque flash cilíndrico. Dentro del propio tubo se efectúa la evaporación parcial y separación del vapor resultante del líquido de proceso que se inserta. Para ello, se utiliza un corriente de vapor que circula por carcasa que proporciona el calor necesario en la pared de los tubos para poder ejercer el cambio de fase. El producto en fase líquida ingresa por cabeza del evaporador y se distribuye uniformemente por la haz de tubos del intercambiador, justo antes habiendo perdido velocidad el corriente al impactar contra una placa de choque horizontal situada poco después de la entrada del corriente. De esta forma, se reduce el riesgo de desgaste tubular. El producto volátil que se consigue evaporar por el flash asciende por cabeza del recipiente mientras que el producto concentrado transcurre por fondos [49]. El vapor y el líquido circulan en paralelo y contracorriente. Durante la evaporación, pueden alcanzarse un incremento de velocidad que generen una película fina de líquido que mejoren la transferencia de calor. El vapor se forma en la superficie de la película. Los tubos tienen que estar humedecidos para evitar una reducción de rendimiento y posibles roturas. Calentar la mezcla propicia una reducción en la viscosidad del fluido que mejora la transferencia de energía [50].

El equipo opera al vacío generándose esta condición de presión por medio de un sistema con eyector que queda fuera del alcance del proyecto. De esta forma, se alcanzan temperaturas de ebullición más reducidas evitando el posible riesgo que existiría de degradación del producto y consumiendo menos energía durante la evaporación. El corriente de vapor succionado por el eyector se le aplicará los tratamientos necesarios para la recuperación del PEG que sale por arriba y recirculará condensado de nuevo hacia la torre. El tiempo de residencia que ofrece el equipo es reducido entorno 10 minutos de operación.

A continuación, en la Figura 4.71 se muestra el diagrama de flujo perteneciente a la torre de vacío efectuada.

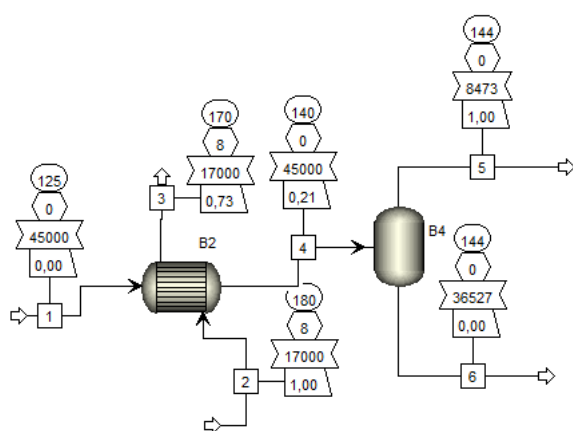


Figura 4.71. Diagrama de flujo en Aspen PLUS v.11.

Debido a la incompatibilidad que existe a la hora de integrar un separador flash junto con un intercambiador a la vez. Se ha confeccionado la unidad en dos pasos. La torre de vacío resultante opera con dos sustancias: agua y polietilenglicol. Sin embargo, el PEG a la hora de efectuar la simulación es sustituido por su monómero el etilenglicol, debido a la inexistencia en la base de datos para encontrar polietilenglicol. Como método de propiedades seleccionado para la mezcla acuosa de PEG se ha escogido la EOS, *PENG-ROBINSON*. Esta ecuación cubica de estado describe el comportamiento de un fluido en un amplio rango de presiones y temperaturas admitiéndose presiones reducidas aplicables tanto a la fase gas como líquida. Mientras que, para el vapor, se ha utilizado el modelo *STEAMNBS* para ajustar sus características con exactitud.

El corriente de entrada a la torre se simula a partir de que adquiere la condición de vacío por medio del eyector, por lo que la presión a la que se encuentra es de 0.280barA y una temperatura de 125°C. Para lograr una evaporación parcial del 21% de la composición de la alimentación se utiliza un corriente de vapor de alta presión a 8 barA y 180 grados. Se simuló el intercambiador previamente por el método *radfrac*, para después aplicar el modelo riguroso de tubos y carcasa. El calor intercambiado por el intercambiador resulta de 9.97E+06KJ/h y un área de 73 m². En la Figura 4.72 se adjunta la hoja de especificación característica del intercambiador donde se puede comprobar resultados de geometría y térmicos.

Heat Exchanger Specification Sheet															
1	Company:														
2	Location:														
3	Service of Unit:		Our Reference:												
4	Item No.:		Your Reference:												
5	Date:	Rev No.:	Job No.:												
6	Size :	575 - 3000 mm	Type:	BEM Vertical	Connected in: 1 parallel 1 series										
7	Surf/unit(eff.)	73,2 m ²	Shells/unit	1	Surf/shell(eff.) 73,2 m ²										
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT														
9	Fluid allocation			Shell Side			Tube Side								
10	Fluid name			S6			S4								
11	Fluid quantity, Total			4,7222			12,5								
12	Vapor (In/Out)			kg/s 4,7222 / 3,426			0 / 2,4019								
13	Liquid			kg/s 0 / 1,2962			12,5 / 10,0982								
14	Noncondensable			kg/s 0 / 0			0 / 0								
15															
16	Temperature (In/Out)			°C 180 / 169,57			125 / 141,54								
17	Bubble / Dew point			°C 170,44 / 170,44			169,57 / 169,57 / 140,33 / 155,05 / 127,53 / 143,55								
18	Density Vapor/Liquid			kg/m ³ 4,05 / 4,08 / 897,9			/ 1024,61 / 0,28 / 1019,23								
19	Viscosity			mPa-s 0,0151 / 0,0147 / 0,16			/ 1,2919 / 0,0117 / 1,2502								
20	Molecular wt, Vap			18,02			18,02 / 57,07								
21	Molecular wt, NC														
22	Specific heat			kJ/(kg-K) 2,4 / 2,463 / 4,368			/ 2,555 / 1,554 / 2,565								
23	Thermal conductivity			W/(m-K) 0,0352 / 0,0347 / 0,6764			/ 0,2594 / 0,0217 / 0,2584								
24	Latent heat			kJ/kg 2047,7			2049,1 / 1014,1 / 900,3								
25	Pressure (abs)			bar 8 / 7,83272			0,28 / 0,17605								
26	Velocity (Mean/Max)			m/s 7,78 / 14,62			53,53 / 106,92								
27	Pressure drop, allow./calc.			bar 0,2 / 0,16728			0,13 / 0,10395								
28	Fouling resistance (min)			m ² -K/W 0			0 / 0 / Ao based								
29	Heat exchanged			2770,2 kW			MTD (corrected) 25,09 °C								
30	Transfer rate, Service			1508,5 Dirty 1507,7 Clean 1507,7			W/(m ² -K)								
31	CONSTRUCTION OF ONE SHELL														
32				Shell Side			Tube Side								
33	Design/Vacuum/test pressure			bar 9 / / 3 / /											
34	Design temperature / MDMT			°C 215 / / 215 / /											
35	Number passes per shell			1 / / 1 / /											
36	Corrosion allowance			mm 0 / / 0 / /											
37	Connections			In mm 1 154,05 / - 1 387,35 / -											
38	Size/Rating			Out mm 1 387,35 / - 1 387,35 / -											
39	ID			Intermediate / / - / -											
40	Tube #:	418	OD:	19,05	Tks. Average	1,65	mm	Length:	3000	mm	Pitch:	23,81	mm	Tube pattern:	30
41	Tube type:	Plain	Insert:	None	Fin#:		#/m	Material:	SS 316L						
42	Shell	SS 316L	ID	575	OD	585	mm	Shell cover	-						
43	Channel or bonnet	SS 316L						Channel cover	-						
44	Tubesheet-stationary	SS 316L						Tubesheet-floating	-						
45	Floating head cover	-						Impingement protection	None						
46	Baffle-cross	SS 316L	Type	Double segmental	Cut(%d)	24,89	H Spacing: c/c	400	mm						
47	Baffle-long	-	Seal Type				Inlet	801,47	mm						
48	Supports-tube	U-bend	Type	0			Type								
49	Bypass seal	-	Tube-tubesheet joint				Expanded only (2 grooves)(App.A 'i')								
50	Expansion joint	-	Type	None											
51	RhoV2-Inlet nozzle	15855	Bundle entrance	828	Bundle exit	1409			kg/(m-s ²)						
52	Gaskets - Shell side	-	Tube side				Flat Metal Jacket Fibe								
53	Floating head	-													
54	Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1	TEMA class	B - chemical service											
55	Weight/Shell	1721,3	Filled with water	2779,1	Bundle	1069,1	kg								
56	Remarks														

Figura 4.72. Hoja especificación intercambiador del *falling film*.

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alkoxylos.

Una vez el fluido de proceso ha trascendido por el intercambiador, ha sido calentado y evaporado parcialmente pasa al separador flash en donde se separa a fase gas el contenido volátil y fase líquida. El interés de la torre es evaporar lo máximo posible el contenido en agua inicial que incorpora el PEG, para pasar de $1.00E+04$ a $1.00E+03$ ppm de agua disuelta en PEG en estado líquido. La presión de operación del flash es a la que sale del intercambiador debido a la caída de presión que ocurre en el BEM, en este caso la presión absoluta es de 0.170 barA y una temperatura de 144°C.

5. MANUALES

5.1. Manuales de operación

5.1.1. Manual de operación de las bombas centrífugas

Debido a que el proceso es tipo Batch, las bombas centrífugas que hay en la planta, trabajan en condiciones extremas ya que cuando se está finalizando el Batch, se tiene poco nivel y las bombas trabajan cavitando. Por esta razón, se decide implementar un doble cierre mecánico^[51].

5.1.1.1. Manual de operación antes del arranque de la bomba post mantenimiento

Antes de poder poner en marcha la bomba, se deben comprobar los siguientes requisitos:

- Comprobar que el sistema de tuberías se ha limpiado de partículas sólidas y soldaduras ya que se cuenta con un *temporary strainer*.
- Limpiar las obstrucciones en las tuberías y la bomba.
- Revisar que las juntas de las tuberías y la bomba no presenten pérdidas. Antes de empezar a que circule proceso, se hará pasar agua a presión.
- Revisar que la bomba y su motor estén bien lubricados.
- Comprobar que estén acoplados la bomba y el motor.
- Comprobar que las válvulas manuales de las tuberías estén en la posición adecuada.
- Es aconsejable hacerla girar con la mano para asegurarse que la bomba no esté clavada
- Comprobar que el sentido de rotación sea el correcto dándole un pulso eléctrico a la bomba.
- Para todas las bombas que tienen doble cierre mecánico, comprobar que el botellón del cierre mecánico tenga nivel, presión correcta y con aporte de agua del serpentín abierto.

5.1.1.2. Puesta en marcha de bombas centrífugas

Para poder poner la bomba en marcha se han de seguir los siguientes pasos y comprobaciones:

1. La bomba debe estar llena de producto de proceso.
2. Cerrar completamente la válvula colocada en la tubería de impulsión y abrir la válvula de cierre ubicada en la aspiración y llenar el cuerpo de la bomba.
3. Poner la bomba en marcha hasta alcanzar la presión de operación y una vez cebada la bomba poner el controlador en automático con el fin de mantener esta presión de operación.

5.1.1.3. Funcionamiento de bombas centrífugas

Una vez puesta en marcha la bomba, se ha de comprobar:

1. Que el diferencial de altura y el caudal sean los adecuados. Se intentará poner la bomba dentro de la curva de operación.
2. Que la potencia absorbida por el motor no supere la potencia especificada por la bomba.
3. Que el doble cierre no tenga pérdidas. En caso de que se rompa el cierre primario, el nivel del botellón y la presión disminuirá (ya que la presión de los dobles cierres mecánicos debe estar a 2barA por encima de la presión de la bomba) mientras que, si se rompe el cierre secundario, se producirá una fuga al exterior.

5.1.1.4. Parada de bombas centrífugas

Las bombas centrífugas se paran siguiendo los siguientes pasos:

1. Parar el motor.
2. Cerrar la válvula de aspiración de la bomba y abrir la válvula de barrido siempre dejando la bomba llena de líquido. Si la bomba vuelve a entrar en servicio, abrir de nuevo la aspiración.
3. En caso de una reparación de la bomba o un paro prolongado de ésta, se debe vaciar de líquido la bomba.

5.1.2. Manual de operación de un intercambiador BEM

5.1.2.1. Manual de operación antes de la puesta en marcha

Antes de poder poner en marcha la bomba que alimenta al intercambiador, se debe realizar un test de presión para comprobar que no hay fugas al exterior^[52].

5.1.2.2. Puesta en marcha del intercambiador

Para la puesta en marcha, se tiene que tener en cuenta la viscosidad del fluido que se va a tratar. Si se tiene un líquido poco viscoso, se arrancará primero por el lado frío en cambio, si se tiene un líquido muy viscoso, se empieza por el lado caliente. Una vez se tiene claro por qué lado se empieza, los pasos a seguir son los siguientes.

1. Cerrar la válvula de entrada de proceso.
2. Abrir la válvula de salida.
3. En caso de que el intercambiador no tenga purga, se debe desgasificar a través de las tuberías más cercanas conectadas al equipo.
4. Poner en marcha la bomba.
5. Abrir la válvula que alimenta al intercambiador.

El objetivo es conseguir que todo el lado de proceso esté hidráulicamente lleno para asegurarse de evitar burbujas de gas en el intercambiador.

5.1.2.3. Parada del intercambiador

Para la parada del intercambiador también se debe tener en cuenta la viscosidad del fluido para empezar por el lado frío o el lado caliente. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Cerrar las válvulas de entrada.
2. Parar la bomba.
3. Cerrar las válvulas de salida.
4. Una vez no exista caudal de recirculación, abrir los reciclos y dejar drenar.

Tanto para la puesta en marcha como para la parada del intercambiador, se deben abrir las válvulas lentamente puesto que sino, se podría generar un choque térmico causando fatiga en el material.

5.1.3. Manual de operación de la torre de vacío

5.1.3.1. Manual antes de la puesta en marcha

Antes de llevar a cabo la puesta en marcha de la TV-701, se debe comprobar que esté inertizada con nitrógeno.

5.1.3.2. Puesta en marcha de la TV-701

1. Arrancar la unidad de vacío y hacer que haya una presión de vapor en el intercambiador interno de la torre de 2barA.
2. En cuanto se tiene el vacío necesario, introducir un *set point* inicial al lazo de control de caudal de entrada a la torre de 2000kg/h e ir aumentando progresivamente hasta el caudal deseado sin sobrepasar el nivel máximo de operación.
3. Abrir la VAB-702 y se espera a que se cebe la bomba para arrancarla. Una vez arrancada, se recircula a un caudal de unos 8000kg/h.
4. Una vez se tiene el nivel adecuado en la torre y la bomba está en marcha, se activa el control de temperatura y se recirculará al TK-601 hasta que se estabilice el sistema.

5.1.3.3. Parada del equipo

Cuando hay un nivel muy bajo en el TK-601, en la torre de vacío solo entra nitrógeno con algunas trazas de líquido y aumenta la presión en el interior. En cuanto aumenta la presión, se cierran las recirculaciones y la entrada de la torre. Cuando el LI-701 indique que no hay nivel, se cerrará la VAB-702 y se barrerá la línea hacia delante.

6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se ha determinado la rentabilidad del proyecto mediante la elaboración de un análisis económico. En primer lugar, se ha definido la inversión inicial necesaria más el coste de instalación. El capital fijo es de 39.0E+06€ y el coste de explotación es de 77.2E+06 € con lo que la inversión inicial es de un total de 39.0E+06€. La inversión en capital fijo hace referencia a aquello de uso largo. En este caso, se incluye el coste que cabe efectuar para la compra de los equipos que intervienen en el proceso, las válvulas, la instrumentación y tuberías. La inversión en capital fijo, se amortiza con el paso de la vida útil del activo, por lo que pierde su valor. El coste de explotación hace referencia a los recursos necesarios para asegurarse del correcto funcionamiento de la empresa durante la vida útil de la planta. En este caso, se incluye las materias primas, las *utilities* y el coste del personal.

6.1. Inversión en capital fijo

Para el cálculo del capital fijo se han buscado los precios de las diferentes unidades y equipos auxiliares que forman parte del proceso del tren de descarga de alkoxylos. Además, se ha considerado el coste extra de un 550% de instalación de todo el capital. Se ha impuesto una amortización lineal de 10 años. En la Tabla 6.1 se muestra el precio de los diferentes equipos involucrados en el diseño de la planta. La amortización anual resultante es de 3.88E+06€, es decir, el gasto que no se paga a hacienda con el fin de continuar generando riqueza para otorgar puestos de trabajo y crear una reserva para remplazar la inversión.

Tabla 6.1. Inversión en los equipos del proyecto.

Equipos	Precio (€)	Equipos	Valor Residual (€)	Inversión (€)	Amortización (€/Año)	Referencia
<i>Rundown</i>	5.11E+05	2	1.00E+05	6.65E+06	6.55E+05	State of Michingan Database ^[61]
BEM	1.23E+03	2	0.00	1.59E+04	1.59E+03	Matche ^[62] Indiamart ^[63] mhhe ^[64]
Bomba centrífuga	2.26E+03	9	0.00	1.32E+05	1.32E+04	Grundfos ^[65] Matche
P.D bomba	2.58E+03	1	0.00	1.67E+04	1.67E+03	BPH pump ^[66] Matche
API ácido	9.99E+04	2	2.50E+03	1.30E+06	1.30E+05	State of Michingan Database Matche
<i>Static Mixer</i>	1.41E+03	2	0.00	1.84E+04	1.84E+03	ColePalmer ^[68]
Agitador	2.39E+03	1	0.00	1.55E+04	1.55E+03	Mixerdirect ^[69] mhhe
Tanque Pasta	3.34E+04	1	7.00E+03	2.17E+05	2.10E+04	Staes ^[67] Matche
Filtros	3.76E+04	2	1.00E+04	4.89E+05	4.79E+04	HC Flourish Industry Group ^[70] Indiamart mhhe
Tanque <i>Check</i>	4.65E+05	3	0.00	9.06E+06	9.06E+05	State of Michingan Database Matche
Torre vacío	6.46E+04	1	2.00E+04	4.20E+05	4.00E+04	mhhe
<i>Final Tank</i>	4.65E+05	5	7.00E+05	1.51E+07	1.50E+06	State of Michingan Database

						Matche
Calorifugado	1.59E+04	1	0.00	1.03E+05	1.03E+04	FOAMGLASS ^[72]
Traceado eléctrico	7.90E+04	1	0.00	5.04E+05	5.04E+04	Samm ^[71]

Para determinar los distintos precios de las válvulas se ha buscado el precio de venta de los modelos proporcionados por los distintos fabricantes. Todos los precios de las distintas válvulas se han buscado en los respectivos catálogos de fabricación según su número de referencia. En la Tabla 6.2 se muestra el precio de todas las válvulas del proceso.

Tabla 6.2. Precio de todas las válvulas del proceso.

Número Válvulas	Precio (€)	Inversión (€)	Amortización(€/Año)
426	2.40E+05	9.51E+05	9.51E+04

Para determinar el coste de la instrumentación se ha buscado el precio de venta de los modelos que los distintos fabricantes proporcionan. En la Tabla 6.3 se muestra el precio de todos los instrumentos de control instaurados.

Tabla 6.3. Inversión en la instrumentación del proyecto.

Instrumentos	Precio (€)	Nº Equipos	Inversión (€)	Amortización(€/Año)
Rosemount 3300	2.88E+03	22	4.13E+05	4.13E+04
Rosemount 3301	3.81E+03	2	4.96E+04	4.96E+03
Kistler 601C	3.00E+03	35	6.83E+05	6.83E+04
DS33-200-6	2.50E+03	14	2.28E+05	2.28E+04
LFV310-XXCBPXPTL	3.00E+03	2	3.90E+04	3.90E+03
OPTIM ASS 7400C	6.00E+03	7	2.73E+05	2.73E+04
DAC-341	2.00E+03	4	5.20E+04	5.20E+03

Para determinar el coste de todo el sistema de tuberías se ha buscado el precio por metro de tubería de acero inoxidable dependiendo su diámetro interno. En la Tabla 6.4 se muestra el precio del global de tuberías.

Tabla 6.4. Precio de todas las tuberías del proceso.

Número tuberías	Precio (€)	Inversión (€)	Amortización(€/Año)
183	3.43E+05	2.23E+06	2.23E+05

6.2. Coste de explotación

Se han calculado distintos costes variables asociados a la producción. Dicha inversión no se amortiza con el paso del tiempo y su valor puede variar según la necesidad. En la Tabla 6.5 se adjunta el precio de las *utilites* necesarias para el correcto funcionamiento del proceso.

Tabla 6.5. Precio de las *utilites* del proceso

<i>Utilites</i>	Precio (€)
Nitrógeno (7barA)	2.01E+04
Vapor (6 barA)	4.05E+05
Agua de torre	9.95E+02
Aire instrumentos	3.00E+03
Energía	1.79E+05

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alcoxylados.

Por otra parte, en la Tabla 6.6 se muestran los distintos precios de las diferentes materias primas necesarias para el funcionamiento del proceso.

Tabla 6.6. Precios de las distintas materias primas

Materia Prima	Cantidad anual(T/año)	Precio(€/kg)	Inversión anual(€/año)
Óxido etileno	1.64E+04	1.50	2.46E+07
KOH	2.08E+03	0.920	1.91E+06
Ácido acético	2.08E+03	2.00	4.16E+06
Silicato de Magnesio	1.09E+04	0.500	5.46E+06
Celulosa	2.40E+04	1.00	2.40E+07

El coste de inversión anual en personal por su parte sería de 3.60E+06 disponiendo de una plantilla de 150 empleados con un sueldo promedio de 2000€. Para realizar la inversión se necesita pedir un préstamo a una entidad bancaria con un interés del 5% con un periodo de pago proyectado a 10 años. Mediante las funciones *PAGOINT* y *PAGOPRINT* disponibles en el software de cálculo *Microsoft Excel* se establece el capital prestado y el interés del préstamo. En la Tabla 6.7 se muestran el conjunto de costes que se tienen a lo largo de un año, así como los ingresos por venta de producto.

Tabla 6.7. Costes e ingresos de la inversión

Ingresos (€)	Costes variables (€)	Costes fijos (€)	Costes generales (€)
120E+06	64.3E+06	5.00E+05	4.96E+06

El margen de beneficio entre lo que cuesta producir 1kg respecto el precio al que se vende es de 0.300€/kg. El coste anual total de la inversión asciende a 4.96E+06 €. Por otra parte, los costes generales anuales se dividen en 3.90E+06 € de capital prestado y 1.06E+06 € de intereses en el préstamo. Se ha determinado que la inversión en capital fijo será realizará el primer año previo la puesta en marcha de la planta mientras que la inversión en capital variable se repartirá a la mitad en un 50% los dos primeros de funcionamiento del proceso. La tasa impositora es del 35% y la tasa de descuentos que aplica la empresa es del 12%. El coste de puesta en marcha será de 1.00E+06. En la Figura 6.1 se muestra el diagrama de flujos de caja de la inversión.

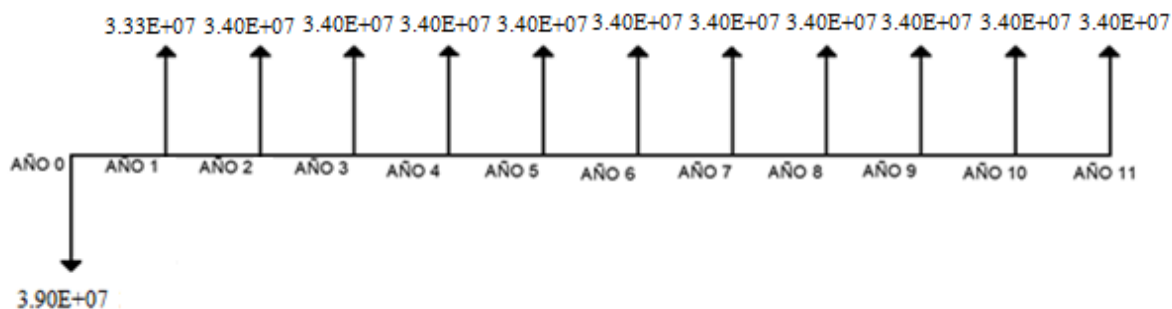


Figura 6.1. Diagrama de flujos de caja de la inversión.

Para dictaminar si la inversión resulta eficiente, se ha aplicado el método de valor actual de flujos de caja (VAN) para así poder decidir entre invertir o desestimar el desembolso. El VAN supone una reinversión de todos los flujos de caja remunerados al coste de oportunidad. Si el VAN es más grande que 0 el proyecto será capaz de devolver los capitales comprometidos y generar un excedente de riqueza que hará factible la inversión. Para realizar el cálculo del VAN del proyecto se ha aplicado la Ecuación 6.1.

$$\text{VAN} = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+k)^i} \quad (6.1)$$

En donde el término I_0 hace referencia a la inversión inicial de la planta, k resulta ser la tasa de descuento que aplica la empresa para este tipo de proyecto, mientras que i resulta ser el número de años fijado para amortizar la inversión. Por su parte el término CF_i es el flujo de caja respecto un año, se define mediante la Ecuación 6.2.

$$CF_i = \text{Beneficios después de impuestos} + \text{Amortización} \quad (6.2)$$

El VAN resultante es de 1.36E+08. En la Figura 6.2 se representa el VAN para distintos tipos de tasa de descuento.

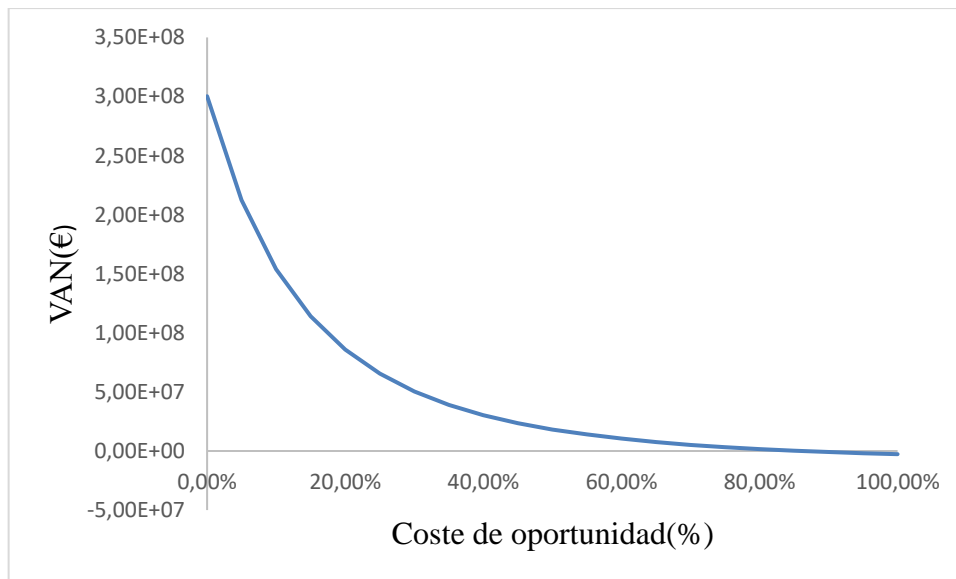


Figura 6.2 VAN para distintos tipos de tasa de descuento.

A través de la Figura 6.2 se puede ver la aplicación del método de cálculo de la tasa interna de retorno (TIR), método que estima la tasa de descuento sobre la que el VAN es 0. A través de esta herramienta se indica hasta que tasa de descuento resulta rentable la inversión por el proyecto. En este caso, el TIR es del 86.2% siendo más elevado que los intereses que se aplican en la estimación económica por lo que resulta rentable la inversión.

Por último, se realiza el método de selección de inversiones *Payback Period*, en donde se puede conocer el tiempo en que se recupera la inversión a través del sumatorio de los flujos de caja. En este caso, se recupera la inversión en 5 años y 2 meses.

7. BIBLIOGRAFIA

[1](Polyethylene Glycol Market Size & Share | Global Industry Report, 2020, n.d.)Polyethylene Glycol Market Size & Share | Global Industry Report, 2020. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/polyethylene-glycol-peg-market>

[2](Polyethylene Glycol (PEG) Market Size, Segmentation To 2020: Grand Vi..., n.d.)Polyethylene Glycol (PEG) Market Size, Segmentation To 2020: Grand Vi.... (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://es.slideshare.net/Grandriewresearch/polyethylene-glycol-peg-market>

[3](Global Polyethylene Glycol Market Set to Grow According to Forecasts - WhaTech, n.d.) Global Polyethylene Glycol market set to grow according to forecasts - WhaTech. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://www.whatech.com/market-research/materials-chemicals/archive/557860-global-polyethylene-glycol-market-size-is-anticipated-to-reach-usd-2-27-billion-by-2025>

[4](Barrera, n.d.) Barrera, I. C. (n.d.). INTERCAMBIADOR DE CALOR.

[5](Introducción a Clasificación y Diseño de Intercambiadores de Calor TEMA, n.d.) Introducción a clasificación y diseño de intercambiadores de calor TEMA. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://cadeengineering.com/es/introduccion-a-clasificacion-y-diseno-de-intercambiadores-de-calor-segun-tema/>

[6]Moodle URV, Recuperado 5 de abril de 2020 (https://campusvirtual.urv.cat/pluginfile.php/2835118/mod_resource/content/1/Presentaciones/2-Intercambiadores%20de%20calor.pdf)

[7](Chambergo et al., 2017) Chambergo, J. C., Valverde, Q., Pachas, A. A., & Yépez, H. (2017). Estudio del Comportamiento Fluido-Dinámico de un Agitador a Escala Reducida Estudio del Comportamiento Fluido-Dinámico de un Agitador a Escala Reducida Mediante Simulación Numérica Study of the Fluid-Dynamic Behavior of a Reduced Scale Stirred Tank through Numerical Simulation. *Información Tecnológica*, 28(3), 37–46. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000300005>

[8](MEZCLADORES ESTÁTICOS | Sintemar, n.d.)MEZCLADORES ESTÁTICOS | Sintemar. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://www.sintemar.com/es/productos/mezcladores-estaticos>

[9](Principles of Operation of Static Mixers - StaMixCo Static Mixer Products & Technology, n.d.)Principles of Operation of Static Mixers - StaMixCo Static Mixer Products & Technology. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <http://www.stamixco-usa.com/principles-of-operation>

[10](Mezclador de Líquidos Por Inyección, n.d.) Mezclador de líquidos por inyección. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://www.gea.com/es/products/brewery-systems/cold-block-processing/cold-block-process-units/liquid-jet-mixer.jsp>

[11](Jet Mixing, n.d.)Jet Mixing. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://mixing.com/jet-mixing>

[12](Luisa, n.d.)Luisa, M. C. M. (n.d.). MEZCLADO FLUIDOS.

[13](Autoclave, n.d.) Autoclave, P. (n.d.). Dispersimax™ Turbine. Retrieved June 17, 2020, from http://www.autoclaveengineers.com/ae_pdfs/AG_Agitator_mixer_comparison.pdf

[14](Impeller Types - Euromixers, n.d.) Impeller Types - Euromixers. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://www.euromixers.co.uk/impeller-types/>

[15](Tirenti, n.d.) Tirenti, J. (n.d.). API 650 - TANQUES DE ALMACENAMIENTO, Parte I: Retrieved June 17, 2020, from www.arvengconsulting.com

[16](Useful Information on Centrifugal Pumps, n.d.) Useful information on centrifugal pumps. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://www.michael-smith-engineers.co.uk/resources/useful-info/centrifugal-pumps>

[17](Bombas de Desplazamiento Positivo, n.d.) Bombas de desplazamiento positivo. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://www.jung-process-systems.de/es/glosario/bombas-de-desplazamiento-positivo.html>

[18](Bergquist & Engineer, 2018) Bergquist, G., & Engineer, A. (2018). Relationship, Selection, and Optimization of Filter Aid, Filter Media and Clarification Technologies for Contaminant Fines Removal from Process Slurries and Liquids INTRODUCTION. www.bhs-filtration.com

[19] (Make The Most of Filter Aids | Chemical Processing, n.d.) Make The Most of Filter Aids | Chemical Processing. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://www.chemicalprocessing.com/articles/2019/make-the-most-of-filter-aids/>

[20](Filtration: Equipment Selection, Modelling and Process Simulation - Richard J. Wakeman, E. S. Tarleton - Google Libros, n.d.) Filtration: Equipment Selection, Modelling and Process Simulation - Richard J. Wakeman, E. S. Tarleton - Google Libros. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from [https://books.google.es/books?id=dep1EcMjBLIC&pg=PA281&lpg=PA281&dq=candle+filter+Diatomite,+perlite+and+cellulose&source=bl&ots=OzPFxbl8vE&sig=ACfU3U1DJ__Oksn2ZIE75ogLMrxC-YOCCA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjh-KjP8KboAhUS1BoKHftDiUQ6AEwBXoECAkQAQ#v=onepage&q=candle filter Diatomite%2C perlite and cellulose&f=false](https://books.google.es/books?id=dep1EcMjBLIC&pg=PA281&lpg=PA281&dq=candle+filter+Diatomite,+perlite+and+cellulose&source=bl&ots=OzPFxbl8vE&sig=ACfU3U1DJ__Oksn2ZIE75ogLMrxC-YOCCA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjh-KjP8KboAhUS1BoKHftDiUQ6AEwBXoECAkQAQ#v=onepage&q=candle%20filter%20Diatomite%20perlite%20and%20cellulose&f=false)

[21](Wet Cake Filtration: Fundamentals, Equipment, and Strategies - Harald Anlauf - Google Libros, n.d.) Wet Cake Filtration: Fundamentals, Equipment, and Strategies - Harald Anlauf - Google Libros. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from [https://books.google.es/books?id=G_abDwAAQBAJ&pg=PA81&lpg=PA81&dq=filter+aids+cellulose+comparison&source=bl&ots=kWITMvyEYx&sig=ACfU3U0Dek0xvkAjdy8eHXuSmM6uEg50-A&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwifuoXe_aboAhUffBoKHQrYALY4ChDoATAFegQICRAB#v=onepage&q=filter aids cellulose comparison&f=false](https://books.google.es/books?id=G_abDwAAQBAJ&pg=PA81&lpg=PA81&dq=filter+aids+cellulose+comparison&source=bl&ots=kWITMvyEYx&sig=ACfU3U0Dek0xvkAjdy8eHXuSmM6uEg50-A&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwifuoXe_aboAhUffBoKHQrYALY4ChDoATAFegQICRAB#v=onepage&q=filter%20aids%20cellulose%20comparison&f=false)

[22] (Luisa, n.d.) Luisa, M. C. M. (n.d.). FILTRACIÓN (pag web). Retrieved June 17, 2020, from <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mlci/filtracion.pdf>

[23] (Fats and Oils Handbook (Nahrungsfette Und Öle) - Google Libros, n.d.) Fats and Oils Handbook (Nahrungsfette und Öle) - Google Libros. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://books.google.es/books?id=psxcCgAAQBAJ&pg=PA661&lpg=PA661&dq=leaf+filter+candle+filter+difference&source=bl&ots=fVvX6fD6By&sig=ACfU3U32ibHAemMo5gtihL>

kaSgak-FLBjQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjDo-
vFu6noAhWn34UKHWLyBDgQ6AEwE3oECAgQAQ#v=onepage&q=leaf filter candle
filter difference&f=false

[24](Evaporation Technology Contents, n.d.)Evaporation Technology Contents. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from https://www.gea.com/en/binaries/evaporation-falling-film-forced-circulation-vapor-recompression-gea_tcm11-34893.pdf

[25] (Pagina_01 — Ocwus, n.d.)pagina_01 — ocwus. (n.d.). Retrieved June 26, 2020, from http://ocwus.us.es/arquitectura-e-ingenieria/operaciones-basicas/contenidos/tema12/pagina_01.htm

[26](Clima Promedio En Tarragona, España, Durante Todo El Año - Weather Spark, n.d.)Clima promedio en Tarragona, España, durante todo el año - Weather Spark. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://es.weatherspark.com/y/45958/Clima-promedio-en-Tarragona-España-durante-todo-el-año>

[27](Pressure Vessels-Unidad 1 Vision General Codigo Asme Secc VIII , Div 1, n.d.)Pressure Vessels-Unidad 1 Vision General codigo Asme Secc VIII , div 1. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <http://es.scribd.com/doc/283917881/Megyesy-Manual-de-Recipientes-a-Presion-Diseno-y->

[28](Guerrero & Patricio-, n.d.) Guerrero, P. R., & Patricio-, T. (n.d.). ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ESTIMACIÓN DE COSTOS EN PROYECTOS METALMECÁNICOS, Y SU APLICACIÓN AL ÁREA PETROLERA PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO.

[29](NO WARRANTY EXPRESSED OR IMPLIED, 2007) Retrieved June 17, 2020, from http://www1.frm.utn.edu.ar/electromecanica/materias%20pagina%20nuevas/INSTALACIONES%20TERMICAS%20MECANICAS%20Y%20FRIGORIFICAS/material/apuntes/TEMA_9TH_EDITION_2007.pdf

[30](INTERNATIONAL STANDARD Technical Specifications for Centrifugal Pumps-Class II Specifications Techniques Pour Pompes Centrifuges-Classe II, n.d.)INTERNATIONAL STANDARD Technical specifications for centrifugal pumps-Class II Specifications techniques pour pompes centrifuges-Classe II. (n.d.).

[31](Electrical Manufacturers Association, n.d.)Electrical Manufacturers Association, N. (n.d.). By Authority Of THE UNITED STATES OF AMERICA Legally Binding Document. Retrieved June 17, 2020, from <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/005/nema.mg-1.2009.pdf>

[32](Contacta Con Messer - Messergroup.Com, n.d.)Contacta con Messer - messergroup.com. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://www.messer.es/contacto>

[33](An Overview of Tubing Customization, n.d.)An Overview of Tubing Customization. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from https://dpt3.dptcorporate.com/Content/Help/language/Tubing/OVfile/T_OV_TubingCustomization.htm

[34]Moodle URV, Recuperado 5 de abril de 2020 (https://campusvirtual.urv.cat/pluginfile.php/3259885/mod_resource/content/1/CAP2.pdf)

[35]Moodle URV, Recuperado 5 de abril de 2020 (https://campusvirtual.urv.cat/pluginfile.php/3173295/mod_resource/content/13/TAULA%20A3%20ASME%2028020.pdf)

[36](MEZCLADORES ESTÁTICOS | Sintemar, n.d.)(Principal Properties of Commercial Pipe in Imperial and Metric Units, n.d.) MEZCLADORES ESTÁTICOS | Sintemar. (n.d.). Retrieved June 17, 2020, from <https://www.sintemar.com/es/productos/mezcladores-estaticos>

[37](Piping - Recommended Insulation Thickness, n.d.)Piping - Recommended Insulation Thickness. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from https://www.engineeringtoolbox.com/pipes-insulation-thickness-d_16.html

[38](Codes, Standards and Recommended Practices - The Process Piping, n.d.)Codes, Standards and Recommended Practices - The Process Piping. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from <https://www.theprocesspiping.com/codes-standards-and-recommended-practices/>

[39]Moodle URV, Recuperado 5 de abril de 2020 (https://campusvirtual.urv.cat/pluginfile.php/3173294/mod_resource/content/5/2019_10_29%20Introducci%C3%B3%20als%20recipients%20a%20pressi%C3%B3.pdf)

[40](Process Pipes - Temperature and Allowable Stress, n.d.)Process Pipes - Temperature and Allowable Stress. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from https://www.engineeringtoolbox.com/temperature-allowable-stresses-pipes-d_1338.html

[41](Pipe Color Code, n.d.)Pipe Color Code. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from http://www.svlele.com/piping/color_code.htm

[42](Control Valve Flow Characteristics: Learning Instrumentation And Control Engineering, n.d.)Control Valve Flow Characteristics: Learning Instrumentation And Control Engineering. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from <https://www.instrumentationtoolbox.com/2014/03/control-valve-flow-characteristics.html#axzz4sYdIEToY>

[43]Moodle URV, Recuperado 5 de abril de 2020 (https://campusvirtual.urv.cat/pluginfile.php/3173294/mod_resource/content/5/2019_10_29%20Introducci%C3%B3%20als%20recipients%20a%20pressi%C3%B3.pdf)

[44](NB, NBE, NK, NKE Single-Stage End-Suction Pumps According to EN 733, n.d.)NB, NBE, NK, NKE Single-stage end-suction pumps according to EN 733. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from <http://www.thematrix.it/irrigationit/lessons/lesson%205/Grundfosliterature-145819en.pdf>

[45]Moodle URV, Recuperado 5 de abril de 2020 (<file:///C:/Users/user/Dropbox/TFG/Fluido/>)

[46](Flujo de Fluidos En Valvulas Accesorios y Tuberias Crane by Ricardo Hernandez - Issuu, n.d.) Flujo de fluidos en valvulas accesorios y tuberias crane by Ricardo Hernandez - issuu. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from <https://issuu.com/ricardohernandez669/docs/flujo-de-fluidos-en-valvulas-acceso>

[47] net.grundfos.com/public/grundfosliterature-4352954

[48] (Stephan, 1992)Stephan, K. (1992). Heat Transfer in Falling Film Evaporators (pp. 168–173). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-52457-8_12

[49] (How They Work | Falling Film Evaporators | Aptia Engineering, n.d.)How they Work | Falling Film Evaporators | Aptia Engineering. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from <https://aptiaengineering.com/2019/10/09/falling-film-evaporators/>

[50](Wakil Shahzad et al., 2019)Wakil Shahzad, M., Burhan, M., & Choon Ng, K. (2019). Design of Industrial Falling Film Evaporators. In Heat and Mass Transfer - Advances in Science and Technology Applications. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84230>

[51] (POMPETRAVAINI S.p.A., n.d.)POMPETRAVAINI S.p.A. (n.d.). MANUAL OPERATIVO DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS. Retrieved June 18, 2020, from <http://www.preyva.com/bajar.php?id=B21%20Manual%20Centrifugas.pdf>

[52](MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO ESPAÑOL, n.d.) MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO ESPAÑOL. (n.d.). from <https://www.jnegre.es/Descargas/Vahterus/Manual%20mantenimiento%20Vahterus%20ES.pdf>

[53] (CEDINOX SI, n.d.)CEDINOX SI. (n.d.). Diferencia entre AISI 316 y 316 L, así como el comportamiento del mismo frente al ambiente marino.

[54](Conecband - Acero Inoxidable AISI 304 - Aleaciones, n.d.)Conecband - Acero inoxidable AISI 304 - Aleaciones. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from <https://www.conecband.com/aleacion/562/acero-inoxidable-aisi-304>

[55] (CEDINOX SI, n.d.)CEDINOX SI. (n.d.). Diferencia entre AISI 316 y 316 L, así como el comportamiento del mismo frente al ambiente marino. Retrieved June 18, 2020, from <https://www.conecband.com/aleacion/562/acero-inoxidable-aisi-304>

[56](- SAIDI Dpto Marketing, n.d.)- SAIDI Dpto Marketing, J. (n.d.). An experienced company with a new philosophy Sealing technologies ae PRODUCT CATALOGUE.Retrieved June 18, 2020, from https://www.saidi.es/PDF/Corporate/SAIDI_PRODUCTS_CATALOGUE/SAIDI_CAT_SEL LADO.pdf

[57](Aislante HLB 800 de FOAMGLAS®, n.d.)Aislante HLB 800 de FOAMGLAS®. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from <https://www.foamglas.com/es-es/productos/blocks/hlb-800-eu>

[58](Quality Extrusion Felts - Northern Innovations, n.d.)Quality Extrusion Felts - Northern Innovations. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from <https://www.northerninnovations.net/rollers.html>

[59](Tuff Temp Corp. - Roller Covers, n.d.)Tuff Temp Corp. - Roller Covers. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from https://www.tufftemp.com/Roller_Covers/roller_covers.html

[60] (M14 1,5mm Kit de Boquilla de Atomización de Anillo Ajustable 1/2 "Conector de Filtro de Hilo Macho Riego de Jardín Agricultura Rociador de Nebulización|Aspersores de Jardín - AliExpress, n.d.)M14 1,5mm Kit de boquilla de atomización de anillo ajustable 1/2 "Conector de filtro de hilo macho riego de jardín agricultura rociador de nebulización|Aspersores de jardín - AliExpress. (n.d.). Retrieved June 18, 2020, from <https://es.aliexpress.com/item/4000308781335.html>

[61](Department of Treasury, n.d.)Department of Treasury, M. (n.d.). DEFINITIONS AND COMMENTS. Retrieved June 18, 2020, from https://www.michigan.gov/documents/Vol2-35UIP11Tanks_121080_7.pdf

[62] (Index of Process Equipment Costs, n.d.)Index of Process Equipment Costs. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <http://www.matche.com/equipcost/EquipmentIndex.html#anchor20>

[63](Economy Shell & Tube Heat Exchanger, for Pharmaceutical Industry, Water, Rs 100000 /Unit | ID: 21283267788, n.d.)Economy Shell & Tube Heat Exchanger, for Pharmaceutical industry, Water, Rs 100000 /unit | ID: 21283267788. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <https://www.indiamart.com/proddetail/shell-tube-heat-exchanger-21283267788.html>

[64](Equipment Costs for Plant Design and Economics for Chemical Engineers - 5th Edition, n.d.)Equipment Costs for Plant Design and Economics for Chemical Engineers - 5th Edition. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <http://www.mhhe.com/engcs/chemical/peters/data/>

[65](Buy Grundfos NB 40-160/158 AS F A BAQE 5.5kW Pump 2900RPM 415V, n.d.)Buy Grundfos NB 40-160/158 AS F A BAQE 5.5kW Pump 2900RPM 415V. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <https://www.anchorpumps.com/grundfos-nb-40-160-158-as-f-a-baqe-5-5kw-pump-2900rpm-415v>

[66] (Jabsco Sanitary Pumps 30530-4001 - BPH Pumps, n.d.)Jabsco Sanitary Pumps 30530-4001 - BPH Pumps. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <https://www.bphpumps.com/pd.28/jabsco-flexible-impeller-pump-30530-4001/>

[67](Second-Hand Storage Tank EWD13412V4, n.d.)Second-hand storage tank EWD13412V4. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <https://www.staes.com/en/available-from-stock/EWD13412V4>

[68](Koflo 1/2-SA-3-6RH-11 Sanitary Mixer, Helical Design, 1/2" Tri-Clamp Size, 6 Elements from Cole-Parmer, n.d.)Koflo 1/2-SA-3-6RH-11 Sanitary Mixer, helical design, 1/2" Tri-clamp size, 6 elements from Cole-Parmer. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <https://www.coleparmer.com/i/koflo-1-2-sa-3-6rh-11-sanitary-mixer-helical-design-1-2-tri-clamp-size-6-elements/0466875>

[69](1.5 HP Variable Speed Direct Drive Heavy Duty Clamp Mount | Mixer Direct, n.d.)1.5 HP Variable Speed Direct Drive Heavy Duty Clamp Mount | Mixer Direct. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <https://www.mixerdirect.com/collections/tank-mixers/products/1-5-hp-variable-speed-direct-drive-heavy-duty-clamp-mount?variant=31464986411031>

[70] (China Cost-Economic Excellent Quality Candle Type Filters - China Chemical Filters, Vibration Filters, n.d.)China Cost-Economic Excellent Quality Candle Type Filters - China Chemical Filters, Vibration Filters. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <https://lilyman.en.made-in-china.com/product/keyJOZdYPFcP/China-Cost-Economic-Excellent-Quality-Candle-Type-Filters.html>

[71](Thermon Electric Heat Tracing Industry, n.d.)Thermon Electric Heat Tracing Industry. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <https://www.samm.com/en/brand/27/thermon.html>

[72](Foamglas, n.d.)Foamglas. (n.d.). Retrieved June 19, 2020, from <https://www.phstore.co.uk/foamglas>

[73] (*ASTM A53 Grade B Galvanized, A53 Gr B Seamless/Erw Pipe, SMLS SCH 40 DN 250*, n.d.)*ASTM A53 Grade B Galvanized, A53 Gr B Seamless/Erw Pipe, SMLS SCH 40 DN 250*. (n.d.). Retrieved June 25, 2020, from <https://www.neelconsteel.com/astm-a53-grb-galvanized-pipe-smls-sch-40-dn250.html>

[74] (High Consistency Polypropylene Melt Blown Cartridge, 2005) High Consistency Polypropylene Melt Blown Cartridge. (2005). www.pall.com/contact.

A. ANEXOS

A.1. Datos climáticos, pluviométricos y sísmicos

Las condiciones meteorológicas y sísmicas que se han tenido en cuenta para el diseño de los equipos corresponden a la estación meteorológica de Tarragona en el Complejo Educativo.

La temperatura templada dura 2.9 meses, del 18 de junio al 16 de septiembre, y la temperatura máxima promedio es de más de 26°C. Mientras que la temporada fresca dura 4 meses, del 19 de noviembre al 21 de marzo, y la temperatura máxima promedio es menor de 17°C. Se puede observar la temperatura máxima y la temperatura mínima mensual así como la promedio consultando la bibliografía [26].

El período más húmedo del año dura 3.70 meses, del 13 de junio al 2 de octubre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 17 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 8 de agosto, con humedad el 68 % del tiempo.

La velocidad promedio del viento varía considerablemente en el transcurso del año. La época más ventosa empieza el 20 de octubre y acaba el 25 de abril, con velocidades de más de 15.0 km/h. Mientras que la época más calmada va del 25 de abril al 20 de octubre. En las siguientes figuras se pueden observar la velocidad promedio del viento y la dirección de este. Se puede observar la velocidad promedio del viento y dirección del viento en el mismo apartado de la bibliografía anteriormente mencionada.

A.2. Diseño de las tuberías

A.2.1. Cálculo del diámetro nominal de las tuberías

Antes de comenzar a calcular los diámetros nominales de las tuberías, se ha de conocer el caudal que circula por cada una de ellas. Se han determinado unas velocidades fijas para los líquidos de 2m/s y para los gases de 15m/s. Para determinar la Ecuación del diámetro nominal, se han desarrollado las siguientes Ecuaciones A.1 y A.2.

$$Q = V \cdot A \quad (A.1)$$

$$Q = V \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} \quad (A.2)$$

A continuación, para calcular el diámetro nominal de cada tubería, se utiliza la Ecuación A.3.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{V \cdot \pi}} \quad (A.3)$$

Donde Q es el caudal en m³/s, v es la velocidad del fluido en m/s y d es el diámetro nominal o exterior en m. Una vez se obtienen los diámetros nominales, se comparan con los diámetros normalizados para determinar el diámetro real de la tubería. [33].

A.2.2. Cálculo del espesor y diámetro interior de la tubería.

Para calcular el espesor de la tubería, se utiliza la Ecuación A.4 [34].

$$t = \frac{P \cdot D}{2(SE + P \cdot \gamma)} + A \quad (A.4)$$

Donde t es el espesor mínimo de la tubería en mm, P es la presión de diseño en kPa, D es el diámetro nominal en mm, E es la eficiencia, que será 1 debido a que es una nueva planta de construcción y las líneas se encuentran en buen estado, y es un factor adimensional que depende de la temperatura, que será de 0.400 para aceros ferríticos y austeníticos hasta 480°C y por último, S es la tensión admisible del material en kPa, de donde se ha obtenido a partir de la siguiente Figura A.1 [35].

Nominal Composition	Min. Temperature, °C [Note (6)]	Min. Tensile Strength, MPa	Min. Yield Strength, MPa	Max. Use Temperature, °C	Basic Allowable Stress, S, MPa, at Metal Temperature, °C									
					40	65	100	125	150	175	200	225	250	275
18Cr-10Ni-Ti	-255	483	172	816	115	115	115	115	115	115	115	115	112	109
18Cr-10Ni-Ti	-255	483	172	816	115	115	115	115	115	115	115	115	112	109
18Cr-8Ni	-255	483	172	816	115	115	115	115	115	114	110	106	103	99.9
18Cr-8Ni	-255	483	172	816	115	115	115	115	115	114	110	106	103	99.9
18Cr-8Ni	-255	483	172	816	115	115	115	115	115	114	110	106	103	99.9
16Cr-12Ni-2Mo	-255	483	172	816	115	115	115	115	115	113	109	106	103	100
16Cr-12Ni-2Mo	-255	483	172	816	115	115	115	115	115	113	109	106	103	100
16Cr-12Ni-2Mo	-255	483	172	816	115	115	115	115	115	113	109	106	103	100

Figura A.1. Valor de la tensión admisible en función de la temperatura.

Como se puede observar en la Figura A.1, para determinar el valor de S en la tabla, se ha utilizado el material acero inoxidable ASTM A240 GR.316L (UNS S31603). La selección de este material es debido a que con la adición de níquel y molibdeno se mejora la resistencia a la corrosión. La tensión admisible del material en kPa para el acero al carbono ASTM A53 Gr.B (UNS K03005) se ha obtenido de la misma forma que para el acero inoxidable, utilizando su respectiva tabla.

Para determinar el valor real del espesor de la tubería, una vez calculado éste, se le ha de sumar el espesor de corrosión establecido en 2mm, mediante la Ecuación A.5.

$$t_2 = t_1 + t_{\text{corrosión}} \quad (\text{A.5})$$

Finalmente, para conocer el diámetro interior de la tubería, se utiliza la Ecuación A.6.

$$d_{in} = d_{ext} - 2 \cdot t_1 \quad (\text{A.6})$$

Sabiendo el diámetro interno de la tubería y el diámetro normalizado calculado anteriormente, se puede proceder a obtener el Schedule de la tubería para así poder determinar el peso de la tubería y el espesor comercial ya que todas las tuberías se fabrican de acuerdo un valor predefinido según el Schedule y el diámetro normalizado. Todas las tuberías disponen de un Schedule 80S exceptuando las tuberías de 20'' cuyo Schedule es de 10S. Los Schedule comerciales para todas las tuberías se pueden observar en la bibliografía [36].

Por otra parte, sabiendo el diámetro normalizado y la temperatura de operación de cada tubería, se puede determinar el espesor del calorifugado [37].

Para evitar la pérdida de energía, para las líneas superiores a 40°C, se les aplicará un recubrimiento de vidrio celular con el fin de mantener la temperatura. Además, las líneas de calorifugado prevén la seguridad del personal evitando quemaduras. Como material para el aislamiento, se ha utilizado vidrio celular para todas ellas, ya que ofrece aislamiento térmico lo cual mejora la eficiencia energética reduciendo así la pérdida de calor y además impide la corrosión a través de humedad y condensación. No es combustible ni absorbente y tiene una buena resistencia.

A.2.3. Material de las tuberías

Se ha decidido utilizar acero inoxidable ASTM A240 GR.316L (UNS S31603) para casi todas las tuberías ya que presenta buena resistencia a la corrosión atmosférica, al desgaste y es capaz de soportar temperaturas elevadas sin riesgo de rotura. Sin embargo, para las tuberías donde transcurre nitrógeno se ha optado por utilizar acero al carbono ASTM A53 Gr.B (UNS K03005) puesto que no existe riesgo a corrosión y de esta forma se abaratan costes de planta.

A.2.4. Piping Spec Code

Las tuberías se rigen por documentos preparados por entidades externas reconocidos como estándares que se deben aplicar para cumplir con los requisitos básicos de diseño. De esta forma, se pretende que la construcción operativa de las instalaciones de tuberías, se establezcan como una normativa a seguir por parte del proyecto. En este caso se ha escogido la normativa ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) al realizar los códigos de cada tubería ya que la sede principal de esta planta se encuentra en América. Se han escogido

diferentes códigos según el fluido y la función de cada tubería. En la Tabla A.1 se muestran los códigos en función del uso a realizar.

Tabla A.1. Códigos ASME y sus respectivos usos ^[38]

Código	Función
ASME B31.3	Tuberías de proceso
ASME B31.4	Tuberías para transporte de líquidos e hidrocarburos
ASME B31.5	Tuberías de refrigeración y transferencia de calor
ASME B31.8	Tuberías para transporte de gases
ASME B31.9	Tuberías para limpieza de equipos
ASME B31.11	Tuberías para transporte sistema <i>slurry</i>

A.2.5. Cálculo de las diferentes temperaturas y presiones de las tuberías.

Una vez conocidas todas las temperaturas y presiones de operación de las tuberías, se pueden calcular las temperaturas y presiones de diseño y de test. La temperatura de diseño sirve para determinar la resistencia del material escogido ^[39]. Se muestra en la Ecuación A.7:

$$T_d = T_{op} + 20^{\circ}\text{C} \quad (\text{A.7})$$

Para determinar la temperatura de test se utiliza la Ecuación A.8:

$$T_t = T_d + 30^{\circ}\text{C} \quad (\text{A.8})$$

La presión de diseño es la presión que se utilizará para diseñar un recipiente. La presión de diseño ha de ser más grande que la presión de operación. Para calcular la presión de diseño se utiliza la Ecuación A.9:

$$P_d = P_{op} + 10\% \quad (\text{A.9})$$

En caso de que la diferencia entre el resultado de esta ecuación y la presión de operación sea inferior a 1, se sumará 1 a la presión de operación para determinar la de diseño.

La presión de test o presión de prueba hidrostática sirve para garantizar la integridad estructural de los equipos y sistemas de tuberías por donde circule un fluido para así garantizar una buena operación de la instalación. La presión de test se muestra en la Ecuación A.10:

$$P_p = 1.3 \cdot MAWP \cdot \left(\frac{\text{Resistencia del material a la } T \text{ de prueba}}{\text{Resistencia del material a la } T \text{ de operación}} \right) \quad (\text{A.10})$$

Donde MAWP es la presión máxima permitida.

Para determinar la resistencia del material a la temperatura de prueba y de operación, se ha obtenido a través del gráfico de temperatura y estrés permisible para el acero inoxidable ASTM A240 GR.316L y el acero al carbono ASTM A53 Gr.B (UNS K03005) ^[40]

A.2.6. Selección del color de las tuberías

No se puede conocer qué contiene cada tubería a partir de su apariencia externa. Es por eso que se ha implementado un sistema para identificar rápidamente y fácilmente qué fluido circula por cada una de ellas para así evitar problemas o accidentes. La normativa ANSI A13.1 (*American National Standards Institute*) es la más utilizada. El código de color para cada tubería en función del fluido se puede consultar en la bibliografía ^[40].

A.3. Listado de válvulas

Para la confección del listado de válvulas, es necesario imponer una serie de restricciones en la selección y dimensionamiento de las válvulas de regulación. Para efectuar la elección del tipo de válvula a utilizar cabe considerar la característica inherente de una válvula de control. Es decir, la relación entre el caudal que pasa por la válvula según el grado

de apertura de su obturador. Existen tres tipos de geometrías para el obturador de una válvula con lo que poder controlar un diferente rango de flujo. Los obturadores se clasifican en: apertura rápida, lineal, isoporcentual ^[42]

El control del caudal para un determinado porcentaje de apertura difiere según el tipo de obturado. Por lo que la eficiencia de un tipo de geometría es diferente para las condiciones de flujo que existan. El obturador con geométrica de apertura rápida no resulta útil para la regulación de caudales altos puesto que la pendiente de la curva que traza se aplana para grandes grados de apertura. La válvula lineal tiene un control regular para cualquier tipo de caudal, pero es mucho más ineficiente para caudales muy variables, por lo que es empleado en condiciones lineales y sin variación en la caída de presión. La válvula isoporcentual sirve para establecer un control preciso en caudales pequeños puesto que su curva no tiende a incrementar en pendiente hasta alcanzar grados de apertura elevados.

Por otro lugar, se imponen una serie de restricciones a la hora de establecer el tamaño de la válvula. La válvula ha de ser capaz de regular el rango de cabal trabajando entre un 10% y 80% de apertura. Asimismo, la medida nominal de la válvula ha de tratar de ser inferior en una unidad al diámetro de la línea y a su vez mayor a la mitad del diámetro de la línea. Para determinar el rating de las bridas de las válvulas se ha utilizado el código de diseño ASME B-16.34.

A.4. Especificación ASTM A240 grados 316 Y 316L. (UNS S31600 y UNS S31603)

A continuación, se adjunta la especificación de los aceros inoxidable austeníticos AISI 316 y 316L. Se tratan ambos, de materiales de construcción mucho más resistentes a la corrosión y agentes químicos que otros homólogos de la misma familia de acero. La diferencia entre ambos reside en que el acero 316L contiene un contenido más bajo de carbono que permite trabajar con procesos de mucha soldadura y que le inhibe de la corrosión intergranular. Además, contiene un porcentaje más alto de molibdeno material que permite endurecer el acero y evitar la fragilidad. La especificación de ambos aceros proporcionados por la empresa *NKS* se puede consultar accediendo a la bibliografía ^[53].

A.5. Especificación ASTM A240 grado 304(UNS S30400)

A continuación, se adjunta la especificación del acero inoxidable austenítico AISI 304, un material de amplio uso generalizado por su alto contenido de cromo, pero de menor resistencia a la corrosión que la familia de los 316 debido a la falta de molibdeno. La especificación del acero proporcionados por la empresa *NKS* se puede consultar accediendo a la bibliografía ^[54].

A.6. Especificación ASTM A510 grado 1005(UNS G10050)

A continuación, se adjunta la especificación del acero al carbono AISI 1005. Dicho material se utiliza para piezas pequeñas o equipos que no precisen de riesgo contra la corrosión puesto que no contienen contenido en cromo que posibilite la formación de una capa pasiva que evite que se corra. La especificación del acero proporcionado por la empresa *AZO materials* se puede consultar accediendo a la bibliografía ^[55].

A.7. Especificación ASTM A53 Gr.B (UNS K03005)

A continuación, se adjunta la especificación del acero al carbono AISI 53B. Dicho material se utiliza para la construcción de todas las tuberías de nitrógeno puesto que no se requiere una excelsa protección contra la corrosión. La especificación del acero proporcionado por la empresa *neelconsteel* se puede consultar accediendo a la bibliografía ^[73].

A.8. Diseño del TK-101

A.8.1. Presión y temperatura de diseño

La presión de diseño es importante para el hecho de efectuar los cálculos de condiciones de operación que deberá soportar el tanque. Sin embargo, el tanque trabaja a una presión absoluta de operación de 4barA. Para el cálculo de presión de diseño, se debe aplicar la siguiente Ecuación A.11.

$$P_d = P_{op} + 10\%(o + 1bar, lo que sea más grande) + la presión columna de fluido \quad (A.11)$$

En caso de que la diferencia entre el resultado de esta ecuación y la presión de operación sea inferior a 1, se sumará 1 a la presión de operación para determinar la de diseño.

La presión de columna de fluido equivale a la presión hidrostática que sigue la siguiente Ecuación A.12.

$$P_H = \rho \cdot g \cdot h \quad (A.12)$$

Para calcular la presión hidrostática se desconoce la altura del tanque. Por ello se establece que para el tanque cilíndrico que se quiere construir tenga 5m de diámetro interno con cabezales semiesféricos. Por otra parte, el volumen que puede contener el tanque se ha establecido que sea un 20% extra de la capacidad de dos *batches* lo que da como resultado 283m³. A través de la Ecuación A.13 se calcula la altura del tanque.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot L + \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \quad (A.13)$$

Finalmente, la altura total del tanque es de 11.1m y la altura de los cabezales semiesféricos es de 2.50m.

A continuación, se calcula la presión de diseño para el cilindro y cabezales aplicando la Ecuación 4.12 anteriormente escrita. En la Tabla A.2 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla A.2. Presión de diseño del tanque

Parte del tanque	Presión de diseño (barA)
Cabezal superior	6.35
Cabezal inferior	4.70*
Cuerpo cilíndrico	6.04

*Debido a que la diferencia de la presión de diseño del cabezal inferior respecto a la presión de operación es más pequeña que 1, la presión de diseño para este cabezal será de 5barA.

Para calcular la temperatura de diseño se usa la Ecuación A.14.

$$T_d = T_{op} + 20^\circ C \quad (A.14)$$

La temperatura de operación es de 120°C por lo que la temperatura de diseño es de 140°C.

La temperatura de prueba será la misma que la de operación.

A.8.2. Presión de prueba hidráulica

Una vez se construye el tanque, éste debe pasar por una prueba hidráulica y no neumática puesto que es más segura de forma que se pueda legalizar el diseño y funcionamiento del tanque. La prueba se realiza a la temperatura de operación por lo que la Ecuación A.15 es la siguiente.

$$P_p = 1.3 \cdot MAWP \quad (A.15)$$

MAWP es la presión de diseño máxima permitida, en este caso de 6.35 barA y la presión de prueba hidráulica obtenida es de 8.25barA.

A.8.3. Cálculo de los espesores del tanque

El material de construcción que se utilizará para la construcción de los *Rundown Tanks* resulta ser el acero inoxidable ASTM A240 GR.316(UNS S31600), un acero inoxidable

austenítico que contiene un pequeño porcentaje de molibdeno y de níquel para aumentar la resistencia a la corrosión, evitar la fragilidad y endurecer el acero.

Se escoge un acero inoxidable por encima del acero al carbono por su comportamiento sobre la corrosión. La diferencia entre ambos reside en la cantidad de cromo que contienen en su composición. El cromo es capaz de reaccionar con el oxígeno y formar una capa pasiva que soporte la degradación del acero inoxidable. De igual manera, se descarta el aluminio frente al acero inoxidable debido a que es difícil de soldar, no es tan resistente puesto que pesa menos, tiene una durabilidad menor y es más susceptible de sufrir corrosión.

En las Figuras A.2 y A.3 se muestra la tensión máxima admisible para el acero inoxidable 316^[39].

Nominal Composition	Product Form	Spec. No.	Type/Grade	UNS No.	Class/ Condition/ Temper	Size, mm	P-No. or S-No. [Note (5)]	Notes
16Cr-12Ni-2Mo	Plate & sheet	A 240	316	S31600	8	(3)(4b)(26)(28)(36)

Figura A.2. Selección del material de construcción en su forma de producción

Nominal Composition	Min. Temperature, °C [Note (6)]	Min. Tensile Strength, MPa	Min. Yield Strength, MPa	Max. Use Temperature, °C	Basic Allowable Stress, S, MPa, at Metal Temperature, °C									
					40	65	100	125	150	175	200	225	250	275
16Cr-12Ni-2Mo	-255	517	207	816	138	138	138	138	138	138	134	129	125	122

Figura A.3. Tensión máxima admisible para el acero inoxidable 316 a diferentes temperaturas.

Sabiendo que la temperatura de diseño es 140°C, se puede obtener que la tensión máxima admisible es de 138MPa. La soldadura es de tipo 1 y se supone que está completamente radiografiada puesto la dificultad que supone soldar este material. Mediante las Ecuaciones A.16 y A.17 se calcula el espesor para el cuerpo cilíndrico y los cabezales semiesféricos^[34].

$$t_{cilindro} = \frac{PR}{SE-0.6P} + t_{corrosión} \quad (A.16)$$

$$t_{cabezal} = \frac{PR}{2 \cdot SE - 0.2P} + t_{corrosión} \quad (A.17)$$

A.9. Diseño del filtro F-501

A.9.1. Presión y temperatura de diseño

Para calcular la presión de diseño, se aplica la Ecuación A.11 utilizada para el diseño del *Rundown Tank*. Al igual que en el tanque, la presión de operación máxima del filtro es de 6barA. El volumen necesario que ha de tener el filtro es aproximadamente de unos 30m³, por lo que se han otorgado los valores que se muestran a continuación para obtener el volumen aproximado.

El filtro dispone de un cuerpo cilíndrico cuyo diámetro es de 3.50m y tiene una longitud de 3m, un cabezal superior elipsoidal cuya altura es de 0.875m y la parte inferior en forma de cono partido cuyo diámetro más pequeño es de 1.20m y su altura es de 0.750m.

Para calcular el volumen del filtro se ha utilizado la Ecuación A.18.

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot L + \frac{\pi \cdot (R^2 + r^2 + R \cdot r) \cdot h}{3} + \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot abc \quad (A.18)$$

Finalmente se obtiene un volumen de 34.6m.

A continuación, se calcula la presión de diseño para cada una de las partes del filtro. En la Tabla A.3 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla A.3. Presión de diseño del filtro F-501

Parte del filtro	Presión de diseño (barA)
Cuerpo cilíndrico	7.05
Cabezal superior elipsoidal	7.16

*Debido a que la diferencia de presión del cuerpo cilíndrico y la parte cónica respecto la presión de operación es más pequeña que 1, la presión de diseño para esta parte será de 7barA. Para calcular la temperatura de diseño se usa la Ecuación A.14.

La temperatura de operación es de 120°C siendo la temperatura de diseño de 140°C. La temperatura de prueba es la misma que la temperatura de operación.

A.9.2. Presión de prueba hidráulica

Al igual que el *Rundown Tank* se determina una presión de prueba hidráulica para legalizar el diseño y funcionamiento del filtro. Esta prueba se hace a la temperatura de operación y la presión se calcula mediante la Ecuación A.15.

En este caso, la presión de diseño máxima permitida (MAWP) es de 7.16barA. La presión de prueba hidráulica obtenida es de 9.31barA.

A.9.3. Cálculo de los espesores del filtro

El material de construcción del filtro de candelas F-501 será el UNS S31600.

Mediante las Ecuaciones A.19, A.20 y A.21 se calcula el espesor para cada una de las partes del filtro.

$$t_{cilindro} = \frac{PR}{SE-0.6P} + t_{corrosión} \quad (A.19)$$

$$t_{elipse} = \frac{PR}{2SE-0.2P} \quad (A.20)$$

$$t_{cono} = \frac{PR}{2\cos\alpha \cdot (SE-0.6P)} \quad (A.21)$$

A.10. Diseño bomba centrífuga

Se ha decidido diseñar la bomba centrífuga que impulsa el fluido de la salida del *Check* final hacia el *Rundown Tank*. En la Figura A.4 se muestra un esquema de la ubicación de la bomba. La normativa utilizada para la confección de la bomba es la ISO 5199:2002, clase II^[44]. El material utilizado para la bomba es el ASTM A240 GR.316(UNS S31600)



Figura A.4. Esquema de la ubicación de la bomba P-801.

Para seleccionar y diseñar la bomba P-801, primero de todo, se ha planteado el balance de materia del sistema para calcular la altura de la bomba para el caudal deseado.

En la Ecuación A.22 se muestra el balance de materia^[45].

$$\left[\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 \right] + h_b - h_f - h_{extraida} = \left[\frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 \right] \quad (A.22)$$

Donde p_1 es la presión de operación del TK-801 en Pa, p_2 es la presión de operación en el TK-101, ρ es la densidad del polietilenglicol en kg/m^3 , v_1 y v_2 son las velocidades del fluido en las superficies de cada tanque en m/s. Estos valores son 0 debido a que si se compara la velocidad del drenado respecto a la velocidad que hay en la tubería, es prácticamente

despreciable. $h_{\text{extraída}}$ también se anula debido a que en el tramo no hay ninguna turbina ni motor, h_f son las pérdidas por fricción en m, g es la constante de la gravedad en m/s^2 y, por último, z_1 y z_2 son las alturas desde la superficie del líquido en el tanque hasta el suelo.

Las pérdidas por fricción (h_f) se calculan mediante la Ecuación A.23.

$$h_f = [h_{\text{mayor aspiración}} + h_{\text{menor aspiración}}] + [h_{\text{mayor descarga}} + h_{\text{menor descarga}}] \quad (\text{A.23})$$

Donde h_{mayor} y h_{menor} se calculan mediante las siguientes Ecuaciones A.24 y A.25.

$$h_{\text{mayor}} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v_t^2}{2g} \quad (\text{A.24})$$

$$h_{\text{menor}} = \sum K \cdot \frac{v_t^2}{2g} \quad (\text{A.25})$$

Finalmente, en la Ecuación A.26 se muestra la fórmula final para el cálculo de las pérdidas por fricción.

$$h_f = \left[f \cdot \frac{L_a}{D_a} \cdot \frac{v_a^2}{2g} + \sum K \cdot \frac{v_a^2}{2g} \right] + \left[f \cdot \frac{L_d}{D_d} \cdot \frac{v_d^2}{2g} + \sum K \cdot \frac{v_d^2}{2g} \right] \quad (\text{A.26})$$

En la Tabla A.4 se indican todos los parámetros a utilizar en la ecuación anterior.

Tabla A.4. Parámetros para el cálculo de las pérdidas por fricción

Parámetro	Dato y unidades
f	Factor f
L	Longitud aspiración o descarga (m)
D	Diámetro interior en aspiración o descarga (m)
v	Velocidad en aspiración o descarga (m/s)
K	Factor de pérdida

Para determinar el factor f , se ha de saber si el fluido es laminar o turbulento tanto en aspiración como en descarga de la bomba mediante la Ecuación A.27.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (\text{A.27})$$

Donde ν es la viscosidad cinemática del polietilenglicol a 100°C y V se calcula como la relación entre caudal en m^3/s y área en m^2 .

El resultado obtenido ha sido de régimen turbulento tanto para aspiración como descarga de la bomba siendo estos valores $5.71\text{E}+03$ y $7.68\text{E}+03$ respectivamente. Siendo un régimen turbulento, el factor f se calcula mediante la Ecuación A.28.

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left[\frac{1}{3.7 \cdot \frac{D}{\varepsilon}} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right] \right]^2} \quad (\text{A.28})$$

Donde ε es la rugosidad absoluta que depende del material de la tubería obtenido mediante la siguiente Figura A.5^[46].

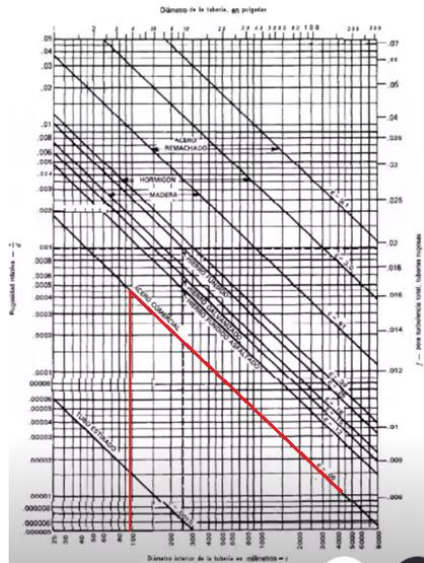


Figura A.5. Rugosidad absoluta para el acero comercial

El valor final es de $5.00E-05\text{m}$.

Finalmente, el valor de f para aspiración es de $3.70E-02$ y para descarga de $3.44E-02$. Para determinar las pérdidas menores, se ha de calcular el factor de pérdida K para aspiración y descarga. En la Tabla A.5 se muestran los valores de K para cada accesorio.

Tabla A.5. Valores de K para cada accesorio

Accesorio	Valor
Brida entrada	0.780
Brida salida	1
Válvula de cierre	400ft
Válvula de bola	3ft
Codos de 90°	30ft

Finalmente se obtiene un factor K de aspiración de 7.38 y de descarga de 16.6 y el valor final de la altura de la bomba es de 31.3m.

Sabiendo el caudal que circula por la bomba siendo este valor de $41.6\text{m}^3/\text{h}$ y la altura de la bomba, se escoge una bomba de 2 polos, 50 Hz, girando a 3000rpm ya que la bomba debe tener suficientes revoluciones para impulsar un caudal elevado. Mediante la Figura A.6 se escoge el modelo de la bomba [47].

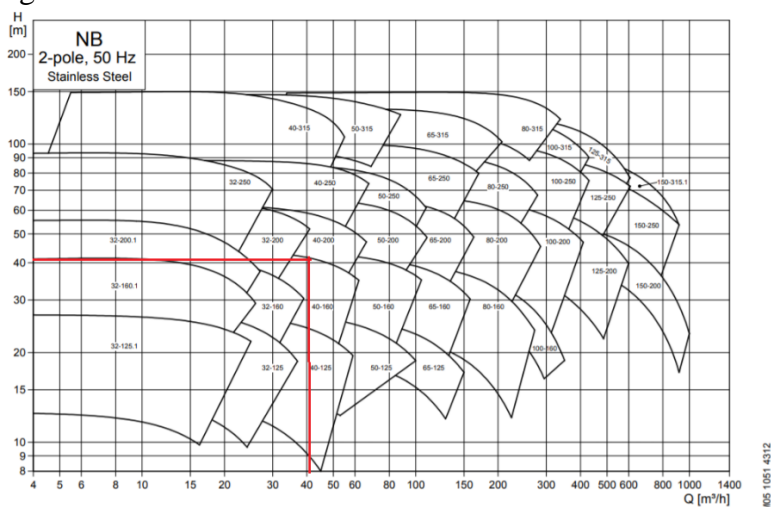


Figura A.6. Modelo NB 40-160.

Diseño de un tren de acabado de una planta de producción de alcoxylados.

Posteriormente, se escoge el rodete de la bomba a través de la Figura A.7.

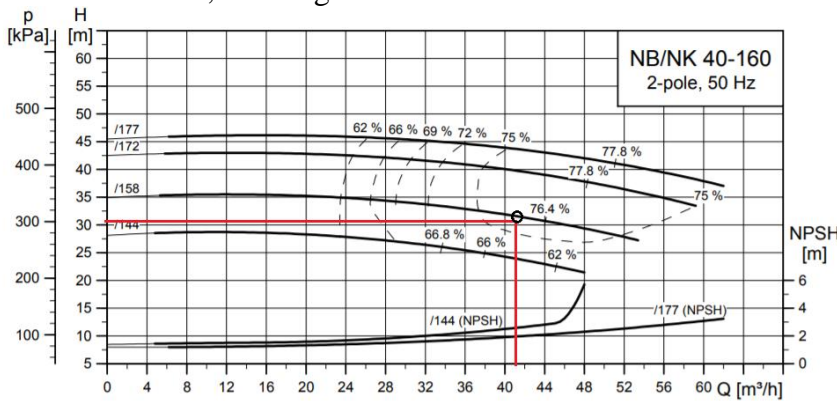


Figura A.7. Elección del rodete de la bomba

Se escoge el rodete 158 y el rendimiento de la bomba es aproximadamente del 76%. Una vez escogido el rodete se obtiene h_b real de la bomba que es de 32.5m. Conociendo esta altura real y el porcentaje se puede calcular la potencia del fluido y potencia de la bomba mediante las siguientes ecuaciones.

$$W_b = h_b \cdot g \cdot \rho \cdot Q \tag{A.29}$$

$$W_{electrico} = \frac{W_b}{\eta} \tag{A.30}$$

Donde el valor obtenido de W_b es de 4.60kW y el $W_{electrico}$ es de 6.06kW.

Por último, se calcula el NPSH disponible a través de la Ecuación A.31.

$$NPSH_d = \frac{p_1}{\rho \cdot g} + z_1 - z_e - hf_{asp} - \frac{p_v}{\rho \cdot g} \tag{A.31}$$

El resultado del NPSH disponible es de 3.78m mientras que el NPSH requerido se obtiene mediante la Figura 4.15.

A.11. Selección de juntas F-501

Se ha buscado el tipo de junta interior y exterior que insertar en el filtro de candelas con el que garantizar el sellado en el montaje de bridas para así evitar posibles fugas. En este caso para esta unidad de proceso se ha optado por la instalación de juntas espirometálicas teflonadas, puesto que es resistente a condiciones de temperatura y presión tanto variantes como elevadas. A su vez, resisten prácticamente cualquier producto químico. En la Figura A.8 se muestra el modelo del catálogo otorgado por el fabricante *KLINGER* seleccionado [56].

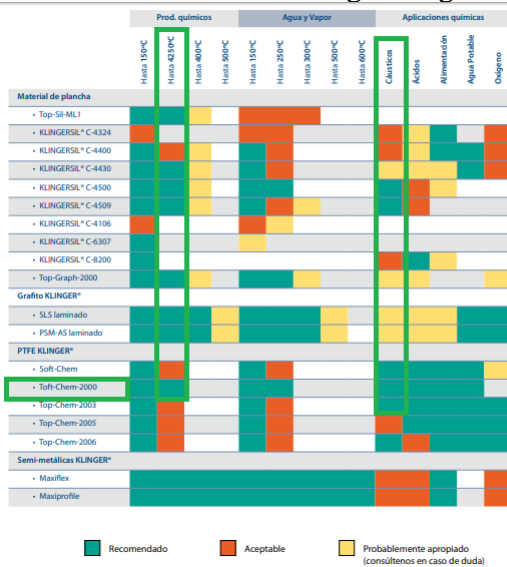


Figura A.8. Selección de junta espirometálica.

Como se puede comprobar, la opción escogida se trata de *KLINGER* top-chem 2000. Puesto que resiste tanto el contacto de cáusticos como el hidróxido de potasio y es estable a una temperatura superior a la de operación del F-501.

Por otra parte, como se muestra en la Figura A.9 se aprecia que la junta es compatible con bridas de clase 150 que son las que incorpora el filtro de candelas.

Materiales	Clase 150 (20 bar)	Clase 300 (50 bar)	Clase 600 (100 bar)	Clase 900 (155 bar)	Clase 1500 (260 bar)	Clase 2500 (430 bar)
Goma, Statite	✓	✗	✗	✗	✗	✗
KLINGERSIL® C-8200	✓	✓	✗	✗	✗	✗
KLINGERSIL® C-4324, C-4400	✓	✓	✗	✗	✗	✗
KLINGERSIL® C-4324, C-4500, Top-graph-2000	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Top-chem-2000	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Top-chem-2003	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Grafito laminado	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Juntas semi-metálicas	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figura A.9. Compatibilidad con bridas.

También se ha corroborado la resistencia química que ofrecen con los productos químicos de principal riesgo que circulan por el filtro de candelas. En la Figura A.10 se puede observar la excelente compatibilidad que ofrece las juntas al obtener la máxima calificación, siendo A.

Media	Formula	Top-sil-ML1	C-4400	C-4430	C-4500	C-4509	C-8200	C-4324	Top-graph-2000	Graphite	Top-chem-2000/ 2003 Soft-chem	Top-chem-2005	Top-chem-2006	Milam
Ethylene glycol	(CH ₂ OH) ₂	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Potassium hydroxide	KOH	B	B	B	A	B	A	B	B	A	A	C	A	A

Figura A.10. Resistencia química de las juntas.

Las propiedades mecánicas del relleno teflonado de las juntas espirometálicas se encuentra en la página 35 del punto 56 de la bibliografía. Se observa la presión y temperatura máxima que resisten con tal de asegurar su correcta utilización.

Por último las dimensiones acordes el código de diseño para bridas de clase 150 ASME B16.20 se observan en la Figura A.11. Según el tamaño de la brida se optará por una dimensión diferente.

Clase 150 ASME B16.20

DN	Dimensiones (mm)	DN	Dimensiones (mm)	DN	Dimensiones (mm)
1/2"	48 x 32 x 19 x 14	3"	137 x 121 x 102 x 81	14"	451 x 406 x 372 x 349
3/4"	57 x 40 x 25 x 21	4"	175 x 149 x 127 x 106	16"	514 x 464 x 422 x 400
1"	67 x 48 x 32 x 27	5"	197 x 178 x 156 x 132	18"	549 x 527 x 475 x 449
1.1/4"	76 x 60 x 48 x 38	6"	222 x 210 x 183 x 157	20"	607 x 578 x 526 x 500
1.1/2"	86 x 70 x 54 x 44	8"	279 x 264 x 233 x 216	24"	718 x 686 x 629 x 603
2"	105 x 86 x 70 x 56	10"	340 x 318 x 287 x 268		
2.1/2"	124 x 99 x 83 x 67	12"	410 x 375 x 340 x 318		

Figura A.11. Dimensiones juntas según el diámetro nominal de la brida clase 150.

A.12. Selección calorifugado

Como material de aislamiento térmico para evitar la pérdida de calor en los distintos equipos y tuberías que figuran en el proceso se ha decidido instaurar un aislante de celdas abiertas como el vidrio celular. Al ser el producto pirofórico, para evitar un incendio se necesita que el calorifugado no sea combustible. Por su parte, el vidrio celular tiene un margen de operación de -273 a 200°C por lo que está dentro del margen de operación del proceso. Además, el material no es absorbente y goza de una buena resistencia en su

estructura. La confección de este aislante se rige por la normativa europea EN14305:2015 para productos aislantes térmicos para equipos e instalaciones industriales.

El material de calorifugado seleccionado a través del fabricante *FOAMGLAS® - Cellular Glass Insulation*^[57].

A.13. Especificación de funda de manga filtrante del F-501

Se ha escogido el material *Kevlar*^[58] como material para la manga filtrante del filtro de candelas. Este material soporta altas temperaturas y aporta una buena resistencia a la abrasión, larga duración y un alto rendimiento.

A.14. Especificación del anillo aspensor del F-501

El anillo aspensor del filtro de candelas dispone de 10 boquillas atomizadoras. En la Figura A.21 se muestran las dimensiones y condiciones del anillo aspensor^[60].

A.15. Especificación del cartucho filtrante F-401

La ficha de especificación del cartucho se encuentra en el punto 74 de la bibliografía.

A.16. Geometría del agitador integrado en el ST-501

A continuación, en la Figura A.12 se muestra la geometría del agitador con dos niveles de palas *Rushton* motorizado perteneciente al *Slurry Tank*. Su correspondiente especificación se observa en la Figura 4.32.



Figura A.12. Geometría del agitador eléctrico.

A.17. Geometría del demister de TV-701

A continuación, en la Figura A.13 se muestra la geometría del demister instalado en el interior de la torre de vacío. Su correspondiente especificación se observa en la Figura 4.42.



Figura A.13. Geometría del demister de la torre de vacío.

A.18. Geometría de la placa deflectora de TV-701

A continuación, en la Figura A.14 se muestra la geometría de la placa deflectora instalada en el interior de la torre de vacío. Su respectiva especificación se encuentra en la Figura 4.42.

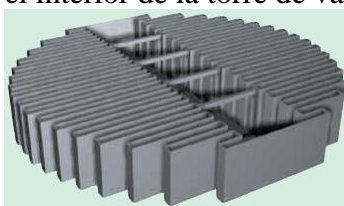


Figura A.14. Geometría del deflector de la torre de vacío.

A.19. Data sheets

- Acetaldehído:
https://www.jubl.com/lsi/uploads/files/158msds_0744GjGhs02Div.3sdsAcetaldehyde.pdf
- Ácido acético:
https://beta-static.fishersci.com/content/dam/fishersci/en_US/documents/programs/education/regulatory-documents/sds/chemicals/chemicals-a/S251118.pdf
- Ácido fosfórico:
https://beta-static.fishersci.com/content/dam/fishersci/en_US/documents/programs/education/regulatory-documents/sds/chemicals/chemicals-o/S25470B.pdf
- Celulosa:
<https://www.fishersci.com/store/msds?partNumber=AC382310050&productDescription=CELLULOSE+MICROCRYSTALLI+5KG&vendorId=VN00032119&countryCode=US&language=en>
- Hidróxido de potasio:
<https://www.caymanchem.com/msdss/400029m.pdf>
- Nitrógeno:
http://alsafetydatasheets.com/download/dk/Nitrogen_NOAL_0089A_DK_EN.pdf
- Óxido de etileno:
<https://www.praxair.com/-/media/corporate/praxairus/documents/sds/ethylene-oxide-c2h4o-safety-data-sheet-sds-p4798.pdf?la=en&rev=75faf60758da4fa5bb64ce14b1e8287d>
- PEG 1000:
<https://www.dow.com/en-us/document-viewer.html?docType=SDS&contentType=SDS&product=85512z&tradeProduct=000000085512&selectedCountry=US&selectedLanguage=EN&recordNumber=27978822>
- PEG 1450:
<https://www.dow.com/en-us/document-viewer.html?docType=SDS&contentType=SDS&product=85512z&tradeProduct=000000085512&selectedCountry=US&selectedLanguage=EN&recordNumber=27978822>
- PEG 300:
<https://www.dow.com/en-us/document-viewer.html?docType=SDS&contentType=SDS&product=85516z&tradeProduct=0000000365199&selectedCountry=US&selectedLanguage=EN&recordNumber=27978282>
- PEG 400:
<https://www.dow.com/en-us/document-viewer.html?docType=SDS&contentType=SDS&product=120868z&tradeProduct=000000120868&selectedCountry=US&selectedLanguage=EN&recordNumber=27993774>
- PEG 600:
<https://www.dow.com/en-us/document-viewer.html?docType=SDS&contentType=SDS&product=85525z&tradeProduct=000000085525&selectedCountry=US&selectedLanguage=EN&recordNumber=27993804>
- Silicato de magnesio:
<https://www.norpro.saint-gobain.com/sites/imdf.norpro.com/files/magnesium-silicate-1055-sds-en.pdf>