

# UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

AUTORES:

Bolton, Eduardo	Legajo N° 55112
Frangi, María Josefina	Legajo N° 55253
Jaureguiberry, Julieta	Legajo N° 55018
Ocamica, Melina	Legajo N° 55056
Urdinez, Santiago	Legajo N° 54814

DOCENTES, TITULARES O TUTORES

Conde, Mariano	Responsable
Molina, Merwin	J.T.P

TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO QUÍMICO.

**BUENOS AIRES**

**SEGUNDO CUATRIMESTRE 2019**

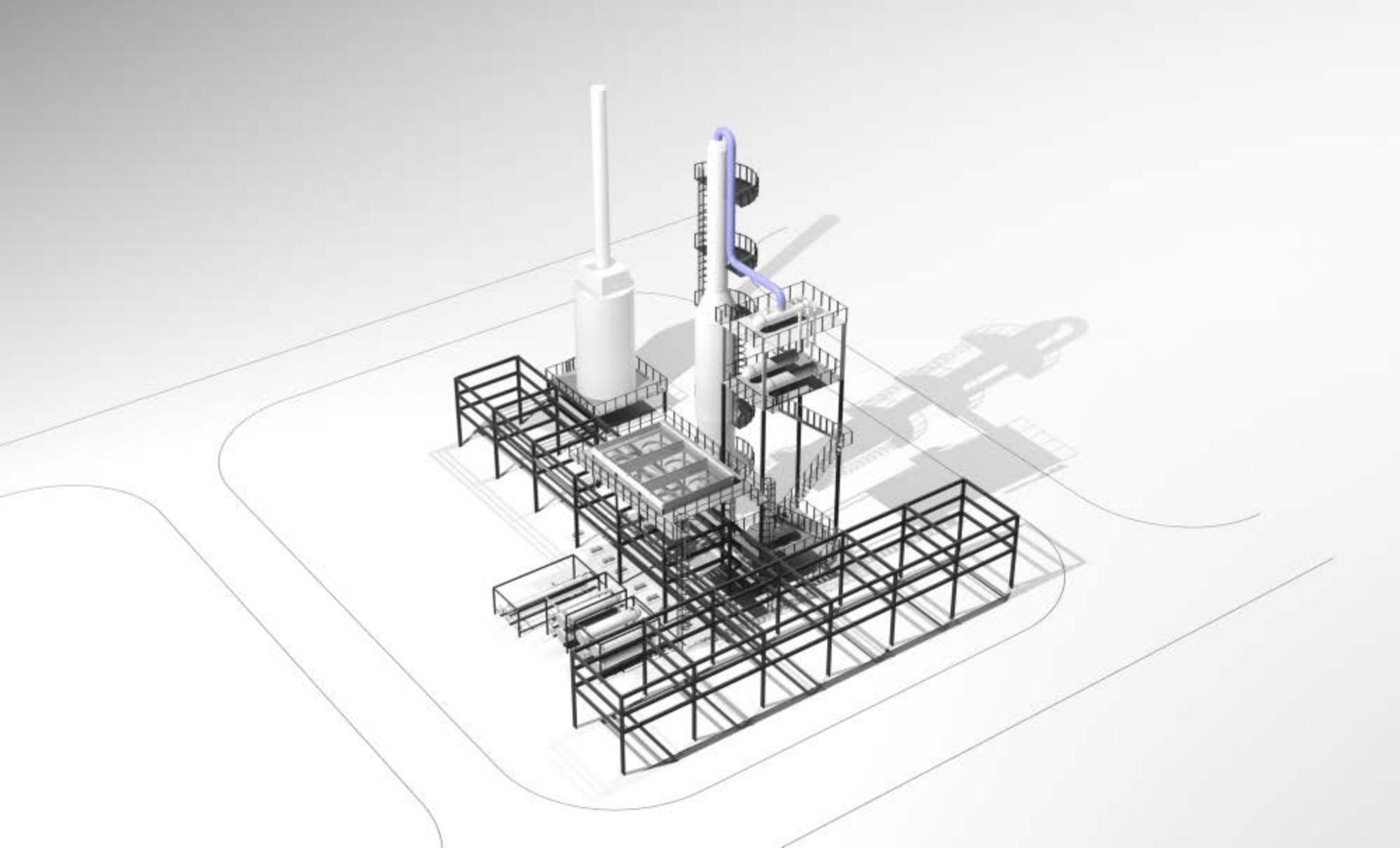
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

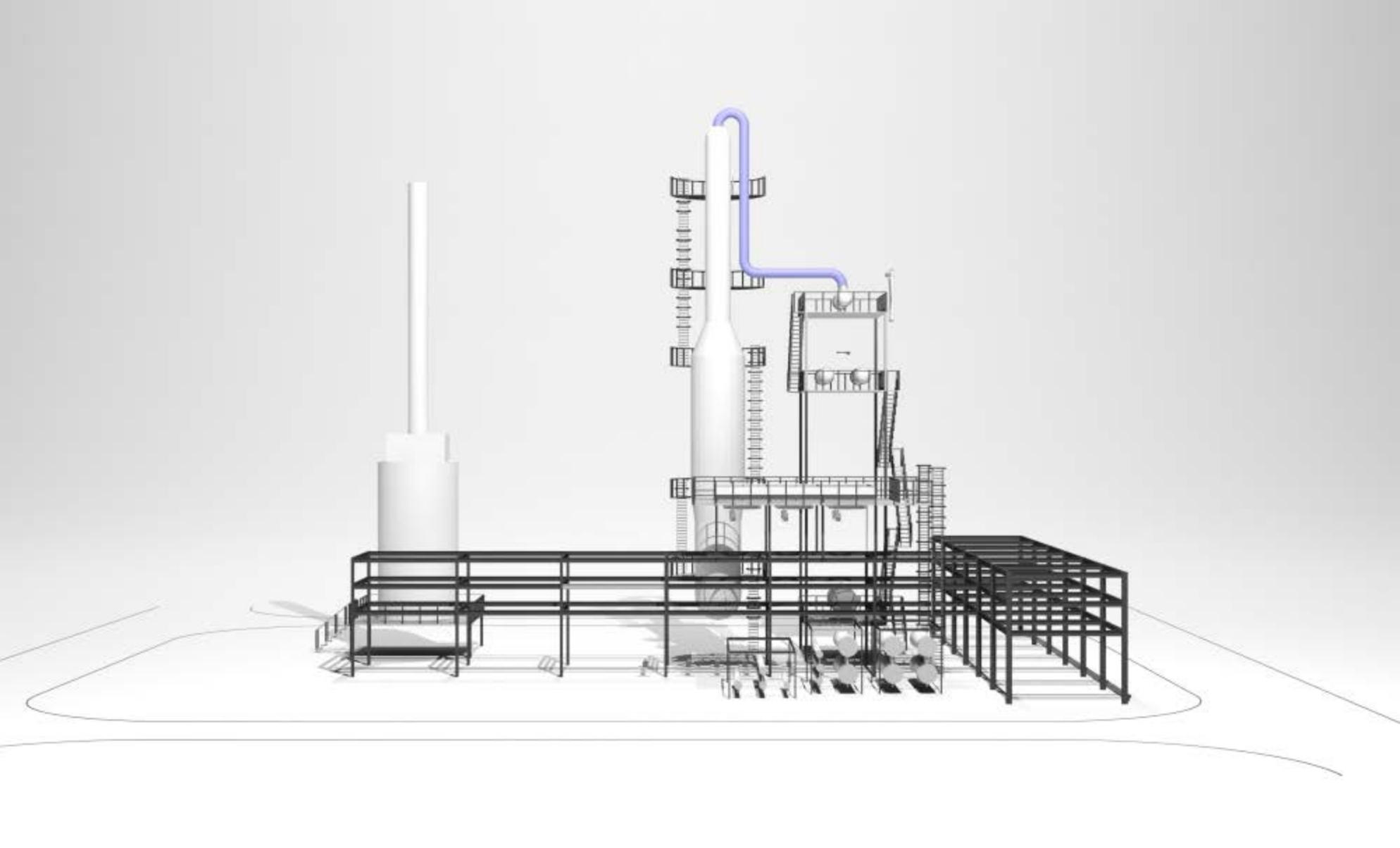
**DISEÑO 3D**

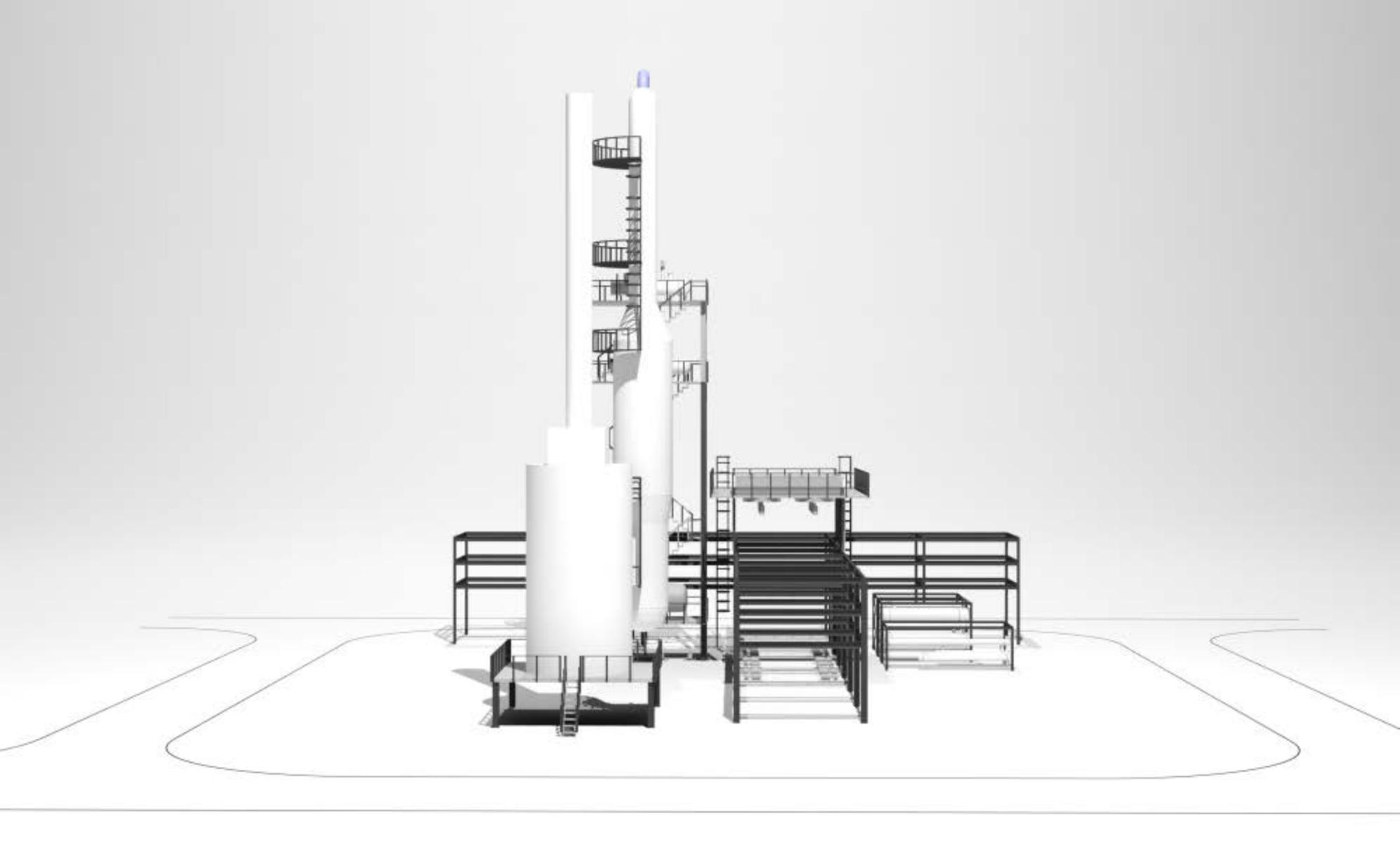
**DISEÑO 3D**

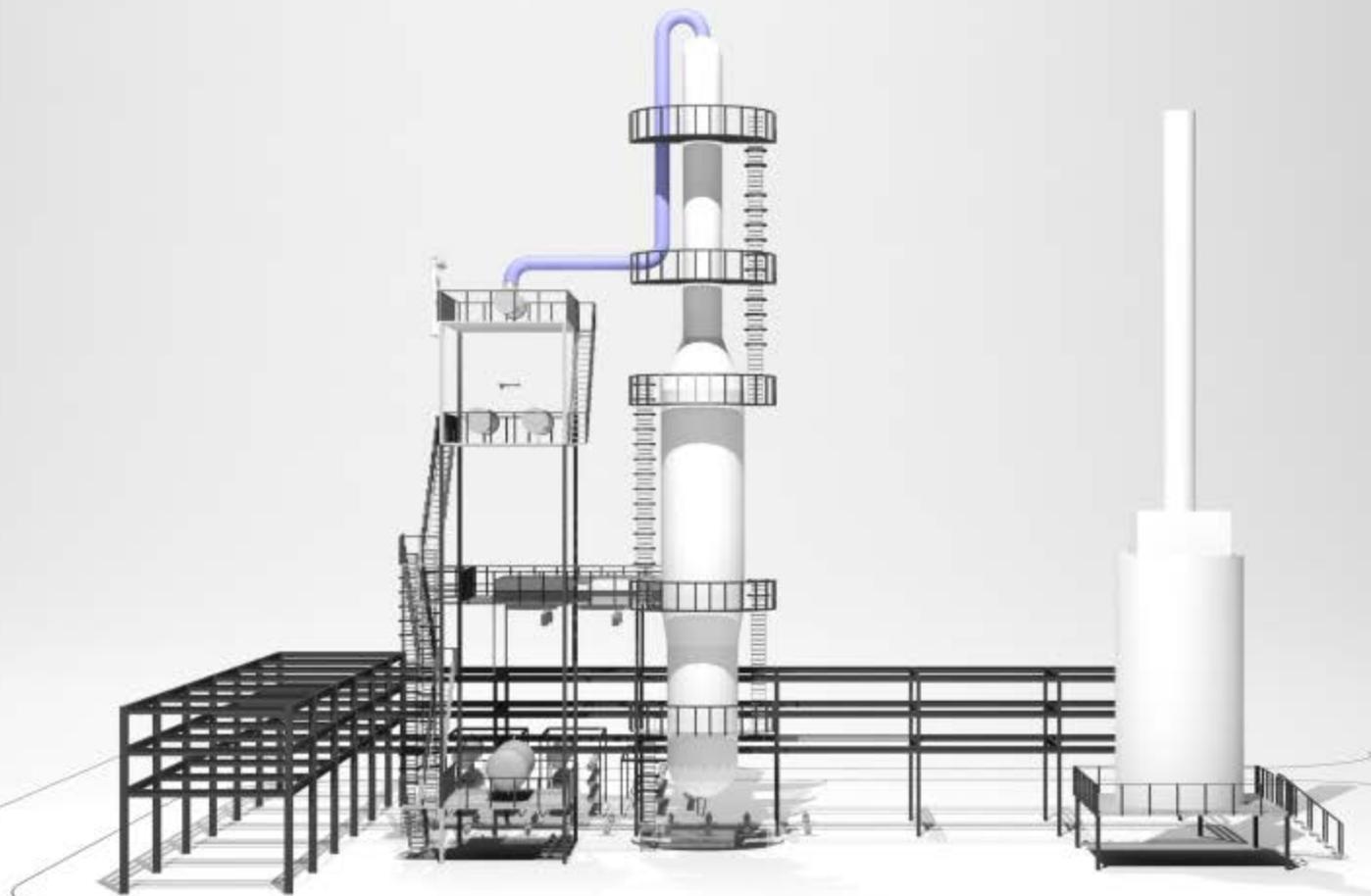
**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

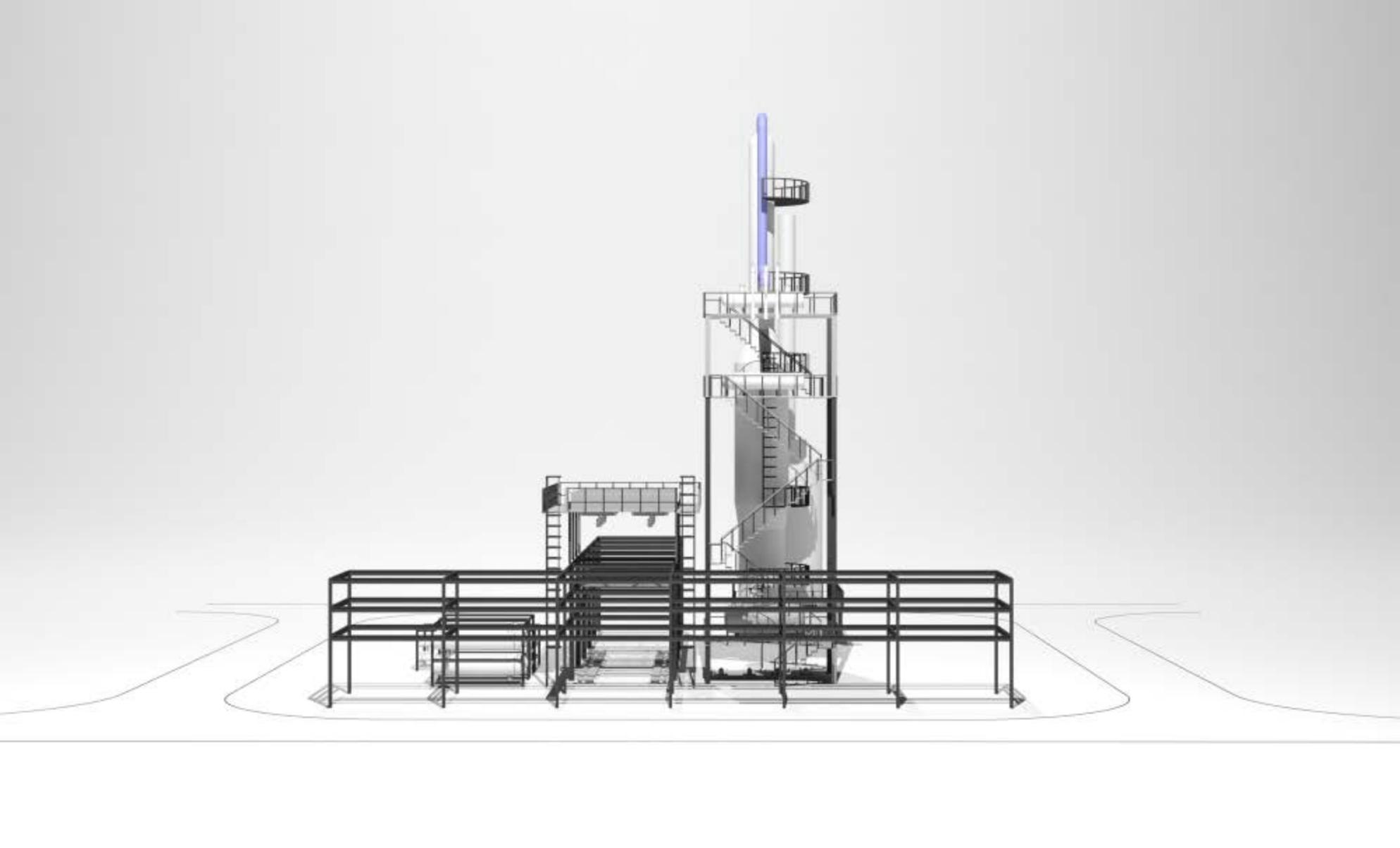
0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APROBO













**G2-GE-LD-001-0**

Pág.: 1 De: 3

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **LISTADO DE DOCUMENTOS**

## **LISTADO DE DOCUMENTOS**

### **UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR
0	16/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**LISTADO DE DOCUMENTOS**

Código de Documento	Rev	Descripción	Fecha
G2-GE-D3D-001	0	Diseño 3D	
G2-GE-LD-001	0	Listado de Documentos	
G2-GE-AC-001	0	Análisis Contextual	
G2-GE-DP-001	0	Descripción del proceso	
G2-GE-LO-001	0	Lay Out	
G2-GE-BD-001	0	Bases de Diseño	
G2-PR-BME-001	0	Balance de Masa & Energía	
G2-PR-PFD-001	0	Diagrama de Flujo de Proceso	
G2-PR-P&ID-001	0	P&ID Simbología	
G2-PR-P&ID-002	0	P&ID Skid Horno	
G2-PR-P&ID-003	0	P&ID Horno	
G2-PR-P&ID-004	0	P&ID Torre	
G2-PR-P&ID-005	0	P&ID Tope Parte I	
G2-PR-P&ID-006	0	P&ID Tope Parte II	
G2-PR-P&ID-007	0	P&ID Sistema de bombeo y acondicionamiento de LVGO	
G2-PR-P&ID-008	0	P&ID Sistema de bombeo y acondicionamiento de MVGO	
G2-PR-P&ID-009	0	P&ID Sistema de bombeo y acondicionamiento de HVGO	
G2-PR-P&ID-010	0	P&ID Sistema de bombeo y acondicionamiento de Slop Wax y Residuo	
G2-PR-P&ID-011	0	P&ID Servicio de Fuel gas	
G2-PR-P&ID-012	0	P&ID Servicio de Agua	
G2-PR-P&ID-013	0	P&ID Servicio de Vapor	
G2-PR-P&ID-014	0	P&ID Servicio de Aire	
G2-PR-P&ID-015	0	P&ID Sistema de Drenajes	
G2-PR-HDA-001	0	Hoja de Datos de Aeroenfriador A-101 (HVGO)	
G2-PR-HDA-002	0	Hoja de Datos de Aeroenfriador A-102 (HVGO PA)	
G2-PR-HDE-001	0	Hoja de Datos de Intercambiador E-101 (LVGO)	
G2-PR-HDE-002	0	Hoja de Datos de Intercambiador E-102 (LVGO PA)	
G2-PR-HDE-003	0	Hoja de Datos de Intercambiador E-103 (MVGO)	
G2-PR-HDE-004	0	Hoja de Datos de Intercambiador E-104 (MVGO PA)	
G2-PR-HDE-005	0	Hoja de Datos de Intercambiador E-105 (HVGO)	
G2-PR-HDE-006	0	Hoja de Datos de Intercambiador E-106 (Condensador 1° Etapa)	
G2-PR-HDEJ-001	0	Hoja de Datos de Eyectores EJ-101 A/B/C (1er Etapa)	
G2-PR-HDEJ-002	0	Hoja de Datos de Eyectores EJ-102 A/B (2da Etapa)	
G2-PR-HDF-001	0	Hoja de Datos de Horno F-101	
G2-PR-HDP-001	0	Hoja de Datos de Bomba P-101 A/B (PA LVGO)	
G2-PR-HDP-002	0	Hoja de Datos de Bomba P-102 A/B (LVGO)	
G2-PR-HDP-003	0	Hoja de Datos de Bomba P-103 A/B (PA MVGO)	
G2-PR-HDP-004	0	Hoja de Datos de Bomba P-104 A/B (MVGO)	
G2-PR-HDP-005	0	Hoja de Datos de Bomba P-105 A/B (HVGO PA)	
G2-PR-HDT-001	0	Hoja de Datos de Torre T-101	
G2-PR-HDV-001	0	Hoja de Datos de Separador Trifásico V-101	
G2-PR-MCHC-001	0	Memoria de Cálculo Hidráulico de Cañerías	
G2-PR-MCF-001	0	Memoria de Cálculo de Horno F-101	
G2-PR-MCP-001	0	Memoria de Cálculo de P-101	
G2-PR-MCP-002	0	Memoria de Cálculo de P-102	
G2-PR-MCP-003	0	Memoria de Cálculo de P-103	
G2-PR-MCP-004	0	Memoria de Cálculo de P-104	
G2-PR-MCP-005	0	Memoria de Cálculo de P-105	
G2-PR-MCV-001	0	Memoria de Cálculo de Separador Trifásico V-101	
G2-PR-LE-001	0	Listado de Equipos	
G2-PR-LL-001	0	Listado de Líneas	



## G2-GE-LD-001-0

Pág. : 3 De: 3

Rev: 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### LISTADO DE DOCUMENTOS

Código de Documento	Rev	Descripción	Fecha
G2-PR-CS-001	0	Consumo de Servicios auxiliares y eléctricos	
G2-PR-MCE-001	0	Matriz Causa-Efecto	
G2-P-PP-001	0	Piping class	
G2-P-IS-001	0	Isometría	
G2-ISC-HDPSV-001	0	Hoja de Datos de Válvulas de seguridad	
G2-ISC-HDCV-001	0	Hoja de Datos de las válvulas de control	
G2-ISC-MCPSV-001	0	Memoria de Cálculo de Válvulas de Seguridad	
G2-ISC-MCCV-001	0	Memoria de Cálculo de Válvulas de Control	
G2-ISC-LI-001	0	Listado de instrumentos	

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **ANÁLISIS CONTEXTUAL**

# **ANÁLISIS CONTEXTUAL**

## **UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	3/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **ANÁLISIS CONTEXTUAL**

### **CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETIVOS DEL PROCESO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. UBICACIÓN DE LA UNIDAD .....</b>	<b>4</b>
3.1. Propuestas consideradas .....	4
3.1.1. Refinería Raizen, Polo petroquímico Dock Sud.....	4
3.1.2. Refinería YPF, La Plata.....	6
3.1.3. Refinería Axion Energy, Campana.....	7
3.1.4. Refinería Trafigura, Bahía Blanca.....	8
3.2. Selección final.....	10
3.3. Localización .....	11
3.4. Servicios y logística refinería Dr. Ricardo Elicabe.....	13
3.5. Servicios unidad destilación al vacío .....	14
<b>4. ENTORNO DE LA UNIDAD .....</b>	<b>14</b>
4.1. Unidad destilación al vacío .....	15
4.2. Productos.....	16
<b>5. OTRAS ALTERNATIVAS DE PROCESO .....</b>	<b>17</b>
<b>6. UNIDADES EN FUNCIONAMIENTO.....</b>	<b>17</b>
6.1. Argentina.....	17
6.2. Otros Países .....	18
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>19</b>

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL

### 1. INTRODUCCIÓN

Las columnas de destilación al vacío son muy utilizadas en la industria de la refinación del petróleo para tratar el residuo pesado proveniente de las columnas de Topping. Esto se realiza con el fin de recuperar los productos más livianos, que tienen mayor valor en el mercado como las naftas y el gas oil.

Estas columnas trabajan a presiones menores que la atmosférica debido a que, de esta manera, se evita el crackeo térmico, indeseable en esta etapa del proceso.

Las corrientes que se obtienen, producto de la destilación al vacío, son por lo general: hidrocarburos livianos, Gas oil de vacío (VGO) y una corriente por fondo de crudo reducido.

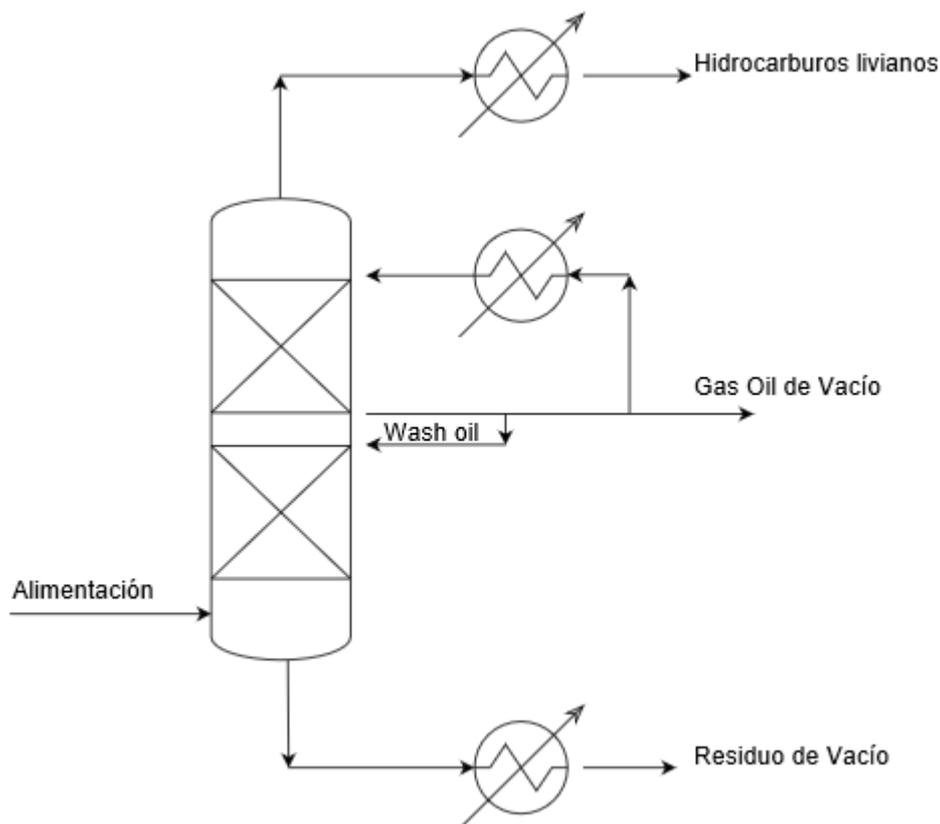


Figura 1. Esquema simplificado de la torre de vacío.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **ANÁLISIS CONTEXTUAL**

### **2. OBJETIVOS DEL PROCESO**

El objetivo del trabajo fue la realización de una unidad de destilación al vacío con una capacidad de 20 KBD, utilizando como alimentación el residuo de una columna de destilación atmosférica.

Se buscó obtener como productos principales Gas Oil liviano de vacío (LVGO), Gas Oil mediano de vacío (MVGO) y Gas Oil pesado de vacío (HVGO).

Los productos obtenidos en la unidad serán devueltos a la refinería para su posterior tratamiento, teniendo en cuenta las condiciones requeridas de almacenamiento o acondicionamiento para el proceso siguiente.

### **3. UBICACIÓN DE LA UNIDAD**

Se realizó un primer análisis sobre la ubicación de la unidad de destilación al vacío que se detalla a continuación.

#### **3.1. PROPUESTAS CONSIDERADAS**

- Refinería Raizen (Polo petroquímico Dock Sud).
- Refinería YPF, La Plata.
- Refinería Axion Energy, Campana.
- Refinería Trafigura, Bahía Blanca.

##### **3.1.1. REFINERIA RAIZEN, POLO PETROQUÍMICO DOCK SUD**

La refinería Raizen se localiza en el polo petroquímico de Dock Sud a 4 Km de la Capital Federal, en la ciudad de Dock Sud, que pertenece al partido de Avellaneda en la provincia de Buenos Aires. El polo industrial limita con el Riachuelo al Norte, el Canal Sarandí al Sur, el Río de la Plata al Este, y la autopista Dr. Ricardo Balbin al oeste.

Raizen está ubicada estratégicamente en la orilla sur del Riachuelo por su proximidad al puerto de Dock Sud, lo que le permite comercializar sus productos vía marítima. Además, cuenta con el oleoducto La Plata-Dock Sud que posee un caudal continuo de 21600 m<sup>3</sup>/día.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL

La refinería es de alta conversión con una capacidad de procesamiento de crudo de 100 KBD lo cual representa aproximadamente un 16% del mercado de naftas y gasoil del país. A su vez, tiene una planta productora de lubricantes cuyas ventas representan un 23% del mercado.

El complejo industrial, aparte de la refinería Raizen, posee plantas de almacenamiento de petróleo y derivados (YPF, Dapsa, Antívari); Plantas de almacenamiento de Líquidos a Granel (Tagsa, entre otras); Servicios de Gestión de depósitos fiscales (Orvol S.A., entre otras); una usina termoeléctrica Central Dock Sud (Grupo Enel); una empresa química (Meranel); una dársena para contenedores (Exolgan).

Dentro del complejo industrial se encuentra el asentamiento irregular conocido como “Villa inflamable”, que posee aproximadamente 400 casas precarias y 1800 familias viviendo en el lugar. Dicha cercanía dificulta el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad, generando problemas de contaminación por plomo y compuestos volátiles [3] [4].

En las Figuras 2 y 3 se puede observar una imagen satelital del polo petroquímico Dock Sud y de la refinería Raizen dentro del polo respectivamente.

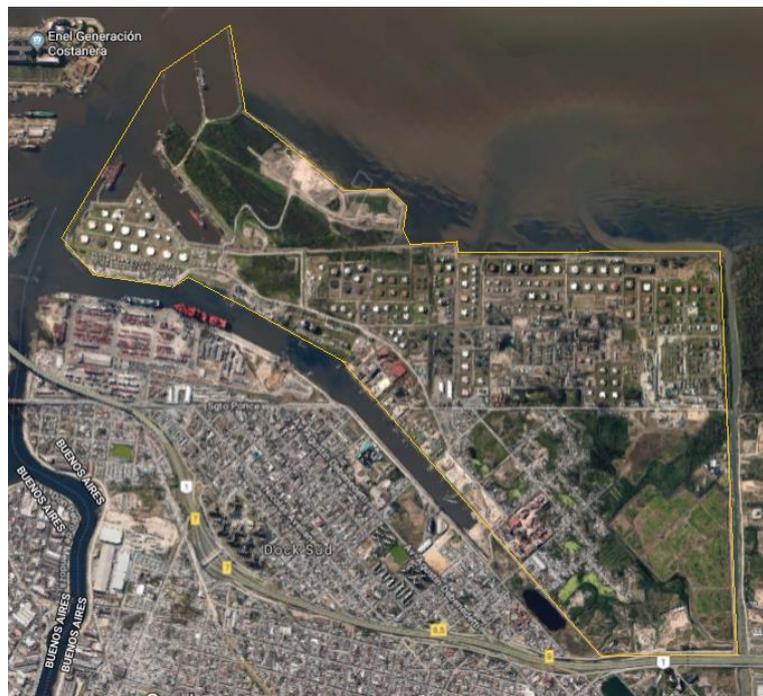


Figura 2: Polo petroquímico Dock Sud.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL



Figura 3: Refinería Raizen dentro del Polo petroquímico Dock Sud.

### 3.1.2. REFINERÍA YPF, LA PLATA.

La Refinería YPF se localiza en La Plata, Provincia de Buenos Aires, a 60 Km de la Capital Federal. Está delimitada por tres ciudades, Ensenada al norte, Berisso al este y La Plata hacia el sur.

Siendo la refinería más grande y de mayor complejidad del país con una capacidad instalada de 190 KBD, lidera el volumen de productos comercializados con una participación cercana al 27% del mercado de naftas y gasoil (YPF con sus 3 refinerías, La plata, Plaza Huincul y Lujan de Cuyo, abarca un 55.5% del mercado de naftas y gas oil). Cuenta, además, con una planta de elaboración de bases lubricantes, parafinas, extractos aromáticos y asfaltos y productos petroquímicos. Posee una capacidad de 860 m<sup>3</sup> por día de bases terminadas.

Guarda cercanía con el Puerto La Plata que se encuentra frente a la vía navegable troncal del río de La Plata por el que se canaliza la mayor parte del tráfico comercial de la Argentina. Está interconectado con el puerto mediante ferrocarriles, así como también tiene acceso, a través del puerto, al Sistema Ferroviario Argentino.

Cuenta con el oleoducto Puerto Rosales-La Plata que posee un caudal sostenible de 51.600 m<sup>3</sup>/día de crudo.

Si bien inicialmente la refinería fue construida alejada de la Capital Federal para evitar tener exposición a áreas urbanas, la cercanía a las ciudades de Ensenada, Berisso y La Plata presentan problemas de contaminación para los vecinos del lugar [5] [6].

En la Figura 4, puede verse una imagen satelital de la refinería.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL

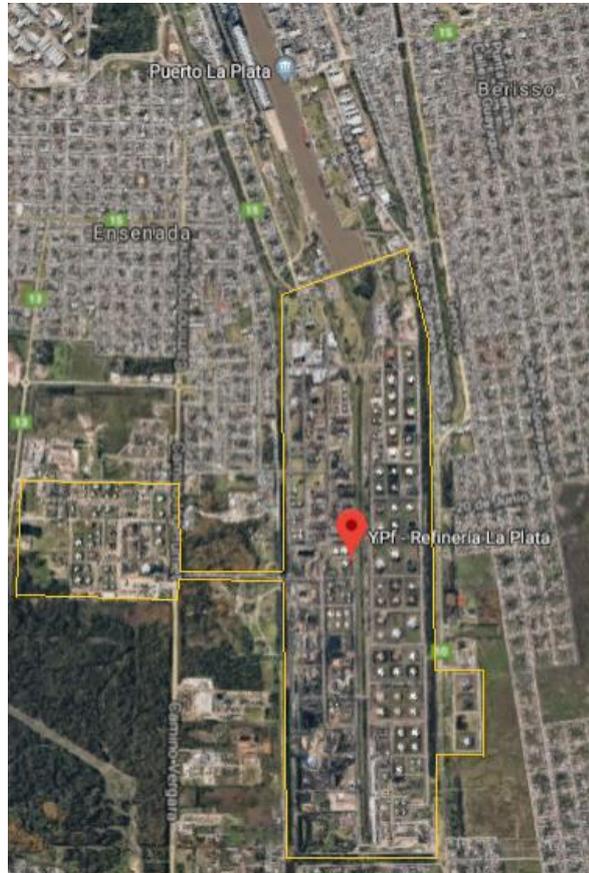


Figura 4: Refinería YPF- La Plata

### 3.1.3. REFINERÍA AXION ENERGY, CAMPANA.

La refinería de Axion Energy se ubica en la ciudad de Campana en la Provincia de Buenos Aires. Es una refinería de alta conversión con una capacidad de 90 KBD. Su participación en el mercado de naftas y gasoil es del 15.3%. La refinería cuenta además con elaboración de lubricantes, pero no son derivados del refinado de petróleo de esta refinería (esto se debe al petróleo utilizado), sino que se traen las materias primas por barco y en la refinería se les da valor agregado asegurando la calidad de los lubricantes.

Cuenta con el oleoducto Brandsen-Campana de 22' de diámetro, 166 Km de longitud y una capacidad de transporte de crudo de 110 KBD, de donde recibe el crudo que procesa.

La refinería limita al norte con el río Paraná de las Palmas, al este con la Avenida Coronel A. de Valle Larraure y al suroeste con la ciudad de Campana.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL

Posee un muelle por el cual tiene la capacidad de despacho de sus productos, aunque la mayoría de la producción la distribuye en camiones desde la terminal dentro de la refinería.

Actualmente, se encuentra en un proyecto de ampliación de equipos para aumentar su producción de naftas y gasoil en más de un 60%, mejorar la calidad y cumplir las regulaciones de contenido de azufre futuro, y tratar el fuel gas de la refinería para reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Lindante a la refinería se encuentra una empresa relacionada a especialidades químicas (Cabot S.A), y una arenera (Maripasa). También se puede encontrar una Industria Petroquímica que produce solventes oxigenados, alifáticos, aromáticos y bio-mejoradores octánicos (Carbochlor, actualmente cerrada).

En la Figura 5 puede verse una imagen satelital de la refinería

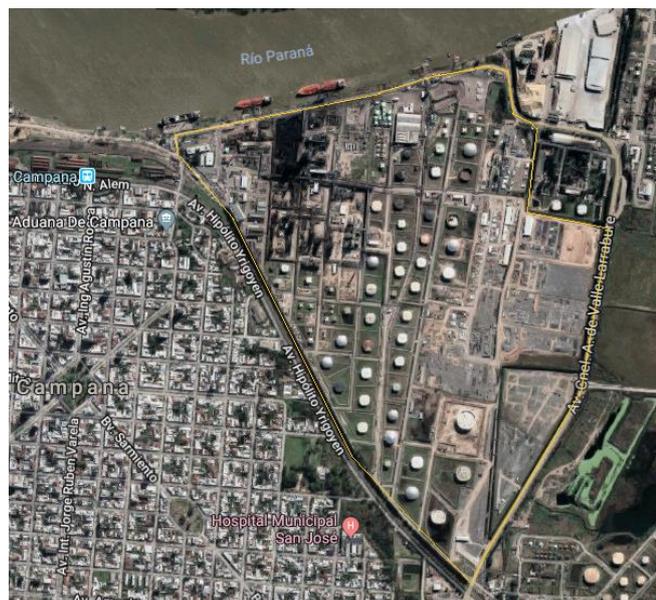


Figura 5: Refinería Axion-Energy en Campana, Buenos Aires.

### 3.1.4. REFINERÍA TRAFIGURA, BAHÍA BLANCA.

La refinería de Trafigura, llamada Dr. Ricardo Elicabe, está ubicada a 5 Km de la ciudad de Bahía Blanca y tiene una superficie de 40 hectáreas. Cuenta con una zona portuaria que abarca 25 Km y cuenta con tres puertos: Puerto OMHSA, Puerto Galván y el Puerto Ing. White, siendo estos dos últimos los más importantes. Además guarda cercanía con la Ruta nacional N°3 y la Ruta provincial N°252.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **ANÁLISIS CONTEXTUAL**

La refinería es de conversión media y tiene una capacidad de producción de 30 KBD, que representa un 6% del mercado de naftas y gas oil.

Dr. Ricardo Elicabe se localiza en un punto neurálgico, debido que no solo cuenta con el oleoducto Oldelval con una capacidad de 20.000 m<sup>3</sup>/día, sino que gran parte de la producción en alza de la Cuenca Neuquina es enviada a Puerto Rosales, que luego por vía marítima o por el Oleoducto Puerto Rosales-La Plata llega a su destino final.

La refinería Dr. Ricardo Elicabe fue recientemente adquirida por el grupo Trafigura. Pampa Energía firmó un acuerdo con Trafigura para venderle las estaciones de servicio Petrobras, y el negocio de refinación y distribución que incluye la refinería Dr. Ricardo Elicabe, la planta de lubricantes en Avellaneda y la terminal Caleta Paula.

En la zona también encontramos un polo petroquímico, donde se asientan importantes empresas como Dow Chemical Company que produce etileno, y polietileno de baja densidad (LDPE), alta densidad (HDPE) y lineales (LLDPE); Compañía Mega S.A. que se dedica al fraccionamiento del gas natural para la obtención de etano, propano, butano y gasolina natural, para la industria petroquímica; Profertil S.A compañía argentina integrada por Nutrien Inc. e YPF S.A. que se dedica a la producción de Urea y amoníaco; Plantas comerciales y de almacenamiento de productos de YPF, Axion, y Raizen.

Si bien la refinería y el polo petroquímico se ubican cerca de zonas urbanas, lo cual trae un problema de contaminación asociado, Bahía Blanca cuenta con el programa Apell (Awareness and preparedness for emergencies at local level), cuyos objetivos son minimizar el daño al medio ambiente, coordinar recursos para evitar que los accidentes se transformen en catástrofes, y concientizar transfiriendo conocimiento a las comunidades [9].

No hay que dejar de mencionar que durante la operación de Petrobras de la refinería existieron planes de ampliación de la refinería para añadir nuevas unidades de hidrosulfuración, con el objetivo de cumplir las regulaciones de azufre futuras en naftas y gasoil [10].

En la Figura 6 puede observarse una imagen satelital de la refinería Dr. Ricardo Elicabe, propiedad de Trafigura en Bahía Blanca.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL



Figura 6: Refinería Dr. Ricardo Elicabe en Bahía Blanca.

### 3.2. SELECCIÓN FINAL

De acuerdo a lo presentado en la Sección 3.1 se eligió colocar la unidad de destilación al vacío en la refinería Dr. Ricardo Elicabe en Bahía Blanca.

Esto se decidió, principalmente por el auge de Vaca Muerta y la creciente producción de la cuenca Neuquina, que utiliza a Bahía Blanca como centro estratégico para la logística de materias primas requeridas y despachos de producción.

Además Dr. Ricardo Elicabe es una refinería de conversión media con una capacidad de 30 KBD, una participación del 6% en el mercado de naftas y gasoil y fue recientemente adquirida por el Grupo Trafigura, por lo tanto es esperable que se realicen inversiones de expansión en la refinería, teniendo en cuenta lo mencionado en el anterior párrafo y que la refinería tiene el potencial para convertirse a alta conversión y procesar mayor cantidad de crudo.

Además se consideró los reiterados intentos por parte de Petrobras de ampliar la refinería, realizando un proyecto tentativo con el fin de incorporar unidades de hidrodesulfuración para poder cumplir las regulaciones de contenido de azufre de naftas y gasoil.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL

No hay que dejar de mencionar también que cuenta con el programa Apell, único en el país para respuesta de las comunidades vecinas ante eventuales accidentes industriales tanto en el polo petroquímico como en la refinería.

### 3.3. LOCALIZACIÓN

La unidad de destilación se localizará dentro de la refinería Dr. Ricardo Elicabe. Las coordenadas geográficas de la refinería son las siguientes:

- Latitud: -38.747°
- Longitud: -62.299°
- Altura snm: 20 m

En la Figura 7, se muestra una imagen satelital de la refinería.

En la Figura 8, se muestra la refinería y los tres puertos, Puerto Galván, Puerto OMHSA y el Puerto Ing. White.



Figura 7. Imagen satelital de la refinería Dr. Ricardo Elicabe donde se ubicará la planta de destilación al vacío.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL



Figura 8. Imagen satelital de la ubicación de la refinería Dr. Ricardo Elicabe (rojo) y los tres puertos de la zona (amarillo).

El puerto de bahía blanca es el único puerto de aguas profundas del país. Tiene una profundidad para la entrada y salida de buques de hasta 45 pies de calado, y distintos muelles con capacidad de operar todo tipo de buques y mercaderías.

Posee una posta para inflamables, para carga y/o descarga de combustibles, gases y subproductos petroquímicos, así como también cuatro terminales especializadas en la carga de cereales, oleaginosas y subproductos.

Cuenta con accesos viales y ferroviarios que lo relacionan con todos los centros de producción de la Argentina.

En la Figura 9 a continuación se puede observar una imagen satelital del puerto de Bahía Blanca con las distintas empresas que trabajan en el puerto.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL



**Figura 9.** Imagen satelital del puerto de bahía Blanca. Posta para inflamables (Rojo).

### 3.4. SERVICIOS Y LOGÍSTICA REFINERÍA DR. RICARDO ELICABE

La refinería como bien se dijo anteriormente es de conversión media, y tiene una capacidad de procesamiento de 30.000 barriles diarios de petróleo crudo. Se elaboran gasolinas grado II y III, Diesel grado II y III, combustibles marinos, fuel oil e insumos para la elaboración de solventes y productos petroquímicos.

Posee dos unidades de Topping, dos unidades de destilación al vacío, una unidad de isomerización y una unidad de reforming, un reductor de viscosidad o visbreaker y unidades de hidrotratamiento de naftas y diésel.

La refinería cuenta con dos tipos de servicio de agua:

- Agua de enfriamiento: El agua de enfriamiento no requiere tanto tratamiento y se enfría mediante torres de enfriamiento con un circuito cerrado con make-up de agua.
- Agua de caldera: Requiere un mayor mantenimiento ya que es utilizada para generar vapor. Se debe evitar la corrosión de los metales y las incrustaciones. Se trata de un circuito cerrado con make-up.

Las calderas generan vapor que se utilizan para generación eléctrica, accionar maquinaria y como medio calefactor. La distribución se realiza en redes de alta, media y baja presión.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **ANÁLISIS CONTEXTUAL**

La energía eléctrica es generada mediante el uso de una turbina de gas y otros equipos generadores. También existe la opción de importar la energía de la red externa, aunque la refinería cuenta con la capacidad de autoabastecerse energéticamente. El gas combustible de los hornos y de la turbina de gas se obtiene del gas de refinería (C1 y C2) y, caso contrario, del gas natural de red.

La refinería también cuenta con un sistema de aire acondicionado para uso de instrumentos neumáticos.

El petróleo crudo alimentado a las columnas de destilación atmosféricas es transportado por oleoducto hasta la refinería o mediante barcos. El crudo proviene de la Cuenca Neuquina (Medanito) y de la Cuenca San Jorge (Escalante)

La refinería cuenta con tratamientos biológicos aeróbicos, compuestos por tres lagunas que pueden observarse en la Figura 7. La primera para separación de flotantes, la segunda una laguna de aireación facultativa y como etapa final una laguna de aire aeróbica.

### **3.5. SERVICIOS UNIDAD DESTILACIÓN AL VACÍO**

Como servicio de refrigeración, nuestra unidad de destilación utilizará el aire ambiente como fluido refrigerante y agua de enfriamiento de la refinería, solo cuando sea necesario, cuidando de que la cantidad de agua utilizada sea la menor posible. Esto se realizó con la suposición de que la actual refinería, posee las instalaciones para proveer un 25% más de agua de enfriamiento para futuras expansiones.

Para los servicios calientes se utilizarán los vapores producidos por la refinería, buscando minimizar el uso de los mismos mediante la integración energética de la unidad cuando sea posible.

El vapor de entrada a la columna de destilación al vacío, debe ser sobrecalentado. Para esto se elevará la temperatura del vapor de alta presión de la refinería hasta los 400°C de entrada a la columna de destilación al vacío en la zona convectiva del horno.

Para el horno de precalentamiento, se utilizará el gas de refinería en principio y en caso de no ser suficiente se utilizará gas natural de red.

## **4. ENTORNO DE LA UNIDAD**

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **ANÁLISIS CONTEXTUAL**

### **4.1. UNIDAD DESTILACIÓN AL VACÍO**

La unidad de vacío recibe el producto de fondo de la torre de destilación atmosférica de la refinería. Este residuo aún contiene un alto porcentaje de hidrocarburos aprovechables, que son los que se recuperan en la unidad de vacío. Los cortes del crudo que se extraen de dicha unidad son, gases incondensables (C1, C2 en su mayoría), hidrocarburos livianos, gasoil liviano mediano y pesado de vacío (LVGO, MVGO y HVGO respectivamente) y el residuo de fondo.

Para definir el destino de cada corriente en rigor se debería contar con un ensayo de PNA (parafinas, naftenos y aromáticos), pero como no se cuenta con ese ensayo de laboratorio, se definió que nuestra columna de destilación será de combustibles y no de lubricantes. Habiendo dicho esto se definieron los siguientes destinos:

Los hidrocarburos livianos serán enviados a la corriente de nafta pesada de topping, para luego de un proceso de desulfuración y reforming, ir hacia el pool de naftas.

La corriente de LVGO se destinará al pool de diésel, previamente pasando por una unidad de hidrodesulfuración.

La corriente MVGO será enviada también a otro pool de diésel (independiente del anterior) previamente pasando también por otra unidad de hidrodesulfuración.

La corriente de HVGO será enviada a un reactor fluidizado de crackeo catalítico para la conversión a corrientes más livianas de mayor precio en el mercado.

El residuo de la columna de vacío se utilizará para la producción de fuel oil. Esta corriente a la salida de la unidad de destilación al vacío debe pasar por una unidad de Visbreaking.

En la Figura 10, se observa el diagrama de bloques simplificado (actual) de la Refinería de Bahía Blanca, a este esquema se le agregaría la nueva unidad de vacío con sus correspondientes productos y su posterior tratamiento mencionado recientemente.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL

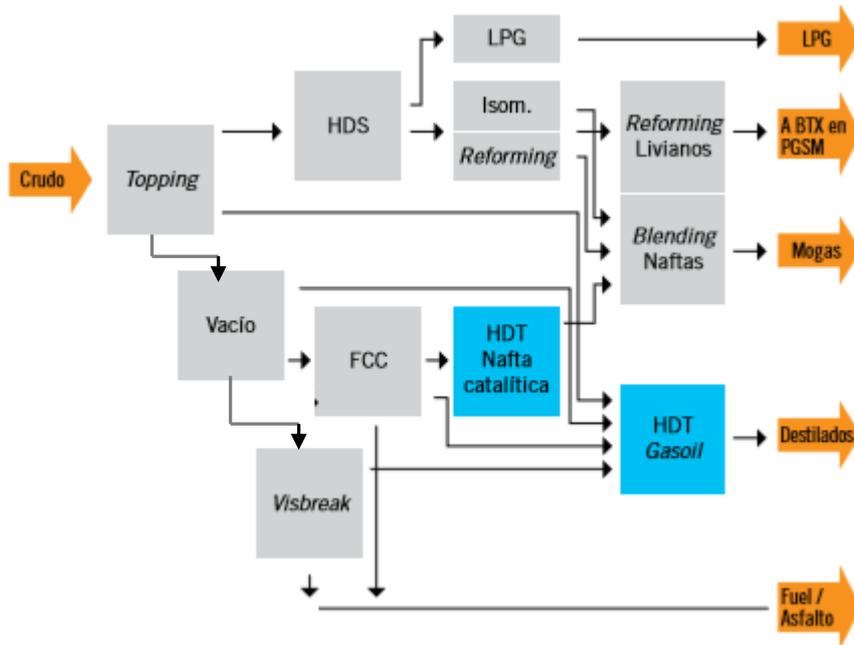


Figura 10. Diagrama de bloques simplificado de los procesos de la refinería Dr. Ricardo Elicabe en Bahía Blanca.

### 4.2. PRODUCTOS

La calidad de los productos que se busca obtener de la columna de destilación al vacío se detallan en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1. Especificación de los productos a obtener.

Producto	ASTM D1160 (atm) 5%	ASTM D1160 (atm) 95%
HC liviano	$\geq 160^{\circ}\text{C}$	$\leq 310^{\circ}\text{C}$
LVGO	$\geq 280^{\circ}\text{C}$	$\leq 410^{\circ}\text{C}$
MVGO	$\geq 350^{\circ}\text{C}$	$\leq 460^{\circ}\text{C}$
HVGO	$\geq 380^{\circ}\text{C}$	$\leq 540^{\circ}\text{C}$
Slop Wax	$\geq 430^{\circ}\text{C}$	$\leq 630^{\circ}\text{C}$
Residuo	$\geq 480^{\circ}\text{C}$	-

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL

### 5. OTRAS ALTERNATIVAS DE PROCESO

Actualmente no hay alternativas al proceso de destilación al vacío. Si no se realiza esta operación, se debe vender el residuo atmosférico como fuel oil.

### 6. UNIDADES EN FUNCIONAMIENTO

#### 6.1. ARGENTINA

Actualmente en Argentina hay 8 refinерías en funcionamiento. La Figura 12 muestra las refinерías del país.

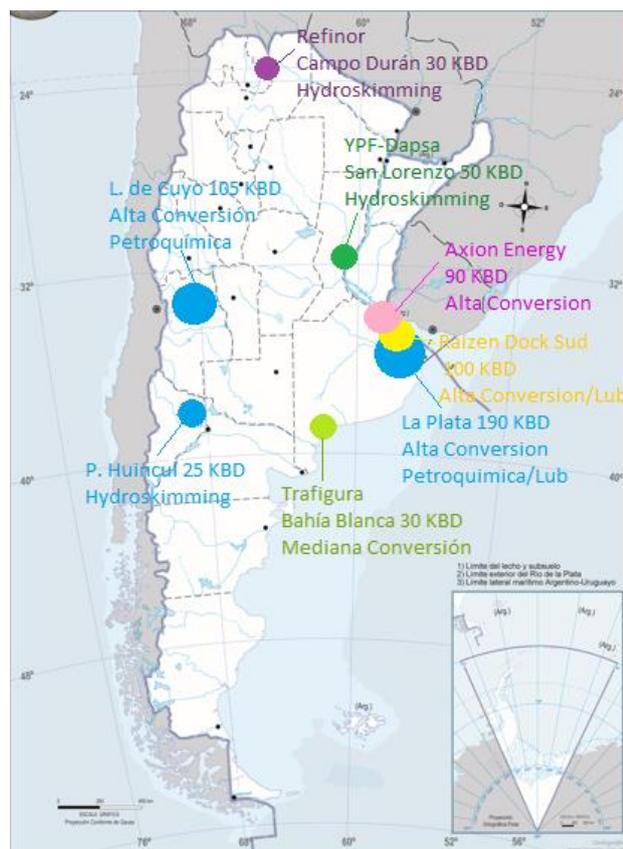


Figura 12. Refinerías presentes en Argentina.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL

Estimando que aproximadamente el 45% del crudo alimentado a la unidad de destilación atmosférica sale por fondo como residuo largo, es posible predecir las capacidades de las unidades de vacío de las refinerías a partir de su producción diaria. El porcentaje de residuo largo generado es muy dependiente del tipo de crudo que se procesa: crudos livianos tienden a generar menos de este tipo de residuo mientras que los crudos más pesados tienden a generar más.

### 6.2. OTROS PAÍSES

En el caso de refinerías internacionales, a continuación se presenta la Tabla 2 con las 10 refinerías de mayor producción del mundo, en donde se puede destacar la diferencia de magnitud entre las mismas y las nacionales [12].

Tabla 2. Listado con las mayores refinerías del mundo.

Nro.	Nombre Refinería	Lugar Refinería	BPD
1	<u>Jamnagar Refinery</u>	<u>Jamnagar, Gujarat, India</u>	1.240.000
2	<u>Parguana Refinery Complex (PDVSA)</u>	Punto Fijo, Falcón, Venezuela	940.000
3	SK Energy Ulsan Refinery (SK Energy)	Ulsan, South Korea	850.000
4	<u>Ruwais Refinery (Abu Dhabi National Oil Company)</u>	<u>Ruwais, UAE</u>	817.000
5	<u>Yeosu Refinery (GS Caltex)</u>	Yeosu, South Jeolla, South Korea	730.000
6	<u>Onsan Refinery (S-Oil)</u>	Ulsan, South Korea	669.000
7	<u>Jurong Island Refinery (ExxonMobil)</u>	<u>Jurong Island, Singapore</u>	605.000
8	Port Arthur Refinery (Saudi Aramco)	Port Arthur, Texas, United States	603.000
9	Galveston Bay Refinery (Marathon Petroleum)	Texas City, Texas, United States	571.000
10	<u>Baytown Refinery (Exxonmobil)</u>	<u>Baytown, Texas, United States</u>	560.500

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## ANÁLISIS CONTEXTUAL

### 7. BIBLIOGRAFÍA

ApelBahiaBlanca. (s.f.). [www.apelbahiablanca.org.ar](http://www.apelbahiablanca.org.ar).

Gobierno Argentino. (2008). [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org). *Datos contaminación polo petroquímico Dock Sud*

Gobierno Argentino, G. (s.f.). [www.energia.gov.ar](http://www.energia.gov.ar).

Creebba. (s.f.). [www.creebba.org.ar](http://www.creebba.org.ar). *Datos del mercado de combustibles.*

Gobierno Argentino. (s.f.). [www.energia.gov.ar](http://www.energia.gov.ar). *Datos de oleoductos del país.*

La Nacion. (s.f.). [www.lanacion.com.ar](http://www.lanacion.com.ar). *Villa Inflamable.*

MinutoUno. (s.f.). [www.minutouno.gob.ar](http://www.minutouno.gob.ar). *Carbochlor cerró su planta Campana y despidió 120 trabajadores.*

OilandGasClub. (s.f.). [www.oilandgasclub.com](http://www.oilandgasclub.com). *Worlds Largest Refineries.*

Petrobras. (s.f.). [www.petrobras.com.ar](http://www.petrobras.com.ar). *Sobre inversiones en el parque refinador.*

Petrotecnia. (s.f.). [www.petrotecnia.com.ar](http://www.petrotecnia.com.ar). *Sin Hidrotratamiento.*



**G2-GE-DP-001-0**

Pág.: 1 De: 11

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	20/10/2018	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

### **CONTENIDO**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>TORRE DE VACÍO T-101 .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TORRE.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>EMPAQUES TORRE DESTILACIÓN AL VACÍO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3</b>	<b>CONDICIONES OPERATIVAS DE LA TORRE .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>SISTEMA DE EYECTORES .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>SEPARADOR TRIFÁSICO.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN FUNCIONAMIENTO DEL SEPARADOR.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>HORNO.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD .....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>10</b>

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la unidad de vacío es continuar con la destilación de las fracciones más pesadas del crudo, evitando el craqueo por temperatura.

El residuo proveniente de la torre atmosférico es bombeado a un horno de vacío que adecua la alimentación a la temperatura óptima para la entrada a la torre. La carga al horno consta de una corriente compuesta por tres corrientes el residuo de la torre atmosférica, vapor de agua (media) y slop wax.

Aguas abajo del horno, la mezcla ingresa a la zona flash de la columna, cuyo objetivo es remover la fracción de vapor de la alimentación.

El vacío en la torre se genera con un sistema de eyectores. Debido a que mantener el vacío en la columna es costoso, se contempló tener la menor pérdida de carga posible. Esto se efectuó utilizando rellenos empacados, que además presentan la ventaja de minimizar problemas por ensuciamiento.

Si bien hay cierto craqueo térmico del crudo en las condiciones del fondo de la torre, se tomaron medidas para minimizarlo. En primer lugar se inyecta vapor de agua al crudo de alimentación con el objetivo de disminuir la presión parcial de los hidrocarburos y de esta manera reducir la posibilidad de producir craqueo térmico en el horno. Segundo, la zona del ingreso a la torre (zona de flash) tiene un diámetro inferior al del resto de la columna a fin de disminuir el tiempo de residencia del crudo en el fondo ya que es una de las principales variables que afectan al craqueo.

Se inyecta vapor de agua (vapor de alta sobrecalentado) al fondo de la columna de destilación para producir el stripping de los componentes livianos.

Los productos (LVGO, MVGO Y HVGO) se retiran mediante el uso de platos de chimenea como retiros totales. Esto divide la columna en zonas que están relacionadas entre sí por los vapores ascendentes. Una excepción es la zona de lavado, donde parte de la corriente de HVGO, se hace re ingresar a la columna para favorecer el fraccionamiento y evitar que compuestos con metales pesados y con alto contenido de carbón lleguen a las corrientes de productos de gas oil. La presencia de carbón y metales pesados trae un problema en las unidades aguas abajo de la columna, en particular aquellas que utilizan catalizadores (envenenamiento de catalizador).

Se utilizan pump arounds como corrientes frías descendentes para favorecer el fraccionamiento. Hay un pump around por cada corriente de producto.

Por el tope de la torre se extraen incondensables, vapor de agua, naftas y diésel. El objetivo es separar los no condensables del resto de los productos. La mezcla del tope de la columna se hace pasar por el pre-condensador, donde se condensa una parte, que se envía a un separador trifásico. La parte que no condensa en este intercambiador, pasa por el primer sistema de eyectores y se mezcla con el vapor de agua que requieren estos para generar vacío. Se hace pasar esta mezcla nuevamente por intercambiadores y se envían los condensados al mismo separador trifásico que se mencionó anteriormente, mientras que los vapores pasan a un segundo sistema de eyectores, la salida de los mismos pasa por el último condensador donde el condensado se dirige al separador trifásico y los vapores son venteados a la colectora.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

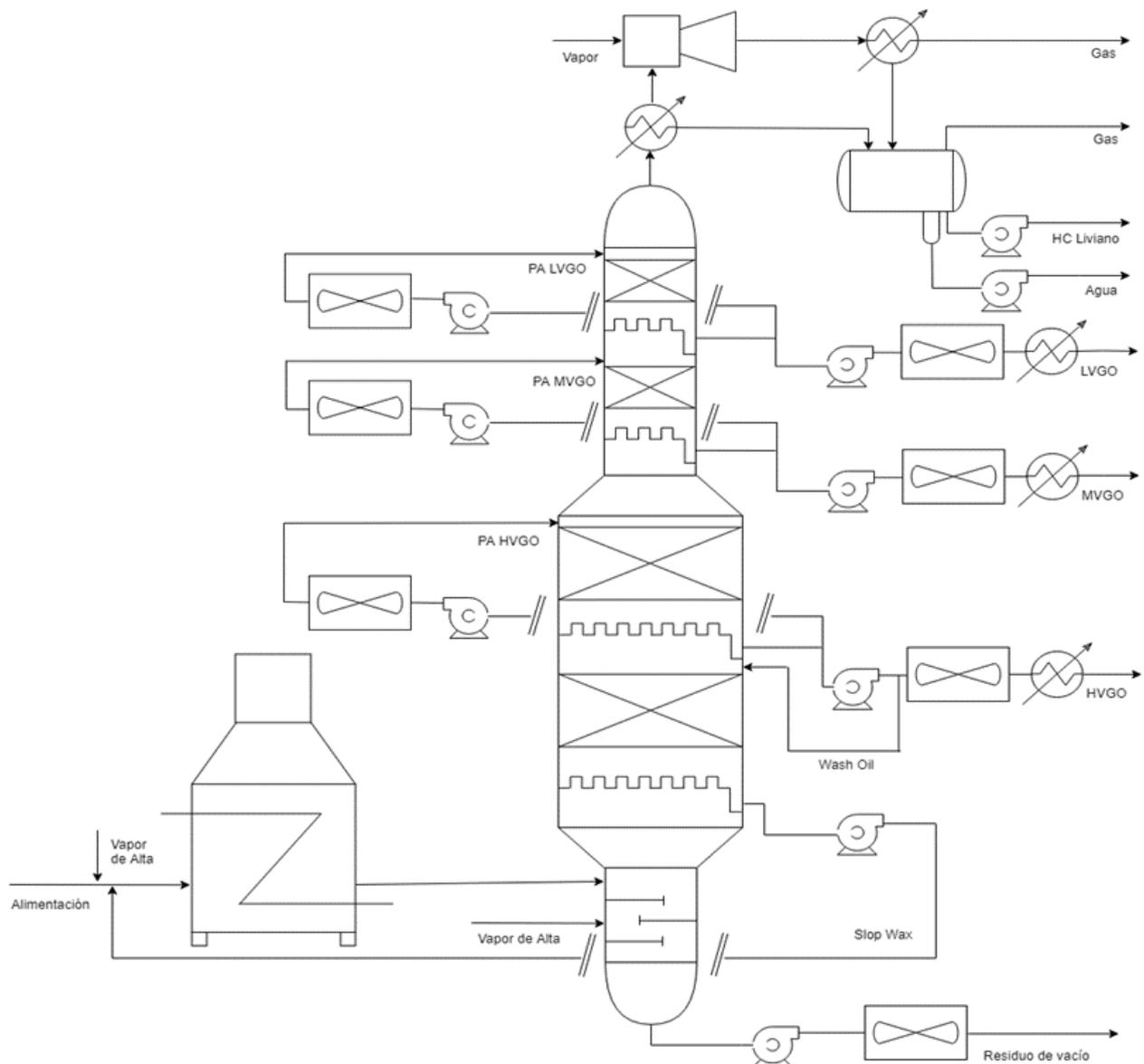
El separador trifásico se obtienen tres corrientes, gases livianos, hidrocarburos livianos, y agua.

Los gases livianos se juntan con los no condensables del último intercambiador y se envían a la antorcha.

La corriente de hidrocarburos livianos del separador debe tratarse antes de ser mezclado con los cortes obtenidos en la unidad de destilación atmosférica.

El agua obtenida del separador se envía a tratamiento para poder ser re utilizada.

A continuación, en la Figura 1 se presenta un diagrama simplificado del proceso.



**Figura 1:** Diagrama simplificado de la unidad de Destilación al vacío.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A lo largo de este informe se realizará la descripción en profundidad del proceso, fundamentando las decisiones que se tomaron e indicando las características de las corrientes y de los equipos utilizados.

### 2 TORRE DE VACÍO T-101

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA TORRE

La torre de vacío se divide en 6 zonas. Desde arriba hacia abajo de la torre las primeras 4 son zonas con empaque regular, le sigue la zona flash y por último la zona de stripping de platos perforados.

La primera zona corresponde al LVGO, la segunda al MVGO, la tercera al HVGO, y la cuarta a la zona de lavado. Estas 4 zonas además de empaque poseen platos de retiro total, también llamados platos chimenea. Este tipo de plato permite la vinculación de la torre por el lado del gas, pero no por el lado líquido, ya que el líquido descendente queda contenido en el mismo.

La torre no cuenta con reflujo desde el condensador. Por este motivo, se utilizan 3 pump around para tener una corriente de líquido descendiendo en la torre. Los mismos se ubican en las tres primeras zonas, haciendo que los gases ascendentes estén en contacto con el líquido que desciende. El líquido se obtiene del plato de retiro total correspondiente, se lo enfría haciéndolo pasar por un intercambiador de calor y se lo hace re ingresar por el tope de la zona que corresponda.

En la cuarta zona de la columna (zona de lavado), no se utiliza un pumparound, sino que una parte del HVGO de salida se devuelve directamente a la columna como aceite de lavado.

El objetivo de esta zona es utilizar este aceite de lavado para arrastrar pequeñas gotas de líquido que puedan haber quedado en los vapores luego de la zona flash. Estas pequeñas gotas de líquido traen consigo metales pesados, precursores de coqueo y parafinas. La zona de lavado es crítica ya que permite obtener productos en especificación por tope.

De esta etapa se obtiene del plato de retiro el líquido "slope wax", que contiene las impurezas arrastradas. Esta última corriente se recircula mezclándola con la alimentación de crudo reducido. Al recircularla, se evita que parte del HVGO se pierda en otra corriente con menor valor. A su vez, se coloca el plato de retiro total para que HVGO no sea arrastrado por la corriente del residuo de vacío.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La quinta zona corresponde a la zona flash, donde la alimentación parcialmente vaporizada se separa en una corriente de vapor ascendente hacia la zona de lavado y otra de líquido descendente hacia la zona de stripping. Tanto la zona flash como de lavado son las de mayor importancia de la torre ya que en las mismas se separan los compuestos livianos que luego se obtendrán en las zonas de los cortes de gasoil.

La última zona de la columna corresponde a la zona de stripping, donde el líquido de la zona flash ingresa por el tope de la misma, mientras que por el fondo se inyecta vapor de agua (media). Esta zona es de platos perforados a diferencia de las demás de la columna. Se utilizan platos perforados y no empaque para mantener un sello líquido en el fondo y favorecer el stripping de los componentes más livianos. Posee un diámetro inferior al del resto de la torre de vacío para que el tiempo de residencia del crudo en la torre sea lo menor posible, evitando así el craqueo térmico. La inyección de vapor además de favorecer el stripping de los componentes livianos disminuye la presión parcial del crudo, que también cumple la función de evitar craqueo por temperatura.

### 2.2 EMPAQUES TORRE DESTILACIÓN AL VACÍO

Las columnas de destilación al vacío utilizan relleno empacado por dos razones principalmente: la primera es debido a que proveen mayor superficie de contacto entre líquido y gas; y la segunda es baja pérdida de carga del lado del gas.

Los rellenos empacados además permiten trabajar con caudales altos de líquido y disminuyen el "liquid holdup". Esto también presenta una ventaja ya que se busca que el crudo tenga el menor tiempo de residencia posible en la torre, minimizando el craqueo por temperatura.

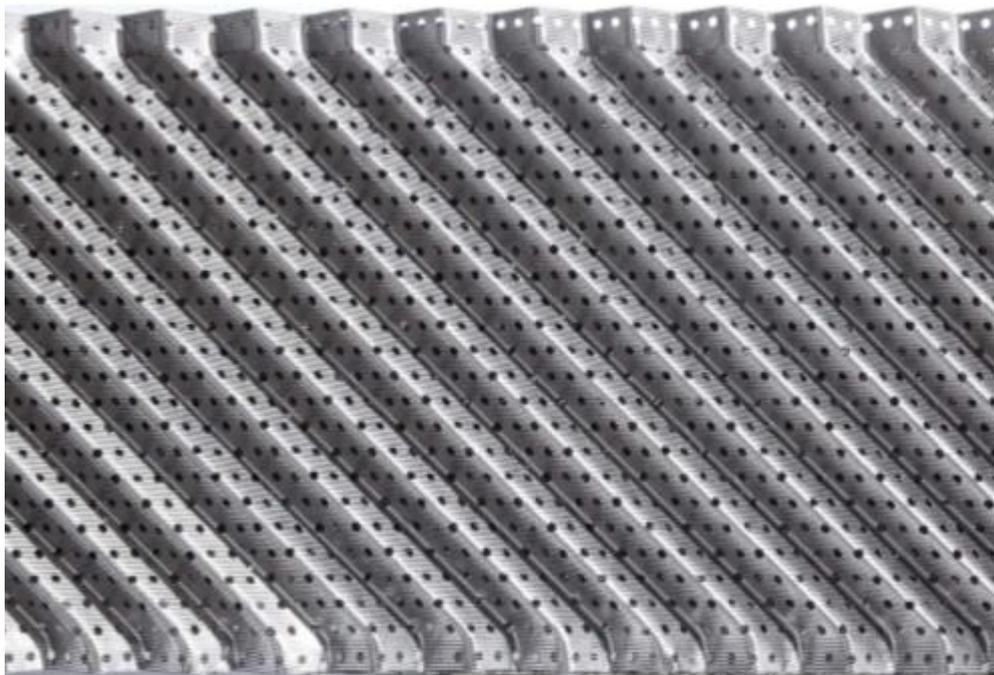
Una desventaja de este tipo de relleno es que no permiten la extracción directa de un corte lateral. Es por este motivo que se utilizan platos de retiro total por debajo de las zonas empacadas.

Otra desventaja es que la limpieza frecuente en este tipo de empaque es complicada. Es importante esto ya que el residuo de la columna de destilación atmosférica es un fluido que trae impurezas que pueden dificultar la operación de la columna [1].

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Los empaques que se consideraron fueron de la marca Koch-Glitsch. De acuerdo a datos del fabricante se recomienda utilizar para fraccionamiento en columnas de destilación al vacío relleno empacado del tipo Flexipac HC. Este tipo de empaque es similar al Flexipac pero con una modificación en la geometría del mismo para eliminar los cambios abruptos en dirección de flujo del líquido y vapor en la interfase con el empaque. Se evitan de esta manera acumulaciones de líquido asegurando mantener la menor pérdida de carga posible [2].



FLEXIPAC® HC® structured packing with textured surface.

*Figura 2. Empaque Flexipac HC*

### 2.3 CONDICIONES OPERATIVAS DE LA TORRE

Las condiciones operativas de la columna pueden visualizarse en la tabla 1 a continuación.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

**Tabla 1: Condiciones operativas de la torre de vacío (T-100)**

Caudal de alimentación (Kg/h)	134.500
Caudal de vapor de media sobrecalentado (Kg/h)	860
Temperatura vapor de alta (°C)	400
Presión de Tope de torre (kPa)	9,33
Presión de Fondo de torre (kPa)	14,67
Temperatura de alimentación (°C)	380
Temperatura de Tope de torre(°C)	108,7
Temperatura de Fondo de torre (°C)	372,7

### 3 SISTEMA DE EYECTORES

Para la definición del sistema de eyectores, nos basamos en el manual técnico de vacío de J.M Pedroni, que plantea lo siguiente.

Los eyectores de una etapa son indicados para procesos que se realizan a vacíos bajos de 130 a 1000 hPa. Los eyectores de dos etapas cubren la zona de vacíos intermedios entre 40 y 170 hPa, mientras que los de tres etapas se utilizan para presiones de succión de 10 a 50 hPa.

La presión de tope de la columna es de 93 hPa, y la presión luego del primer condensador es de 66.7 hPa .

Por lo tanto para nuestro proceso se definió la utilización de eyectores de dos etapas. Los grupos de dos etapas están constituidos por uno, dos y hasta tres eyectores en paralelo (primera etapa) que descargan a un intercondensador e igual número de eyectores (segunda etapa) que lo hacen en un poscondensador, aproximadamente atmosférico.

La idea de tener eyectores en paralelo es mantener uno en reserva y operar normalmente con los demás, o bien modificar la capacidad de cada uno. Cuando se dispone de tres eyectores en paralelo se tiene mayor flexibilidad ya que se puede operar con dos manteniendo a uno en reserva o uno solo, o los tres con la misma capacidad. Por lo tanto utilizamos en cada etapa tres eyectores, de los cuales uno se mantiene como back up y los otros dos funcionan normalmente.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### 4 SEPARADOR TRIFÁSICO

#### 4.1 DESCRIPCIÓN FUNCIONAMIENTO DEL SEPARADOR

El separador utilizado para la recolección de los vapores condensados es horizontal y trifásico, debido que tenemos fases inmiscibles y de distinta densidad. Se obtiene de esta manera una fase acuosa más densa, otra fase de hidrocarburos más liviana y por último una fase gaseosa que iría destinada a la antorcha.

Además la ventaja de un separador horizontal es su facilidad de montaje en el Skid, tiene mayores tiempos de residencia para el líquido y es el separador elegido cuando se tienen tres fases.

Para definir el ingreso de las corrientes al separador se utilizo el mecanismo propuesto en el Manual Técnico de Vacío realizado por el Ing. Jose Pedroni. El mismo consiste en que cada corriente de condensado ingrese independientemente al separador. Es decir el separador poseerá tres entradas.

### 5 HORNO

#### 5.1 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD

La alimentación al horno consta de una corriente compuesta por otras tres corrientes mezcladas previo al ingreso al mismo. Estas son: residuo atmosférico; servicio de vapor de agua (baja presión) y slop wax recirculado de la salida de la columna de destilación.

A continuación en la tabla 2 se presentan las condiciones operativas del horno.

Tabla 2: Condiciones operativas del horno.

Caudal de residuo atmosférico (Kg/h)	129.900
Caudal de Slop wax (Kg/h)	4000
Caudal de vapor de agua (Kg/h)	400
Temperatura de Ingreso al horno (°C)	331,9
Presión de Ingreso al horno (kPa)	600

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DESCRIPCIÓN DEL PROCESO****6 BIBLIOGRAFÍA**

Corporation, G. (s.f.). [www.graham-mfg.com](http://www.graham-mfg.com).

Klitsch, K. (s.f.). [www.koch-klitsch.com](http://www.koch-klitsch.com).

Pedroni, J. M. (s.f.). Manual Técnico del vacío.

Treybal, R. E. (2008). *Operaciones de transferencia de masa*. Mc Graw Hill.



**G2-GE-DP-001-0**

Pág. : 11 De: 11

Rev: 0

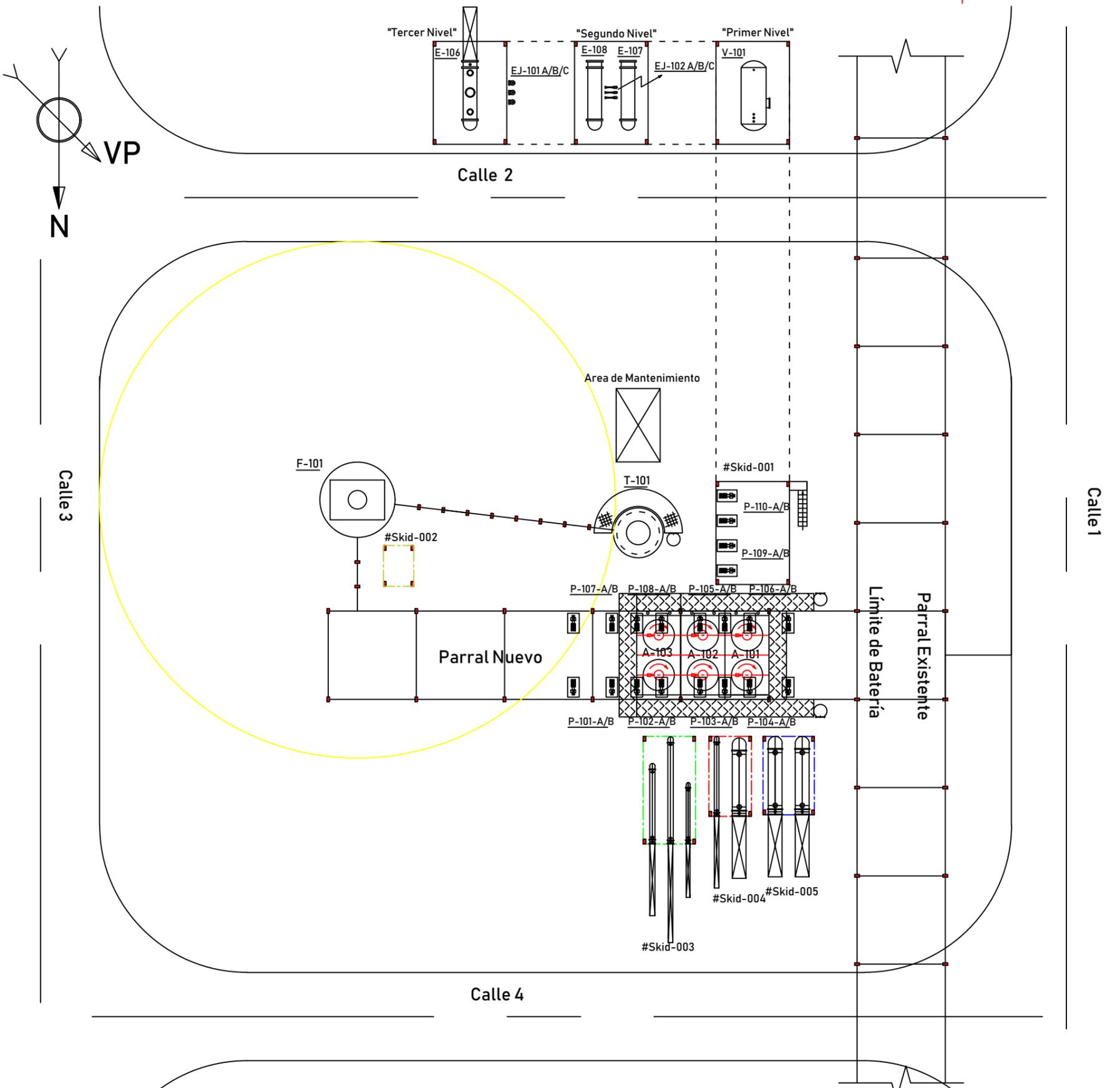
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

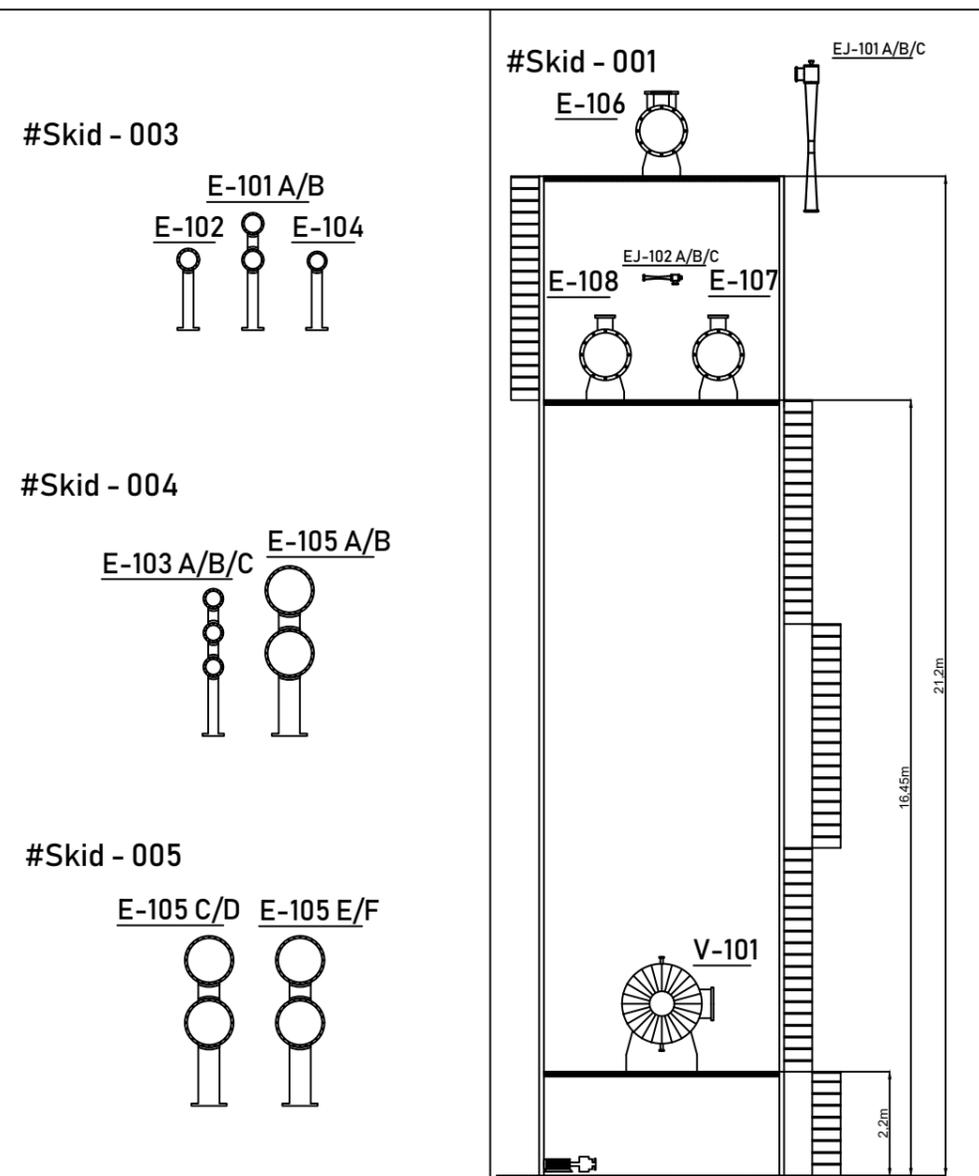
**LAY OUT****LAY OUT****UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APROBO



### Listado Equipos

Item	Descripción	Item	Descripción
A-101	Aeroenfriador Prod. HVGO	EJ-102 A/B/C	Segunda etapa de eyectores
A-102	Aeroenfriador P.A. HVGO	P-101-A/B	Bomba P.A. LVGO
A-103	Aeroenfriador Residuo	P-102-A/B	Bomba Prod. LVGO
E-101 A/B	Intercambiador Prod. LVGO	P-103-A/B	Bomba P.A. MVGO
E-102	Intercambiador P.A. LVGO	P-104-A/B	Bomba Prod. MVGO
E-103 A/B/C	Intercambiador Prod. MVGO	P-105-A/B	Bomba P.A. HVGO
E-104	Intercambiador P.A. MVGO	P-106-A/B	Bomba Prod. HVGO
E-105 A/B/C/D/E/F	Intercambiador Prod. HVGO	P-107-A/B	Bomba Slop Wax
E-106	Pre Condensador	P-108-A/B	Bomba Residuo
E-107	Inter Condensador	P-109-A/B	Bomba Agua Oleosa
E-108	Post Condensador	P-110-A/B	Bomba HC Liviano
F-101	Horno de vacío	T-101	Torre Destilación al Vacío
EJ-101 A/B/C	Primer etapa de eyectores	V-101	Separador Trifásico



### Notas

REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO
0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	20/12/2018	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC

GRUPO: NRO 2  
 12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
 Unidad de Destilación al Vacío

LO 001 - Unidad Destilación al Vacío

ESCALA: 1:300

OBRA N°: PROM 2019

DWG. N°: G2-GE-LO-001

REV. 0



**G2-GE-BD-001-0**

Pág.: 1 De:

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **BASES DE DISEÑO**

## **BASES DE DISEÑO**

## **UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR
0	5/10/2018	PARA APROBACIÓN	SU-JJ-JF-EB-MO	MM	MC

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

**CONTENIDO**

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1.	GENERAL .....	4
1.2.	OBJETIVO DEL PROYECTO Y DESCRIPCIÓN GENERAL .....	4
1.3.	ALCANCE .....	5
1.4.	IDIOMA .....	5
2.	UNIDADES DE MEDICIÓN .....	5
3.	NORMAS, ESTÁNDARES Y REGULACIONES .....	6
3.1.	NACIONALES.....	6
3.2.	INTERNACIONALES .....	6
4.	CONDICIONES DE PROCESO.....	7
4.1.	ESPECIFICACIONES DE ENTRADA.....	7
4.2.	ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS .....	7
4.3.	CONDICIONES OPERATIVAS DE LA TORRE .....	8
4.4.	SERVICIOS .....	8
5.	DATOS DEL SITIO Y CONDICIONES CLIMÁTICAS .....	9
6.	DESIGNACIÓN DE EQUIPOS .....	9
7.	DESIGNACIÓN DE INSTRUMENTOS .....	10
8.	DISEÑO DE CAÑERÍAS .....	11
8.1.	DESIGNACIÓN .....	11
8.2.	DIÁMETRO NOMINAL DE LA LÍNEA.....	12
8.2.1.	LÍNEAS DE LÍQUIDO .....	12
8.2.2.	LÍNEAS DE VAPOR .....	12
8.2.3.	LÍNEAS BIFÁSICAS .....	13
8.2.4.	VELOCIDAD DE EROSIÓN.....	13
8.2.5.	LÍNEAS DE BOMBAS .....	13
8.2.6.	PÉRDIDA DE CARGA .....	13
8.2.7.	SIGLA RELATIVA AL FLUIDO CIRCULANTE .....	14
8.3.	ESPECIFICACIÓN DEL MATERIAL DE LA TUBERÍA.....	14
8.4.	CÓDIGO DE AISLAMIENTO .....	14
8.5.	ESPESOR DEL AISLANTE .....	14
8.6.	TUBERÍAS.....	16
9.	DISEÑO MECÁNICO.....	17
9.1.	PRESIÓN DE DISEÑO .....	17
9.1.1.	DESCARGA O IMPULSIÓN DE BOMBAS CENTRÍFUGAS.....	17
9.2.	TEMPERATURA DE DISEÑO .....	17
9.3.	VERIFICACIÓN DE GRÁFICOS PRESIÓN/TEMPERATURA .....	17
9.4.	CORROSIÓN.....	17
10.	BASES DE DISEÑO PARA EQUIPOS.....	17
10.1.	INTERCAMBIADORES DE CALOR .....	17
10.1.1.	CABEZAL .....	17
10.1.2.	CARCASA.....	18
10.1.3.	MAZO DE TUBOS .....	18
10.1.4.	CABEZAL DE RETORNO.....	19

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

10.1.5	FLUIDOS .....	19
10.1.6	PÉRDIDA DE PRESIÓN .....	20
10.1.7	RESISTENCIAS DE ENSUCIAMIENTO .....	20
10.1.8	ARREGLO DE TUBOS .....	20
10.1.9	PITCH .....	20
10.1.10	LONGITUD DE TUBOS .....	21
10.1.11	SOBREDISEÑO .....	21
10.1.12	BAFLES .....	21
10.1.13	PROTECCIÓN POR IMPACTO .....	22
10.1.14	CONSIDERACIONES GENERALES .....	22
10.2	AEROENFRIADORES .....	22
10.2.1	TIPOS DE AEROENFRIADORES .....	22
10.2.2	TEMPERATURA DE DISEÑO DEL AIRE .....	22
10.2.3	FACTORES DE ENSUCIAMIENTO .....	22
10.2.4	SOBREDIMENSIONAMIENTO .....	22
10.2.5	PÉRDIDA DE CARGA .....	22
10.2.6	POTENCIA DEL MOTOR .....	22
10.2.7	LONGITUD DE TUBOS .....	23
10.2.8	DIÁMETRO DE TUBOS .....	23
10.2.9	MAZO DE TUBOS .....	23
10.2.10	PITCH .....	23
10.2.11	VENTILADOR .....	23
10.3	BOMBAS .....	23
10.4	EYECTORES .....	25
10.5	RECIPIENTES Y SEPARADORES .....	26
10.5.1	DISPOSICIÓN .....	26
10.5.2	TIEMPO DE RESIDENCIA .....	26
10.5.3	DISEÑO .....	26
10.5.4	INTERNOS .....	26
10.6	TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO .....	27
10.7	HORNO .....	28
10.8	EQUIPOS DE RESERVA (SPARE) .....	28
11.	VÁLVULAS .....	28
11.1.	VÁLVULAS DE CONTROL .....	28
11.2.	PSVs .....	28
11.2.1.	ANÁLISIS DE CONTINGENCIA .....	28
11.2.2.	COEFICIENTES .....	29
12.	PASOS DE HOMBRE Y DE INSPECCIÓN .....	29
12.1.	TORRES .....	29
12.2.	RECIPIENTES .....	29
13.	LÍMITES DE BATERÍA .....	29
14.	VENTEOS Y DRENAJES .....	29
14.1.	INSTALACIÓN .....	30

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO****1. INTRODUCCIÓN****1.1.GENERAL**

En el siguiente documento se presentan las bases de diseño para la ejecución del proyecto de una unidad de destilación al vacío, que se ubicará dentro de la Refinería Dr. Ricardo Elicabe en Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

**1.2.OBJETIVO DEL PROYECTO Y DESCRIPCIÓN GENERAL**

Este proyecto está orientado a diseñar y realizar la ingeniería básica de una unidad de destilación al vacío. El objetivo es conseguir una mejor separación de los compuestos más pesados del crudo, los cuales se degradarían térmicamente al intentar destilarlos a presión atmosférica. Del proceso se obtendrán 3 cortes laterales de LVGO, MVGO y HVGO.

La unidad constará de las siguientes secciones principales:

- Acondicionamiento ingreso a la Torre: El residuo de la torre atmosférica es bombeado a un horno de vacío que adecua a la temperatura óptima para ingreso de la Torre.
- Torre de destilación de Vacío: la mezcla ingresa a la zona flash de la columna, cuyo objetivo es remover la fracción de vapor de la alimentación. Se inyecta vapor de agua (vapor de media sobrecalentado) al fondo de la columna de destilación para producir el stripping de los componentes livianos. Los productos (LVGO, MVGO Y HVGO) se retiran mediante el uso de platos de chimenea como retiros totales. Esto divide la columna en zonas que están relacionadas entre sí por los vapores ascendentes. Una excepción es la zona de lavado, donde parte de la corriente de HVGO, se hace re-ingresar a la columna para favorecer el fraccionamiento y evitar que compuestos con metales pesados y con alto contenido de carbón lleguen a las corrientes de productos de gas oil. Se utilizan pump arounds como corrientes frías descendentes para favorecer el fraccionamiento. Hay un pump around por cada corriente de producto.
- Acondicionamiento de corrientes laterales:
  - Corrientes de producto: Se enfriarán hasta la temperatura requerida mediante el uso de intercambiadores de calor del tipo Casco y Tubo y Aeroenfriadores.
  - Corrientes pump-around: Se enfriarán hasta la temperatura correspondiente al retorno de la columna mediante el uso de intercambiadores de calor del tipo Casco y Tubo y Aeroenfriadores.
- Tope de torre de destilación: Por el tope de la torre se extraen incondensables, vapor de agua, naftas y diésel. Consta de 2 partes importantes dentro de la unidad.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

•*Condensadores y Sistema de Eyectores:* La mezcla del tope de la columna se hace pasar por el primer intercambiador, donde condensa una parte, que se envía a un separador trifásico. La parte que no condensa en este intercambiador pasa por el sistema de eyectores y se mezcla con el vapor de agua que requieren estos para generar vacío. Se hace pasar esta mezcla de nuevo por intercambiadores y se envían los condensados al mismo separador trifásico que se mencionó anteriormente.

•*Separación de los condensados:* A partir del separador trifásico mencionado se obtienen 3 corrientes, gases livianos, hidrocarburos livianos y agua.

**1.3. ALCANCE**

Este documento busca sentar los criterios para la ingeniería básica del proyecto.

**1.4. IDIOMA**

El idioma seleccionado como oficial para la elaboración de los documentos, los diagramas y las hojas de datos del proyecto es el español y como secundario inglés.

**2. UNIDADES DE MEDICIÓN**

Se utiliza el sistema métrico internacional (SI), con excepción de la presión, la cual se informará en bar y de los diámetros de las cañerías, que se informarán en pulgadas. A continuación, se detallan en la Tabla 1 las unidades utilizadas para las variables principales de los distintos equipos.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

Tabla 1: Unidades consideradas para distintas variables según equipos.

Unidades de Medida		
Equipo	Variable	Unidad
Columnas y recipientes	Longitud o Altura entre líneas tangentes	mm
	Diámetro Interior	mm
	Volumen (excepto para columnas)	m <sup>3</sup>
	P y T de Operación y Diseño	°C y kPa o kPag
Intercambiadores de calor	Área de Intercambio	m <sup>2</sup>
	Calor intercambiado	MW
	P y T de Operación y Diseño	°C y kPa
Bombas	Caudal de Diseño	m <sup>3</sup> /h
	P y T de Operación y Diseño	°C y kPa o kPag
	Potencia nominal	MW o kW
	NPSH requerido y disponible	m
	Velocidad de Rotación	rpm
Eyectores	Caudal de Diseño	kg/h
	P y T de Operación y Diseño	°C y bara
Cañerías	Diámetro	In
	P y T de Diseño	°C y kPa
	Longitud	m

**3. NORMAS, ESTÁNDARES Y REGULACIONES**

**3.1.NACIONALES**

-Especificaciones de diseño REPSOL – YPF

**3.2.INTERNACIONALES**

- American National Standars Institute (ANSI)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- American Petroleum Institute (API)
- Birmingham Wire Gauge (BWG)
- Instrument Society of America (ISA)
- Tubular Exchangers Manufacturers Association (TEMA)
- Design Practices EXXON ENGINEERING

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

**4.CONDICIONES DE PROCESO**

**4.1.ESPECIFICACIONES DE ENTRADA**

Se cuenta con una alimentación de crudo con las siguientes características:

Tabla 2: Propiedades de la alimentación

Propiedad	Alimentación
Caudal másico (BPD)	20.000
Caudal másico (Kg/h)	129.919,13
Caudal volumétrico (m3/h)	132,48
Densidad (Kg/m3)	980,7
Temperatura (°C)	330

Tabla 3: Datos del ensayo ASTM D1160

% V/V ensayo ASTM D1160 (atmosférico)	Temperatura (°C)
0	10
1	255
5	325
10	380
20	400
30	435
40	455
50	505
60	540
70	595
100	1020

**4.2.ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS**

Los seis productos obtenidos son: Hidrocarburo liviano, LVGO, MVGO, HVGO, Slop Wax y Residuo, los cuales presentan las siguientes propiedades:

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**
Tabla 4: Especificación de producto

Producto	ASTM D1160 (atm) 5%	ASTM D1160 (atm) 95%
HC liviano	$\geq 160^{\circ}\text{C}$	$\leq 310^{\circ}\text{C}$
LVGO	$\geq 280^{\circ}\text{C}$	$\leq 410^{\circ}\text{C}$
MVGO	$\geq 350^{\circ}\text{C}$	$\leq 460^{\circ}\text{C}$
HVGO	$\geq 380^{\circ}\text{C}$	$\leq 540^{\circ}\text{C}$
Slop Wax	$\geq 430^{\circ}\text{C}$	$\leq 630^{\circ}\text{C}$
Residuo	$\geq 480^{\circ}\text{C}$	-

**4.3.CONDICIONES OPERATIVAS DE LA TORRE**

La torre diseñada tendrá las siguientes condiciones operativas:

Tabla 5: Temperatura y presión operativas de la torre

Zona	Temperatura (°C)
Tope	108,7
Fondo	372,6
Zona	Presión (kPaA)
Tope	9,33
Fondo	14,67

**4.4.SERVICIOS**

Los servicios que se requieren para el proceso son:

-Agua de Enfriamiento: El caudal de agua del colector se estima en 1000 m<sup>3</sup>/h. Se utiliza a 30°C.

-Aire de instrumentos: El caudal de aire de instrumento por válvula se estima en 0,59 Nm<sup>3</sup>/h.

-Vapor: se utilizarán 2 tipos de vapores que se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6: Características del vapor disponible.

Vapor	Presión (bara)	T de Condensación (°C)
Baja	6	158,1
Media	10	179,9

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

-Electricidad: La energía eléctrica es generada mediante el uso de una turbina de gas y otros equipos generadores. También existe la opción de importar la energía de la red externa, aunque la refinería cuenta con la capacidad de autoabastecerse energéticamente.

**5.DATOS DEL SITIO Y CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Se consideraron las siguientes condiciones:

- Elevación: 20 msnm
- Temperatura máxima: 35 °C
- Temperatura mínima: 0 °C
- Humedad relativa promedio: 74%
- Velocidad promedio del viento: 22 km/h
- Precipitación máxima: 75 mm
- Vientos predominantes: Sentido Noroeste

**6.DESIGNACIÓN DE EQUIPOS**

A continuación, se establece el sistema de asignación de letras en la designación de equipos para su identificación, clasificación y archivo. Todos los equipos deberán tener asignado un ítem para su identificación, de acuerdo con el siguiente criterio: **Y-XXX**. Donde:

**Y** Letra que identifica el equipo de acuerdo con la Tabla 7.

**XXX** Número del equipo (tres dígitos).

No se deberán repetir los números de los equipos de la misma sigla, dentro de una misma Unidad o Anexo. Cuando se trate de añadir en una Unidad o Anexo nuevos elementos para nuevos servicios, se identificarán mediante números correlativos a continuación de los existentes en la lista de equipos.

En caso de necesitarse duplicidad de equipos para un mismo servicio, como son los casos de un equipo repuesto de otro o dos trabajando en paralelo, se denominarán con el mismo código, agregando una letra (ej. **A** o **B**) al final según corresponda. En el caso de máquinas motrices como motores para el accionamiento de bombas, serán identificados con la letra **M** si es motor eléctrico.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

Tabla 7: Código alfabético para nombrar equipos e información a representar.

1º Letra	Materiales o Equipos	Información a representar en el P&ID	Información a representar en la Lista de Equipos (LE)
V	Separadores	Todos los instrumentos, válvulas de seguridad, niveles máximo y mínimo.	Longitud o altura, diámetro interior, presión y temperatura de operación y diseño.
	Acumuladores		
T	Torres de Destilación	Todos los instrumentos, válvulas de seguridad.	Longitud o altura, diámetro interior, presión y temperatura de operación y diseño de tope y fondo, número de platos.
E	Intercambiadores	Todos los instrumentos.	Largo, diámetro, número de tubos, cantidad de equipos y TEMA. Área de Intercambio, calor intercambiado, temperatura y presión de operación y diseño. En intercambiadores, se distinguirá entre lado carcasa y lado tubos.
P	Bombas	Motores, todos los drenajes, instrumentos y los sistemas de cierre.	Tipo de bomba, presión y temperatura de aspiración y de descarga, caudal de diseño, potencia y eficiencia del impulsor, diámetro del impulsor, ANPA disponible, propiedades del fluido.
EJ	Eyectores	Todos los instrumentos y los sistemas de cierre.	Largo, diámetro, Presión de Diseño, Temperatura de diseño, material.
A	Aeroenfriadores	Motores, todos los instrumentos	Tipo, ancho, área, largo, N° bahías, N° de ventiladores por bahía, Presión de Diseño y operación y Temperatura de Diseño y operación.
F	Horno	Todos los instrumentos, válvulas de seguridad y los sistemas de cierre.	Tipo, diámetro, Altura, Temperatura de Diseño, Temperatura de operación, N° tubos, N° quemadores.

**7. DESIGNACIÓN DE INSTRUMENTOS**

Para la identificación de los instrumentos se tendrá en cuenta el siguiente criterio:

**YY**  
**XXXX**

**YY:** Letra de identificación según el tipo de instrumento. En la Figura 1, se encuentra el detalle acorde a la norma ISA 5S 1.

**XXX:** Números de identificación. Se asignarán números a cada instrumento de forma consecutiva.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

IDENTIFICATION LETTERS FOR TYPICAL INSTRUMENTS				
FIRST-LETTER		SUCCEEDING-LETTERS		
MEASURED OR INITIATING VARIABLE	MODIFIER	READOUT OR PASSIVE FUNCTION	OUTPUT FUNCTION	MODIFIER
A Analysis		Alarm/Apagado		
B Burner, Combustion/ Blow		User's Choice	User's Choice	User's Choice
C Close			Control	
D Differential/Down	Differential			
E Voltage		Sensor (Primary Element)		Encendido
F Flow Rate	Ratio (Fraction)			
G User's Choice (Grounding)		Glass, Viewing Device		
H Hand				High
I Current (Electrical)		Indicate		
J Power	Scan			
K Time, Time Schedule	Time Rate of Change		Control Station	
L Level	Light			Low
M Motor	Momentary			Middle, Intermediate
N User's Choice		User's Choice	User's Choice	User's Choice
O Open		Orifice, Restriction		
P Pressure, Vacuum		Point (Test) Connection		
Q Quantity	Integrate, Totalize			
R Radiation		Record		
S Speed, Frequency/Shut	Safety		Switch	
T Temperature			Transmit	
U Interphase DCS/CCM		Multifunction	Multifunction	Multifunction
V Vibration, Mechanical Analysis			Valve, Damper, Louver	
W Weight, Force		Well		
X Unclassified	X Axis	Unclassified		Unclassified
Y Event, State or Presence	Y Axis		Relay, Compute, Convert	
Z Position, Dimension	Z Axis		Driver, Actuator Unclassified Final Control Element	

Figura 1: Detalle para identificación de instrumentos acorde a la norma ISA 5S-1

En el P&ID de simbología se debe incluir el detalle de cómo se identificará cada uno de los instrumentos según su función.

**8. DISEÑO DE CAÑERÍAS**

**8.1. DESIGNACIÓN**

Todas las líneas, sea cual fuere su diámetro, se identificarán utilizando una combinación de letras y números que se expresarán de la siguiente forma:

**D"-NN-XXX-XY-I-EA"**

Donde:

Tabla 8: Detalle de la nomenclatura de las cañerías.

<b>D"</b>	Diámetro nominal de la línea
<b>NN</b>	Sigla relativa al fluido circulante
<b>XXX</b>	Número de línea
<b>XY</b>	Piping Class
<b>I</b>	Código de aislamiento
<b>EA"</b>	Espesor del aislante

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

En los siguientes apartados se especifican las consideraciones a tener en cuenta para cada ítem.

**8.2. DIÁMETRO NOMINAL DE LA LÍNEA**

Se debe tener en cuenta la pérdida de carga, velocidad y erosión para el cálculo de diámetro de tuberías. En los casos donde hay limitaciones tanto de la pérdida de carga como de la velocidad, la condición más limitante determinará el tamaño de la línea. Se debe prestar especial atención a que no se supere la pérdida de carga disponible.

Los diámetros de 1/4", 2 1/2", 3 1/3", 5", 7", 9", 22" no serán usados. El mínimo diámetro de cañería para líneas de proceso permitido será 1/2". Para las consideraciones sobre drenajes y venteos referirse a la sección correspondiente.

Los caudales a tener en cuenta serán los del peor caso en cuanto a los requisitos de diseño de proceso. El cálculo de pérdida de carga y velocidad en la línea se realizará a caudal de diseño del equipo asociado (bomba, compresor, etc). Se consideraron los siguientes rangos de velocidades para su diseño.

**8.2.1. LÍNEAS DE LÍQUIDO**

Se tendrán en cuenta los siguientes rangos:

Tabla 9: Rangos considerados para el diseño de las líneas de líquido.

LIQUID LINE TYPE		DP (Kpa/100 m)		RECOMMENDED VELOCITY (m/s)		
		Normal	Max	D <= 2"	3" <=D<=8"	D >=10"
Pump suction	Liquid at bubble point	4,5	6,8	0,2-0,6	0,4-0,9	0,8-1,4
	Non boiling liquid	11,3	17,0	0,3-1,0	0,9-2,4	1,5-3,0
Pump Discharge	Pump discharge	70,1	90,5	1,2-2,7	1,5-3,7	2,4-4,6

**8.2.2. LÍNEAS DE VAPOR**

Tabla 10: Rangos considerados para el diseño de las líneas de vapor.

VAPOR LINES		Maximum $\rho \cdot V^2$ (kg/m/s <sup>2</sup> )	DP (kPa/100 m)	
			Normal	Maximum
Continuous Operation	P <= 2000 kPa	6000	DP must be considered and be compatible with the corresponding service	
	2000 <= P <= 5000 kPa	7500		
	5000 <= P <= 10000 kPa	12000		
	10000 <= P <= 15000 kPa	20000		

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

Las cañerías con vapor a temperatura de equilibrio y/o con líquido arrastrado se dimensionarán como líneas de vapor, sin embargo, se tendrá en cuenta la velocidad de erosión. La velocidad del fluido no debe superar en ningún caso las velocidades máximas de erosión, puesto que la presencia de gotas de líquido puede causar serios daños en tuberías, especialmente en derivaciones y codos. Se tendrán en cuenta los siguientes rangos de  $\rho \cdot V^2$ .

**8.2.3. LÍNEAS BIFÁSICAS**

Para las líneas bifásicas se debe prestar especial atención al Flujo Slug . Por esta razón en dichos casos para determinar si hay presencia de Flujo Slug, se utilizara la herramienta "Pipe segment" de UNISIM donde se seleccionara como modelo de cálculo, Beggs and Brill.

Las líneas de gas-líquido con una pérdida de carga disponible considerable se dimensionan en base a las velocidades límites recomendadas.

**8.2.4. VELOCIDAD DE EROSIÓN**

La velocidad de erosión será calculada por el método de API RP 14E:

$$V_e = \frac{C}{\sqrt{\rho m}}$$

Donde:  $V_e$  = Velocidad de erosión (m/s)  
 $\rho m$  = Densidad del fluido (gas/líquido en condiciones de flujo) (Kg/m<sup>3</sup>)  
C = Constante empírica (122 para servicio continuo con arena / 183 para servicio continuo sin arena).

La constante C puede ser sustituida en la ecuación anterior por una constante modificada C1 en función del tipo de material:

C1= C x 1.00 para Acero al Carbono

C1= C x 1.33 para Acero Inoxidable

C1= C x 1.57 para Acero Duplex

El valor máximo para caudales no puede ser superior a la velocidad de erosión determinada por el método reflejado en la API RP 14E.

**8.2.5. LÍNEAS DE BOMBAS**

Como criterio general se cumplirán los límites fijados en la Tabla 9. Sin embargo, cada sistema con bomba debe ser analizado teniendo en cuenta las pérdidas de carga totales, altura diferencial de la bomba, NPSH disponible y presión de shut off.

**8.2.6. PÉRDIDA DE CARGA**

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### **BASES DE DISEÑO**

Para el cálculo de pérdida de carga se tendrán en cuenta la siguiente rugosidad:  
Tabla 11: Rugosidades para los materiales considerados.

<b>Material</b>	<b>Rugosidad</b>
Acero al carbono nuevo	0,046 mm

#### **8.2.7.SIGLA RELATIVA AL FLUIDO CIRCULANTE**

En la Tabla 12 se especifican las siglas utilizadas para identificar el tipo de fluido.

Tabla 12: Código de identificación para el fluido circulante.

<b>HC</b>	Hidrocarburo
<b>CWS</b>	Agua (Supply)
<b>CWR</b>	Agua (Return)
<b>OW</b>	Agua Oleosa
<b>MPS</b>	Vapor de media presión
<b>MPSS</b>	Vapor de media presión sobresaturado
<b>FG</b>	Fuel Gas
<b>AI</b>	Aire de instrumentos

#### **8.3.ESPECIFICACIÓN DEL MATERIAL DE LA TUBERÍA**

Será acorde al documento **Piping Class** (Repsol) PE-L-0201.

#### **8.4.CÓDIGO DE AISLAMIENTO**

Las siglas de los distintos aislamientos se especifican en la tabla a continuación.

Tabla 13: Código para la aislación de la cañería según su función.

<b>Código</b>	<b>Función</b>
H	Conservación de calor
PP	Protección Personal
B	Sin aislamiento

El requerimiento de aislación para cada línea será determinado según la ubicación y los requerimientos de la misma.

#### **8.5.ESPESOR DEL AISLANTE**

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

El mismo debe ser estimado según las prácticas de YPF, como se detallan en las tablas a continuación (espesores en mm).

Tabla 14: Espesores (mm) de aislamiento para protección personal

Diámetro (")	Intervalos Temperatura (°C)											
	65 100	101 150	151 200	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	451 500	501 550	551 600	601 650
1/2-3/4	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	60	60
1-1 1/2	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	60	60
2	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	70	70
3	30	30	30	30	30	30	40	40	50	60	70	70
4	30	30	30	30	30	30	40	50	50	60	80	80
6	30	30	30	30	30	40	40	50	50	60	80	80
8	30	30	30	30	40	40	40	50	60	70	80	80
10	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	80
12	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	80
14	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	80
16	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100
18	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100
20	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100
24 mayores	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	100	100
Sup. Planas	40	40	40	40	40	40	40	50	70	80	100	100

Coquilla lana de vidrio	Coquilla Lana de Roca	Manta Lana de Roca 70 kg/m3	Manta Lana de Roca 100 kg/m3	Manta Lana de Roca 125 kg/m3
-------------------------	-----------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------

Tabla 15: Espesores de aislamiento (mm) para conservación de calor.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

Diámetro (")	Intervalos Temperatura (°C)											
	65 100	101 150	151 200	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	451 500	501 550	551 600	601 650
1/2-3/4	30	30	30	40	50	60	60	70	80	90	90	100
1-1 1/2	30	30	40	40	50	60	70	70	80	90	100	100
2	30	30	40	50	60	70	80	80	90	100	110	110
3	30	40	40	50	70	70	80	90	110	120	120	130
4	30	40	50	60	70	80	90	100	120	130	140	150
6	40	50	60	70	80	90	100	120	130	140	150	160
8	40	50	60	70	80	100	110	130	140	160	160	170
10	50	60	70	80	80	110	120	140	150	170	170	180
12	50	60	70	80	100	110	120	140	160	180	180	190
14	50	60	70	90	100	110	130	150	170	180	180	190
16	50	70	80	90	110	120	130	150	170	190	190	200
18	60	70	80	90	110	120	140	160	170	190	200	200
20	60	70	80	100	110	120	140	160	180	200	210	220
24 mayores	60	70	90	100	120	130	150	170	190	200	220	230
Sup. Planas	70	70	90	100	120	130	150	180	190	210	220	230

Coquilla lana de vidrio	Coquilla Lana de Roca	Manta Lana de Roca 70 kg/m3	Manta Lana de Roca 100 kg/m3	Manta Lana de Roca 125 kg/m3
-------------------------	-----------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------

**8.6.TUBERÍAS**

Los tamaños de 3/4" y 1" pueden ser utilizados, debidamente soportados y protegidos para servicios de:

- Aire de instrumentos
- Servicios auxiliares para equipos (como refrigeración de bombas)
- Tuberías internas de skids
- Conexiones de muestra
- Conexiones de instrumentos
- Conexiones de venteo y purga
- Conexiones de drenaje

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO****9. DISEÑO MECÁNICO****9.1. PRESIÓN DE DISEÑO**

La presión de disparo de la válvula de seguridad u otro elemento de seguridad estará relacionada con la presión de diseño de las líneas a las cuales protege y/o con la presión de diseño del equipo conectado a la válvula o elemento de seguridad.

Se fijará la presión de diseño tomando el valor mayor entre:

- Un margen de un 10% mayor a la presión de operación.
- Sumando 171 KPa a la presión de operación.

**9.1.1. DESCARGA O IMPULSIÓN DE BOMBAS CENTRÍFUGAS**

Los equipos que no estén protegidos con una válvula de seguridad o disco de ruptura en la impulsión de un compresor o bomba centrífuga se diseñan para una presión de "caudal cero" (shut-off).

**9.2. TEMPERATURA DE DISEÑO**

Se fijará la temperatura de diseño añadiendo 28°C a la temperatura de operación cuando esta sea mayor a 0°C.

**9.3. VERIFICACIÓN DE GRÁFICOS PRESIÓN/TEMPERATURA**

Todos los sistemas de cañerías serán verificados con los gráficos adjuntos a cada especificación de clase de cañería, y se tomará que el punto representativo de presión/temperatura de diseño se encuentre por debajo de la línea continua P/T.

**9.4. CORROSIÓN**

Para los equipos diseñados se considerarán 3,6 mm de sobre-espesor por corrosión definidos según la norma ASME B31.3.

**10. BASES DE DISEÑO PARA EQUIPOS****10.1. INTERCAMBIADORES DE CALOR**

Se utilizarán las normas TEMA y los diseños constructivos para la clase "R" de intercambiadores de calor, que corresponden a los requerimientos para las aplicaciones severas de la industria del petróleo.

**10.1.1. CABEZAL**

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

- Tipo A:** Es el tipo utilizado a modo estándar ya que permite el limpiado interno de los tubos y se puede utilizar con todos los tipos de mazo de tubos.
- Tipo B:** Posee mayor resistencia a la presión que el tipo A y se puede utilizar con todos los tipos de mazo de tubos, pero solo se usa cuando el fouling en tubos es menor a  $0,00035\text{m}^2\text{K/W}$ .
- Tipo C:** No se utiliza puesto que complejiza las tareas de mantenimiento, se utiliza solamente ante una necesidad específica del cabezal y solo para mazo de tubos fijo.
- Tipo D:** Cabezal especial para altas presiones y solo se puede utilizar con mazo de tubos fijo. Se utiliza solamente con presiones mayores a 69bar.

**10.1.2 CARCASA**

- Tipo E:** Es el tipo utilizado a modo estándar, posee un solo paso y se puede utilizar con todos los tipos de mazo de tubos.
- Tipo F:** Posee dos pasos y debido a las potenciales pérdidas se utiliza solo con mazo de tubos fijo. Se utiliza solamente cuando el  $\Delta P$  en la carcasa debe ser menor a 70kPa y el  $\Delta T$  en la carcasa es menor a  $195^\circ\text{C}$ .
- Tipo J:** Se utiliza para reducir la pérdida de carga en condensadores, posee la menor pérdida de carga sin recurrir a equipos en paralelo y se lo suele utilizar con baffles doble segmentados.

**10.1.3 MAZO DE TUBOS**

- Fijo:** El mazo de tubos más económico sin expansión térmica. (Correspondiente a Tipos de cabezal de retorno L, M y N).
- En U:** El más económico para altas presiones en tubos. Se utiliza solo con fouling en tubos menor a  $0.00035\text{m}^2\text{K/W}$  (Correspondiente a Tipo de cabezal de retorno U).
- Cabezal flotante pasante:** Permite la limpieza mecánica de ambos lados pero permite una cantidad de tubos menor a los otros tipos y posee menor coeficiente de transferencia (Correspondiente a Tipo de cabezal de retorno T).
- Cabezal flotante empacado:** No se suele utilizar al tener fugas y no se utiliza bajo ningún pretexto con hidrocarburos o compuestos tóxicos. (Correspondiente a Tipos de cabezal de retorno P y W).

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

-**Anillo partido**: Permite la limpieza mecánica de ambos lados, pero es más difícil de desarmar que el cabezal flotante pasante. Es el preferido para permitir la reparación de tubos en el campo. (Correspondiente a Tipo de cabezal de retorno S).

**10.1.4 CABEZAL DE RETORNO**

- Tipo L**: Se utiliza para mazos de tubos fijos que requieran limpieza de los tubos.
- Tipo M**: Se utiliza para mazos de tubos fijos que no requieran limpieza de los tubos.
- Tipo N**: No se utiliza al complejizar las tareas de mantenimiento.
- Tipo P**: Cabezal flotante empacado, no se suele utilizar debido a sus fugas y no se utiliza bajo ningún pretexto con hidrocarburos o compuestos tóxicos.
- Tipo S**: Cabezal flotante utilizado a modo estándar para mazos de tubos removibles.
- Tipo T**: Cabezal flotante comúnmente utilizado para mazos de tubos, a menos que sea especificado por el cliente, se prefiere
- Tipo U**: Designa el uso de tubos en U.
- Tipo W**: No se suele utilizar debido a sus fugas y no se utiliza bajo ningún pretexto con hidrocarburos o compuestos tóxicos.

**10.1.5 FLUIDOS**

Para decidir qué fluido pasará por los tubos se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El fluido es agua de enfriamiento.
- El fluido corrosivo o genera depósitos.
- El fluido posee alto fouling, siendo mayor a  $0.00035\text{m}^2\text{K/W}$ .
- El fluido es el menos viscoso de ambos.
- El fluido posee la mayor presión de ambos.
- El fluido es el más caliente de ambos.

Excepciones al respecto:

- Vapor condensante siempre va por la carcasa a menos que sea agua.
- Vapor condensante de agua siempre va por tubos.
- En el caso de tener un fluido muy limpio, siendo su resistencia de ensuciamiento menor a  $0.00018\text{m}^2\text{K/W}$ , este pasa por los tubos, y de ser económico se utilizan tubos en U.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

**10.1.6 PÉRDIDA DE PRESIÓN**

Para corrientes líquidas, 1 bar como máximo. En el caso de corrientes de agua de enfriamiento, también se tomará hasta 1 bar de caída de presión máxima.

Para el caso del Tren de Condensadores y Eyectores de Vacío, se tomará:

-3 KPa en total desde la salida del tope de columna hasta la entrada a la primer etapa de Eyectores, donde el intercondensador se diseñará para una pérdida de carga de 2,67 KPaA.

-Para las cañerías desde la salida de la primera etapa de eyectores hasta la entrada a la segunda etapa se tomará como máximo un 10% de la presión de descarga de la primer etapa de eyectores.

-Para las cañerías desde la segunda etapa de eyectores hasta la descarga final se tomará lo mismo del punto anterior.

**10.1.7 RESISTENCIAS DE ENSUCIAMIENTO**

Se considerarán las resistencias de ensuciamiento incluidas en la Tabla 16 para los distintos fluidos.

Tabla 16: Resistencias de ensuciamiento para los fluidos.

Fluido	Resistencia de ensuciamiento (K.m <sup>2</sup> /W)
Vapores de Tope Columna de Vacío	0,0004
Agua de enfriamiento	0,00050
Gas Oil	0,00050
Vapor de Agua	0,00009

**10.1.8 ARREGLO DE TUBOS**

El arreglo de los tubos es en función del ensuciamiento del lado carcasa:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| Fouling del lado carcasa < 0.00035m <sup>2</sup> K/W | Arreglo en Triangulo 30°     |
| Fouling del lado carcasa > 0,00035m <sup>2</sup> K/W | Arreglo en Cuadrado 45°, 90° |
| Con mazos fijos siempre se usa                       | Arreglo en Triangulo 30°     |

**10.1.9 PITCH**

Para tubos de 0,75" se utiliza 25,4mm, y en el caso de ser en triangulo es posible usar 23,81mm si el espesor no limita. Para tubos de 1" se utiliza 31,75mm. El Pitch ratio que se utilizará será de 1,33mm.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

**10.1.10 LONGITUD DE TUBOS**

La longitud límite para los tubos será de 12m.

**10.1.11 SOBREDISEÑO**

Se realizarán los diseños correspondientes con un sobrediseño en área de 5-15%.

**10.1.12 BAFLES**

El espaciado mínimo entre baffles es el mayor entre la quinta parte del diámetro de la carcasa y 2". El espaciado máximo de los baffles es de 762mm para tubos de 0.75" y de 940mm para tubos de 1".

El corte en los baffles simples puede ser hasta 45% del diámetro de la carcasa y el valor óptimo es del 25%. El corte en los baffles doble segmentados es del 40% del área de la sección de la carcasa.

En caso de ser requerido se podrá utilizar el siguiente gráfico proporcionado por la norma donde recomienda seleccionar el corte de los baffles acorde al espaciado entre los mismos.

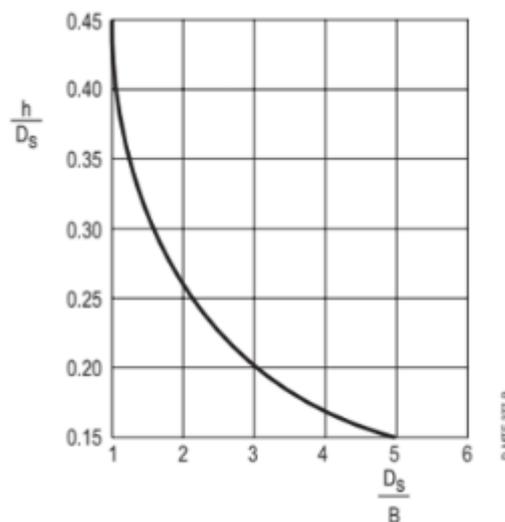


Figura 2: Representación de  $D_s/B$  respecto a la fracción de corte del Buffle. Siendo  $D_s$  el diámetro externo de la carcasa,  $B$  el espaciado entre buffles y  $h$  el espacio libre de la carcasa.

A partir del gráfico puede observarse que a medida que el espaciado entre buffles es mayor entonces el corte de los buffles puede aumentar hasta un máximo de 0,45.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO****10.1.13 PROTECCIÓN POR IMPACTO**

La instalación de las placas de protección de impacto es obligatoria cuando el fluido que ingresa es un gas con partículas abrasivas y en intercambiadores que reciben una mezcla de vapor y líquido o vapor con arrastre de gotas. Por esta razón ante estas situaciones se colocará una placa de impacto.

**10.1.14 CONSIDERACIONES GENERALES**

- Se deben usar 2, 4,6 o 8 pasos en tubos, pero es posible utilizar 1 o más de 8 pasos en caso de tener justificación para ello.
- Para la disposición general de unidades y equipos se utilizará el documento YPF ED(EP)-A-03.00. La misma permite apilar hasta 3 intercambiadores si tienen diámetro menor a 24" y solamente 2 si el diámetro es superior a 24".

**10.2 AEROENFRIADORES****10.2.1 TIPOS DE AEROENFRIADORES**

Se usarán aeroenfriadores de tiro forzado.

**10.2.2 TEMPERATURA DE DISEÑO DEL AIRE**

Se utilizará como temperatura de diseño del aire 38°C.

**10.2.3 FACTORES DE ENSUCIAMIENTO**

Se considera despreciable la resistencia de ensuciamiento del lado aire frente a la resistencia de ensuciamiento del hidrocarburo cuyo valor es  $0,0005 \text{ K.m}^2/\text{W}$  para Gas Oil.

**10.2.4 SOBREDIMENSIONAMIENTO**

Se aplicará un sobrediseño de 10% en flujos másicos, con 0% de exceso en área de intercambio.

**10.2.5 PÉRDIDA DE CARGA**

La caída de presión máxima permitida del lado del fluido será de 1 bar. Mientras que la pérdida de carga permitida para el lado aire será de un máximo de 200 Pa.

**10.2.6 POTENCIA DEL MOTOR**

La potencia del motor no deberá superar los 40 HP.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO****10.2.7 LONGITUD DE TUBOS**

La longitud de tubos permitida será de 20ft con el fin de que los tubos no excedan el ancho del parral cuyo valor es de 6 m.

**10.2.8 DIÁMETRO DE TUBOS**

Los tubos tendrán un diámetro interno de 1" o podrán tener un valor de 3/4" en caso de tener la justificación para implementarlo.

**10.2.9 MAZO DE TUBOS**

El máximo ancho de mazo de tubos permitido será de 3 mts.

**10.2.10 PITCH**

Para tubos de 1" el pitch permitido será desde 2,375" (60,325mm) aumentando en rangos de 0,125".

**10.2.11 VENTILADOR**

Las consideraciones a tomar respecto al ventilador serán las siguientes:

- Diámetro del ventilador no superior a los 4,3 mts.
- Velocidad a punta de pala no superior a los 50 m/s.
- Se diseñarán los equipos con dos ventiladores como mínimo por sección.
- Aletas EMB hasta 400°C, TWF cuando el espesor de tubo sea pequeño hasta 120°C, Aletado soldado cuando  $T_{dis} > 400^{\circ}C$ , EXT cuando se requiera limpieza exterior de tubo hasta 285°C.
- Densidad de aletado #11/in, espesor de 0,4mm y diámetro exterior de 2,25".
- El nivel de ruido no superará los 85 dB.
- Para cada ventilador se preverá un interruptor de vibración que pare automáticamente el motor en el caso de que se produzca una vibración excesiva que pueda dañar las palas del ventilador o cualquier otro elemento mecánico.

**10.3 BOMBAS**

El caudal de diseño de la bomba será 10% más del caudal de operación de la misma. La altura de shut off debe ser mayor al 120% de la altura en el caudal de diseño.

Se requerirá para el diseño de las bombas una relación entre ANPA disponible y requerido de 1,2:

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

$$\text{NPSHd/NPSHr} = 1,2$$

Para calcular las presiones de succión y descarga, se utilizó el método de las 2 K para la estimación de la caída de presión en instrumentos y accesorios.

$$K = \frac{K_{Re}}{Re} + Kd * \left(1 + \frac{1}{D_i}\right)$$

Donde:  $K_{Re}$  se obtiene de la Tabla 17 y depende del accesorio.  
 $Re$  es el número de Reynolds calculado con el diámetro de la cañería.  
 $Kd$  se obtiene de la Tabla 17 y depende del accesorio.  
 $D_i$  es el diámetro de la cañería en pulgadas.

Tabla 17: Coeficientes de accesorios para calcular K

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

ACCESSORIES		TYPE	DIMS	END	$K_{Re}$	KD
Elbow	90	Standard	R/Di=1	Screwed	800	0,40
		Standard	R/Di=1	Flanged/Welded	800	0,25
		Long Radius	R/Di=1,5	All Types	800	0,20
		Mitered 1 Weld	R/Di=1,5		1000	1,15
		Mitered 2 Welds	R/Di=1,5		800	0,35
		Mitered 3 Welds	R/Di=1,5		800	0,30
		Mitered 4 Welds	R/Di=1,5		800	0,27
		Mitered 5 Welds	R/Di=1,5		800	0,25
	45	Standard	R/Di=1	All Types	500	0,20
		Long Radius	R/Di=1,5	All Types	500	0,15
		Mitered 1 Weld	R/Di=1,5		500	0,25
		Mitered 2 Welds	R/Di=1,5		500	0,15
	180	Standard	R/Di=1	Screwed	1000	0,60
		Standard	R/Di=1	Flanged/Welded	1000	0,35
		Long Radius	R/Di=1,5	All Types	1000	0,30
Tees	Elbow	Standard	R/Di=1	Screwed	500	0,70
		Long Radius	R/Di=1,5	Screwed	800	0,40
		Standard	R/Di=1	Flanged/Welded	800	0,80
		Branch		Stub-In	1000	1,00
	Through			Screwed	200	0,10
				Flanged/Welded	150	0,05
		Branch		Stub-In	100	0,00
Valves	Angle				1000	2,00
	Ball / Gate / Plug	Full Size	$\beta=1$		300	0,10
		Reduced Trim	$\beta=0,9$		500	0,15
		Reduced Trim	$\beta=0,8$		1000	0,25
	Butterfly				800	0,25
	Diaphragm				1000	2,00
	Globe				1500	4,00
Check	Lift				2000	10,00
	Swing				1500	1,50
	Tilting Disk				1000	0,50

**10.4 EYECTORES**

El diseño preliminar de los eyectores de vacío se realizará mediante el programa VacWorks II, provisto por la empresa Graham Corporation, utilizando como valores iniciales los obtenidos por el simulador Unisim.

Dado que no se contará con valores requeridos povistos por el proveedor de los equipos se tomarán las siguientes suposiciones para el diseño de los mismos:

-Se tomará como presión máxima de descarga un 50% más que la presión de descarga operativa.

-Respecto a las condiciones de vapor para definir la presión mínima sostenida, se considerará un 10% menos que la presión operativa de ingreso del vapor. Y para definir la temperatura máxima sostenida se sumará 10°C a la temoeratura operativa del vapor.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO****10.5 RECIPIENTES Y SEPARADORES****10.5.1 DISPOSICIÓN**

La disposición (horizontal/vertical) está determinada por la relación entre el caudal de gas (G) y el caudal de líquido (L) a separar. Se usarán recipientes verticales cuando:

$$\frac{G}{G + L} > 0,9$$

**10.5.2 TIEMPO DE RESIDENCIA**

Se utilizarán los tiempos recomendados por Design Practices EXXON ENGINEERING o los específicos para el diseño de ese equipo.

**10.5.3 DISEÑO**

Para el caso particular de los separadores horizontales la relación longitud/diámetro debe estar comprendida entre 3 y 5; esta relación será tal que el equipo ha de ser optimizado para cumplir los requisitos de proceso (tiempo de residencia y separación G/L).

Los recipientes serán dimensionados de acuerdo al diámetro interno y con cabezales de forma elíptica 2:1 o semiesférica.

Para el cálculo de la velocidad crítica  $V_c$  se emplea la siguiente fórmula:

$$V_c = 0.048 \cdot \sqrt{\frac{\rho_l - \rho_g}{\rho_g}}$$

Donde  $\rho_l$  es la densidad del líquido en kg/m<sup>3</sup> y  $\rho_g$  es la densidad del gas en kg/m<sup>3</sup>.

En un recipiente en el que hay un flujo continuo de gases y que no posee eliminadores de niebla o gota, la velocidad del gas debe ser lo suficientemente baja como para evitar que se produzca un arrastre excesivo de líquido.

Se asumirá que para los separadores trifásicos (acumuladores de reflujo) el caudal de gas es de 20% del caudal de tope de torre y el caudal de agua puede llegar hasta el 10% del caudal de líquido.

**10.5.4 INTERNOS**

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

Los internos más empleados son los de tipo wire mesh, aunque para algunos servicios y presiones operativas menores a 20 barg se pueden utilizar vane packs, luego de un análisis apropiado.

Se emplearán rompe vórtices en las salidas de producto (líquido y flujo continuo) de fondo de recipientes.

En recipientes con una sección de demister (u otros internos) instalado inmediatamente debajo de la salida de gas, la válvula de seguridad se instalará sobre el recipiente aguas arriba del demister para proteger el recipiente.

**10.6 TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

El diseño preliminar de la torre se realizará utilizando el simulador Unisim Design. Luego, se empleará el Software KG Tower para comprobar la hidráulica de la misma.

El Número de platos de una columna se determinara con el número de etapas teóricas que se han considerado en el balance de materia y energía, y el rendimiento de los mismos.

El dimensionamiento de columnas empacadas se basara en un compromiso entre los factores de inundación máximo y mínimo y la perdida de carga disponible.

El factor de inundación no debrá superar el 85% para el caso del 120% del caudal operativo.

Para la zona de empaque, se considerará la marca Koch-Glitsch. De acuerdo con datos del fabricante se recomienda utilizar para fraccionamiento en columnas de vacío relleno empacado del tipo Flexipac HC. Este tipo de empaque es similar al Flexipac pero con una modificación en la geometría del mismo para eliminar los cambios abruptos en dirección de flujo del líquido y vapor en la interfase con el empaque. Se evitan de esta manera acumulaciones de líquido, y esto implica tener la menor pérdida de carga posible.

El dimensionamiento de columnas de platos se basara en un compromiso entre los factores de inundación máximo y mínimo, Weep safety factor y la perdida de carga disponible.

El tipo de plato a elegir dependera de factores como el ensuciamiento del sistema, turndown requerido y el costo.

Para el diseño de platos de orificio, se debe tener en cuenta que el porcentaje de "open area" tiene que ser inferior a 20%, esto implica un compromiso entre el diámetro de los orificios y la cantidad de los mismos por plato.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO****10.7 HORNO**

El diseño preliminar del horno se realizará con la Norma Exxon Mobil, Design practices, section VIII, Fired Heaters.

Luego, se simulará el mismo utilizando el programa de Honeywell, Unisim Fired Process Heater Modeler.

**10.8 EQUIPOS DE RESERVA (SPARE)**

Se decidirá la instalación de equipos de reserva en base a:

-Costo de inversión

-Disponibilidad espacial de la planta.

-Para servicios continuos cuya parada representa una pérdida o disminución de la producción, se instalarán equipos de reserva con una capacidad de 100%.

-En el caso de bombas en serie o equipos únicos, se instalarán equipos de reserva con una capacidad de 100%. Para bombas en paralelo se instalarán equipos de reserva con una capacidad de 50%.

**11. VÁLVULAS****11.1. VÁLVULAS DE CONTROL**

Para estimar la caída de presión en la cañería se utiliza la Ecuación de Bernoulli, teniendo en cuenta que todas las válvulas del proceso y accesorios necesarios. Se deben diseñar las válvulas para el caso operativo, y caudales máximos (110% del caudal operativo) y mínimo (80% del caudal operativo para válvulas adjuntas a torres debido al turn down).

**11.2. PSVs**

Se considera una back pressure de 0,2 barg y en base a la relación  $P_{back}/P_{set}$ , se debe elegir el tipo de válvula dentro del catálogo de Fisher. Para la elección del orificio se calculó el área requerida de descarga y se eligió el que cumpla con dicho número. Para el caso fuego se debe tomar una sobrepresión de 21% mientras que, para los demás casos, 10%.

**11.2.1. ANÁLISIS DE CONTINGENCIA**

Se debe analizar una contingencia por vez dependiendo del equipo que se debe proteger. Para cada una de las contingencias, se debe analizar el caudal de alivio y tomar el mayor de todos.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO****11.2.2. COEFICIENTES**

-Coefficiente de descarga (Kd): Se utilizará un valor de 0.975 para válvulas y 0.62 para discos de ruptura.

-Corrección por uso de PSV y disco de ruptura (Kc): en caso de que se utilicen ambos elementos de seguridad, el valor será de 0.9, en caso contrario, será 1.

-Corrección por backpressure (Kb): Se utilizará el valor obtenido de la Figura 30 (API 520 3.6) que depende de la relación entre presión de back y set.

**12. PASOS DE HOMBRE Y DE INSPECCIÓN****12.1. TORRES**

En el caso de la Torre de Destilación al Vacío se colocará un paso de hombre por encima y por debajo de cada zona empacada. Los pasos de hombre tendrán un tamaño de 24" de diámetro.

**12.2. RECIPIENTES**

Deberá tener un paso de hombre o punto de inspección por equipo. Los pasos de hombre tendrán un tamaño de 24" de diámetro.

**13. LÍMITES DE BATERÍA**

Para permitir que cualquier unidad sea aislada, las cañerías de proceso y servicio que entran o salen de la unidad serán equipadas con válvulas de corte, figura en ocho y válvula de drenaje. Las cañerías de líquido tendrán a su vez válvulas de retención entre las válvulas de corte.

**14. VENTEOS Y DRENAJES**

Las operaciones que requieren conexiones de venteo y drenaje son:

-Mantenimiento: Antes de efectuar trabajos de reparación o modificaciones se debe aliviar la presión de la instalación (cuando se ha terminado el trabajo, las conexiones deben cerrarse con una tapa o una brida ciega).

-Operación: Venteo y drenaje en tuberías que operan con presión. En tuberías que llevan producto a sumideros o líneas de antorcha tanto para gas como líquido.

-Puesta en marcha: Recirculación de productos fuera de especificación o residuos contenidos en un circuito durante un período de puesta en marcha, purga de aire antes de la entrada de hidrocarburos, o purga de agua antes de la entrada de ácido.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BASES DE DISEÑO**

-Limpieza: La eliminación o limpieza de materiales residuales, u otros depósitos fuera del sistema y equipo.

**14.1. INSTALACIÓN**

Los accesorios usados estarán de acuerdo con la especificación de tuberías correspondientes. Cuando los venteos o drenajes estén montados sobre equipos, estarán de acuerdo con la especificación más severa de entre todas las tuberías conectadas al equipo.

Normalmente, serán de diámetro  $\frac{3}{4}$ ". Excepcionalmente, en aquellas tuberías o equipos que contengan catalizador, productos altamente viscosos o a alta temperatura, debido a la fluidez crítica, podrán ser de diámetro de 1" o superior, si se requiere por proceso.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**BALANCE DE MASA Y ENERGÍA****BALANCE DE MASA Y ENERGÍA  
UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	15/09/19	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APROBO



PROYECTO

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

de:

13

Nombre	Fraccion de Vapor	Temperatura	Presion	Flujo Molar	Flujo Másico	Flujo Vol. Act	Flujo Vol. Std	Heat Flow	Viscosidad	Densidad
		°C	Kpa	Kmol/ hr	Kg/ hr	m3 / hr	m3 / hr	KJ/ hr	cP	Kg/ m3
001	0,00	330,00	600,00	291,379	129919,129	168,490	132,481	-1,86E+08	0,57	771,08
100	1,00	400,00	600,00	22,204	400,000	205,533	0,401	-5,06E+06	0,02	1,95
104	0,00	371,90	600,00	8,200	4000,017	5,351	4,085	-5,21E+06	0,25	747,51
002	0,05	331,91	600,00	321,782	134489,146	296,197	136,967	-1,96E+08	0,54	453,48
004	0,61	380,00	14,67	326,845	134489,146	73065,541	137,398	-1,66E+08	0,40	1,84
102	1,00	400,00	1000,00	47,738	860,000	263,682	0,862	-1,09E+07	0,02	3,26
205	0,00	372,65	14,67	106,566	69205,552	85,224	66,834	-9,12E+07	1,43	812,04
217	0,00	161,32	623,50	21,638	4948,000	6,369	5,668	-9,31E+06	0,53	776,91
201	0,00	161,02	10,81	75,672	17304,347	22,295	19,823	-3,26E+07	0,53	776,15
212	0,00	161,02	245,60	54,034	12356,347	15,914	14,155	-2,33E+07	0,53	776,46
213	0,00	161,02	245,60	21,638	4948,000	6,372	5,668	-9,32E+06	0,53	776,46
206	0,00	75,91	9,33	54,034	12356,347	14,754	14,155	-2,57E+07	1,80	837,49
219	0,00	40,00	600,00	0,000	0,000	0,000	0,000	-1,06E+07	3,95	862,40
218	0,00	161,32	623,50	0,000	0,000	0,000	0,000	-9,31E+06	0,53	776,91
009	0,00	161,34	600,00	21,638	4948,000	5,738	5,668	-9,31E+06	0,53	776,79
226	0,00	223,92	635,00	9,544	2901,200	3,750	3,185	-4,97E+06	0,32	773,62
228	0,00	40,00	600,00	0,000	0,000	0,000	0,000	-6,18E+06	14,37	899,98
227	0,00	223,92	635,00	0,000	0,000	0,000	0,000	-4,97E+06	0,32	773,62
229	0,00	223,92	635,00	9,544	2901,200	3,750	3,185	-4,97E+06	0,32	773,62
010	0,00	223,94	600,00	9,544	2901,200	3,224	3,185	-4,97E+06	0,32	773,48
202	0,00	223,51	12,30	40,919	12438,200	16,097	13,656	-2,13E+07	0,32	772,72
221	0,00	223,59	189,94	31,375	9537,000	12,338	10,471	-1,64E+07	0,32	772,99
222	0,00	223,59	189,94	9,544	2901,200	3,753	3,185	-4,98E+06	0,32	772,99
224	0,00	223,76	279,80	31,375	9537,000	12,336	10,471	-1,64E+07	0,32	773,09
207	0,00	153,50	11,11	31,375	9537,000	11,585	10,471	-1,80E+07	0,89	823,22
203	0,00	298,57	13,18	469,736	171837,533	230,015	183,465	-2,60E+08	0,16	747,07
230	0,00	298,62	129,00	323,930	118499,163	158,573	126,518	-1,79E+08	0,16	747,28
231	0,00	298,62	129,00	145,806	53338,370	71,376	56,948	-8,06E+07	0,16	747,28
233	0,00	298,80	238,11	323,930	118499,163	158,549	126,518	-1,79E+08	0,16	747,40
208	0,00	213,60	12,59	323,930	118499,163	146,445	126,518	-2,06E+08	0,51	809,17



PROYECTO

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

de:

13

Nombre	Fraccion de Vapor	Temperatura	Presion	Flujo Molar	Flujo Másico	Flujo Vol. Act	Flujo Vol. Std	Heat Flow	Viscosidad	Densidad
		°C	Kpa	Kmol/ hr	Kg/ hr	m3 / hr	m3 / hr	KJ/ hr	cP	Kg/ m3
234	0,00	299,01	900,00	145,806	53338,370	71,241	56,948	-8,05E+07	0,16	748,70
235	0,00	299,01	900,00	138,972	50838,370	67,902	54,278	-7,67E+07	0,16	748,70
204	0,00	299,12	13,48	6,834	2500,000	3,439	2,669	-3,77E+06	0,16	726,89
236	0,00	299,01	900,00	6,834	2500,000	3,339	2,669	-3,77E+06	0,16	748,70
237	0,00	299,03	757,50	138,972	50838,370	67,933	54,278	-7,67E+07	0,16	748,36
238	0,00	299,03	757,50	0,000	0,000	0,000	0,000	-7,67E+07	0,16	748,36
011	0,00	299,05	600,00	138,972	50838,370	54,932	54,278	-7,67E+07	0,16	748,01
240	0,00	150,00	704,30	0,000	0,000	0,000	0,000	-9,63E+07	1,60	853,43
241	0,00	40,00	600,00	0,000	0,000	0,000	0,000	-1,08E+08	50,11	925,47
242	0,00	372,84	750,00	106,566	69205,552	85,109	66,834	-9,11E+07	1,43	813,14
243	0,00	372,97	650,00	106,566	69205,552	85,165	66,834	-9,11E+07	1,43	812,60
012	0,00	150,00	600,00	0,000	0,000	0,000	0,000	-1,31E+08	46,13	955,20
103	0,00	371,89	700,00	8,200	4000,017	5,350	4,085	-5,21E+06	0,25	747,73
003	0,00	371,58	14,07	8,200	4000,017	5,357	4,085	-5,21E+06	0,25	746,70
220	0,00	161,32	623,50	21,638	4948,000	6,369	5,668	-9,31E+06	0,53	776,91
260	0,00	299,03	757,50	138,972	50838,370	67,933	54,278	-7,67E+06	0,16	748,36
215	0,00	161,20	348,10	54,034	12356,347	15,913	14,155	-2,33E+07	0,53	776,48
245	0,00	372,97	650,00	0,000	0,000	0,000	0,000	-9,11E+07	1,43	812,60
244	0,00	372,97	650,00	106,566	69205,552	85,165	66,834	-9,11E+07	1,43	812,60
013	0,00	372,98	600,00	106,566	69205,552	72,451	66,834	-9,11E+07	1,42	812,54
214	0,00	161,15	550,00	54,034	12356,347	15,906	14,155	-2,33E+07	0,53	776,86
216	0,00	161,28	850,00	21,638	4948,000	6,366	5,668	-9,31E+06	0,53	777,25
223	0,00	223,72	491,00	31,375	9537,000	12,331	10,471	-1,64E+07	0,32	773,44
225	0,00	223,89	850,00	9,544	2901,200	3,748	3,185	-4,97E+06	0,32	773,98
232	0,00	298,77	430,00	323,930	118499,163	158,455	126,518	-1,79E+08	0,16	747,84
005	1,00	108,70	9,33	89,698	3465,846	30477,602	4,220	-2,05E+07	0,01	0,11
273	1,00	40,00	6,33	81,415	2199,090	33411,079	2,676	-1,86E+07	0,01	0,07
270	0,00	40,00	6,33	8,283	1266,757	1,566	1,545	-2,78E+06	1,04	809,04
105	1,00	190,00	1000,00	223,210	4021,157	807,344	4,029	-5,27E+07	0,02	4,98
274	1,00	120,50	31,67	304,625	6220,247	31395,054	6,705	-7,13E+07	0,01	0,20
275	1,00	60,00	28,50	29,706	982,470	2870,156	1,369	-6,20E+06	0,01	0,34
271	0,00	60,00	28,50	274,920	5237,777	5,427	5,336	-7,76E+07	0,53	965,13
106	1,00	190,00	1000,00	217,395	3916,388	786,309	3,924	-5,14E+07	0,02	4,98
276	1,00	145,65	142,50	247,100	4898,858	5971,514	5,293	-5,76E+07	0,01	0,82
277	1,00	70,00	128,25	7,454	270,997	164,078	0,550	-9,92E+05	0,01	1,65
272	0,00	70,00	128,25	239,646	4627,862	4,858	4,744	-6,73E+07	0,47	952,66



PROYECTO

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

de:

13

Nombre	Fraccion de Vapor	Temperatura	Presion	Flujo Molar	Flujo Másico	Flujo Vol. Act	Flujo Vol. Std	Heat Flow	Viscosidad	Densidad
		°C	Kpa	Kmol/ hr	Kg/ hr	m3 / hr	m3 / hr	kJ/ hr	cP	Kg/ m3
278	1,00	35,00	150,00	0,000	0,000	0,000	0,000	-1,03E+05	0,01	1,98
279	0,00	35,00	150,00	14,241	1969,770	2,464	2,443	-4,35E+06	0,88	799,50
281	0,00	35,00	150,00	508,608	9162,625	9,221	9,181	-1,45E+08	0,72	993,66
007	0,00	35,16	600,00	14,241	1969,770	2,463	2,443	-4,35E+06	0,88	799,80
014	1,00	35,00	140,00	0,000	0,000	0,000	0,000	-1,80E+04	0,04	0,37
280	0,00	35,15	700,00	14,241	1969,770	2,463	2,443	-4,35E+06	0,88	799,81
282	0,00	35,05	700,00	508,608	9162,625	9,221	9,181	-1,45E+08	0,72	993,65
008	0,00	35,05	600,00	508,608	9162,625	9,221	9,181	-1,45E+08	0,72	993,65
006	1,00	69,87	118,25	7,454	270,997	178,036	0,550	-9,92E+05	0,01	1,52

Nombre	Heat Flow
	KJ/h
Q-P-101	6,46E+03
Q-P-102	5,14E+03
Q-P-103	4,95E+03
Q-P-104	3,30E+03
Q-P-105	6,36E+04
Q-P-106	7,34E+04
Q-P-107	4,29E+03
Q-P-108	8,36E+04
Q-P-109	5,53E+03
Q-P-110	1,48E+03
Q-E-101	1,33E+06
Q-E-102	2,42E+06
Q-E-103	1,21E+06
Q-E-104	1,68E+06
Q-A-102	2,73E+07
Q-A-101	1,96E+07
Q-E-105	1,15E+07
Q-A-103	3,99E+07
Q-E-106 (Pre-condensador)	9,18E+05
Q-E-107 (Condensador)	1,24E+07
Q-E-108 (Condensador)	1,08E+07



PROYECTO

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

de:

13

Compuestos	4	102	217	1	100	2	201	212
ETANO	0,0116	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PROPANO	0,0039	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AGUA	0,0679	1,0000	0,0005	0,0000	1,0000	0,0690	0,0005	0,0005
NBP123	0,0069	0,0000	0,0009	0,0078	0,0000	0,0070	0,0009	0,0009
NBP140	0,0034	0,0000	0,0007	0,0038	0,0000	0,0035	0,0007	0,0007
NBP151	0,0032	0,0000	0,0008	0,0035	0,0000	0,0032	0,0008	0,0008
NBP163	0,0040	0,0000	0,0014	0,0045	0,0000	0,0041	0,0014	0,0014
NBP176	0,0042	0,0000	0,0021	0,0047	0,0000	0,0043	0,0021	0,0021
NBP192	0,0055	0,0000	0,0041	0,0062	0,0000	0,0056	0,0041	0,0041
NBP204	0,0029	0,0000	0,0033	0,0032	0,0000	0,0029	0,0033	0,0033
NBP218	0,0065	0,0000	0,0140	0,0073	0,0000	0,0066	0,0140	0,0140
NBP238	0,0085	0,0000	0,0569	0,0095	0,0000	0,0086	0,0569	0,0569
NBP253	0,0058	0,0000	0,0576	0,0065	0,0000	0,0059	0,0576	0,0576
NBP263	0,0060	0,0000	0,0669	0,0068	0,0000	0,0061	0,0669	0,0669
NBP273	0,0081	0,0000	0,0945	0,0091	0,0000	0,0083	0,0945	0,0945
NBP281	0,0082	0,0000	0,0968	0,0092	0,0000	0,0083	0,0968	0,0968
NBP288	0,0070	0,0000	0,0825	0,0079	0,0000	0,0071	0,0825	0,0825
NBP296	0,0065	0,0000	0,0750	0,0073	0,0000	0,0066	0,0750	0,0750
NBP305	0,0083	0,0000	0,0888	0,0092	0,0000	0,0084	0,0888	0,0888
NBP315	0,0087	0,0000	0,0820	0,0097	0,0000	0,0088	0,0820	0,0820
NBP325	0,0094	0,0000	0,0714	0,0105	0,0000	0,0095	0,0714	0,0714
NBP335	0,0099	0,0000	0,0547	0,0111	0,0000	0,0101	0,0547	0,0547
NBP345	0,0105	0,0000	0,0380	0,0118	0,0000	0,0107	0,0380	0,0380
NBP355	0,0117	0,0000	0,0255	0,0131	0,0000	0,0119	0,0255	0,0255
NBP366	0,0157	0,0000	0,0185	0,0176	0,0000	0,0160	0,0185	0,0185
NBP376	0,0423	0,0000	0,0275	0,0472	0,0000	0,0429	0,0275	0,0275
NBP385	0,0560	0,0000	0,0212	0,0625	0,0000	0,0569	0,0212	0,0212
NBP394	0,0411	0,0000	0,0085	0,0457	0,0000	0,0417	0,0085	0,0085
NBP410	0,0585	0,0000	0,0043	0,0651	0,0000	0,0595	0,0043	0,0043
NBP434	0,0820	0,0000	0,0012	0,0906	0,0000	0,0833	0,0012	0,0012
NBP449	0,0691	0,0000	0,0003	0,0760	0,0000	0,0702	0,0003	0,0003
NBP474	0,0370	0,0000	0,0000	0,0401	0,0000	0,0375	0,0000	0,0000
NBP495	0,0368	0,0000	0,0000	0,0393	0,0000	0,0374	0,0000	0,0000
NBP526	0,1046	0,0000	0,0000	0,1079	0,0000	0,1062	0,0000	0,0000
NBP571	0,0697	0,0000	0,0000	0,0690	0,0000	0,0708	0,0000	0,0000
NBP619	0,0246	0,0000	0,0000	0,0264	0,0000	0,0250	0,0000	0,0000
NBP665	0,0199	0,0000	0,0000	0,0221	0,0000	0,0203	0,0000	0,0000
NBP711	0,0172	0,0000	0,0000	0,0193	0,0000	0,0175	0,0000	0,0000
NBP757	0,0156	0,0000	0,0000	0,0175	0,0000	0,0159	0,0000	0,0000
NBP803	0,0155	0,0000	0,0000	0,0174	0,0000	0,0158	0,0000	0,0000
NBP850	0,0174	0,0000	0,0000	0,0195	0,0000	0,0176	0,0000	0,0000
NBP893	0,0269	0,0000	0,0000	0,0302	0,0000	0,0273	0,0000	0,0000
NBP965	0,0212	0,0000	0,0000	0,0238	0,0000	0,0216	0,0000	0,0000









PROYECTO

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

de:

13

Compuestos	237	238	11	240	241	242	243	12	103	104
ETANO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PROPANO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AGUA	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0006	0,0006	0,0006	0,0002	0,0002
NBP123	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NBP140	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NBP151	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NBP163	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NBP176	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NBP192	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001
NBP204	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NBP218	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001
NBP238	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002
NBP253	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001
NBP263	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002
NBP273	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002
NBP281	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003
NBP288	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003
NBP296	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003
NBP305	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0004
NBP315	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0005
NBP325	0,0076	0,0076	0,0076	0,0076	0,0076	0,0001	0,0001	0,0001	0,0007	0,0007
NBP335	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0001	0,0001	0,0001	0,0008	0,0008
NBP345	0,0144	0,0144	0,0144	0,0144	0,0144	0,0001	0,0001	0,0001	0,0011	0,0011
NBP355	0,0190	0,0190	0,0190	0,0190	0,0190	0,0002	0,0002	0,0002	0,0014	0,0014
NBP366	0,0287	0,0287	0,0287	0,0287	0,0287	0,0004	0,0004	0,0004	0,0024	0,0024
NBP376	0,0828	0,0828	0,0828	0,0828	0,0828	0,0017	0,0017	0,0017	0,0079	0,0079
NBP385	0,1141	0,1141	0,1141	0,1141	0,1141	0,0030	0,0030	0,0030	0,0124	0,0124
NBP394	0,0858	0,0858	0,0858	0,0858	0,0858	0,0031	0,0031	0,0031	0,0110	0,0110
NBP410	0,1243	0,1243	0,1243	0,1243	0,1243	0,0075	0,0075	0,0075	0,0215	0,0215
NBP434	0,1691	0,1691	0,1691	0,1691	0,1691	0,0223	0,0223	0,0223	0,0495	0,0495
NBP449	0,1352	0,1352	0,1352	0,1352	0,1352	0,0289	0,0289	0,0289	0,0561	0,0561
NBP474	0,0616	0,0616	0,0616	0,0616	0,0616	0,0289	0,0289	0,0289	0,0474	0,0474
NBP495	0,0480	0,0480	0,0480	0,0480	0,0480	0,0448	0,0448	0,0448	0,0692	0,0692
NBP526	0,0759	0,0759	0,0759	0,0759	0,0759	0,1960	0,1960	0,1960	0,3333	0,3333
NBP571	0,0061	0,0061	0,0061	0,0061	0,0061	0,1807	0,1807	0,1807	0,3256	0,3256
NBP619	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0722	0,0722	0,0722	0,0438	0,0438
NBP665	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0604	0,0604	0,0604	0,0100	0,0100
NBP711	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0526	0,0526	0,0526	0,0023	0,0023
NBP757	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0479	0,0479	0,0479	0,0005	0,0005
NBP803	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0476	0,0476	0,0476	0,0001	0,0001
NBP850	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0532	0,0532	0,0532	0,0000	0,0000
NBP893	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0825	0,0825	0,0825	0,0000	0,0000
NBP965	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0651	0,0651	0,0651	0,0000	0,0000



PROYECTO

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

de:

13

Compuestos	3	220	260	215	245	244	13	214	216	223
ETANO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PROPANO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
AGUA	0,0002	0,0005	0,0002	0,0005	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
NBP123	0,0000	0,0009	0,0001	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0009	0,0003
NBP140	0,0000	0,0007	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0007	0,0002
NBP151	0,0000	0,0008	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0008	0,0002
NBP163	0,0000	0,0014	0,0001	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,0014	0,0004
NBP176	0,0000	0,0021	0,0001	0,0021	0,0000	0,0000	0,0000	0,0021	0,0021	0,0005
NBP192	0,0001	0,0041	0,0001	0,0041	0,0000	0,0000	0,0000	0,0041	0,0041	0,0008
NBP204	0,0000	0,0033	0,0001	0,0033	0,0000	0,0000	0,0000	0,0033	0,0033	0,0006
NBP218	0,0001	0,0140	0,0002	0,0140	0,0000	0,0000	0,0000	0,0140	0,0140	0,0018
NBP238	0,0002	0,0569	0,0004	0,0569	0,0000	0,0000	0,0000	0,0569	0,0569	0,0039
NBP253	0,0001	0,0576	0,0004	0,0576	0,0000	0,0000	0,0000	0,0576	0,0576	0,0040
NBP263	0,0002	0,0669	0,0006	0,0669	0,0000	0,0000	0,0000	0,0669	0,0669	0,0054
NBP273	0,0002	0,0945	0,0011	0,0945	0,0000	0,0000	0,0000	0,0945	0,0945	0,0094
NBP281	0,0003	0,0968	0,0014	0,0968	0,0000	0,0000	0,0000	0,0968	0,0968	0,0117
NBP288	0,0003	0,0825	0,0015	0,0825	0,0000	0,0000	0,0000	0,0825	0,0825	0,0121
NBP296	0,0003	0,0750	0,0019	0,0750	0,0000	0,0000	0,0000	0,0750	0,0750	0,0140
NBP305	0,0004	0,0888	0,0033	0,0888	0,0000	0,0000	0,0000	0,0888	0,0888	0,0227
NBP315	0,0005	0,0820	0,0050	0,0820	0,0000	0,0000	0,0000	0,0820	0,0820	0,0314
NBP325	0,0007	0,0714	0,0076	0,0714	0,0001	0,0001	0,0001	0,0714	0,0714	0,0438
NBP335	0,0008	0,0547	0,0107	0,0547	0,0001	0,0001	0,0001	0,0547	0,0547	0,0550
NBP345	0,0011	0,0380	0,0144	0,0380	0,0001	0,0001	0,0001	0,0380	0,0380	0,0617
NBP355	0,0014	0,0255	0,0190	0,0255	0,0002	0,0002	0,0002	0,0255	0,0255	0,0639
NBP366	0,0024	0,0185	0,0287	0,0185	0,0004	0,0004	0,0004	0,0185	0,0185	0,0715
NBP376	0,0079	0,0275	0,0828	0,0275	0,0017	0,0017	0,0017	0,0275	0,0275	0,1543
NBP385	0,0124	0,0212	0,1141	0,0212	0,0030	0,0030	0,0030	0,0212	0,0212	0,1642
NBP394	0,0110	0,0085	0,0858	0,0085	0,0031	0,0031	0,0031	0,0085	0,0085	0,0931
NBP410	0,0215	0,0043	0,1243	0,0043	0,0075	0,0075	0,0075	0,0043	0,0043	0,0833
NBP434	0,0495	0,0012	0,1691	0,0012	0,0223	0,0223	0,0223	0,0012	0,0012	0,0537
NBP449	0,0561	0,0003	0,1352	0,0003	0,0289	0,0289	0,0289	0,0003	0,0003	0,0267
NBP474	0,0474	0,0000	0,0616	0,0000	0,0289	0,0289	0,0289	0,0000	0,0000	0,0055
NBP495	0,0692	0,0000	0,0480	0,0000	0,0448	0,0448	0,0448	0,0000	0,0000	0,0021
NBP526	0,3333	0,0000	0,0759	0,0000	0,1960	0,1960	0,1960	0,0000	0,0000	0,0012
NBP571	0,3256	0,0000	0,0061	0,0000	0,1807	0,1807	0,1807	0,0000	0,0000	0,0000
NBP619	0,0438	0,0000	0,0000	0,0000	0,0722	0,0722	0,0722	0,0000	0,0000	0,0000
NBP665	0,0100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0604	0,0604	0,0604	0,0000	0,0000	0,0000
NBP711	0,0023	0,0000	0,0000	0,0000	0,0526	0,0526	0,0526	0,0000	0,0000	0,0000
NBP757	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0479	0,0479	0,0479	0,0000	0,0000	0,0000
NBP803	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0476	0,0476	0,0476	0,0000	0,0000	0,0000
NBP850	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0532	0,0532	0,0532	0,0000	0,0000	0,0000
NBP893	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0825	0,0825	0,0825	0,0000	0,0000	0,0000
NBP965	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0651	0,0651	0,0651	0,0000	0,0000	0,0000







PROYECTO

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

de:

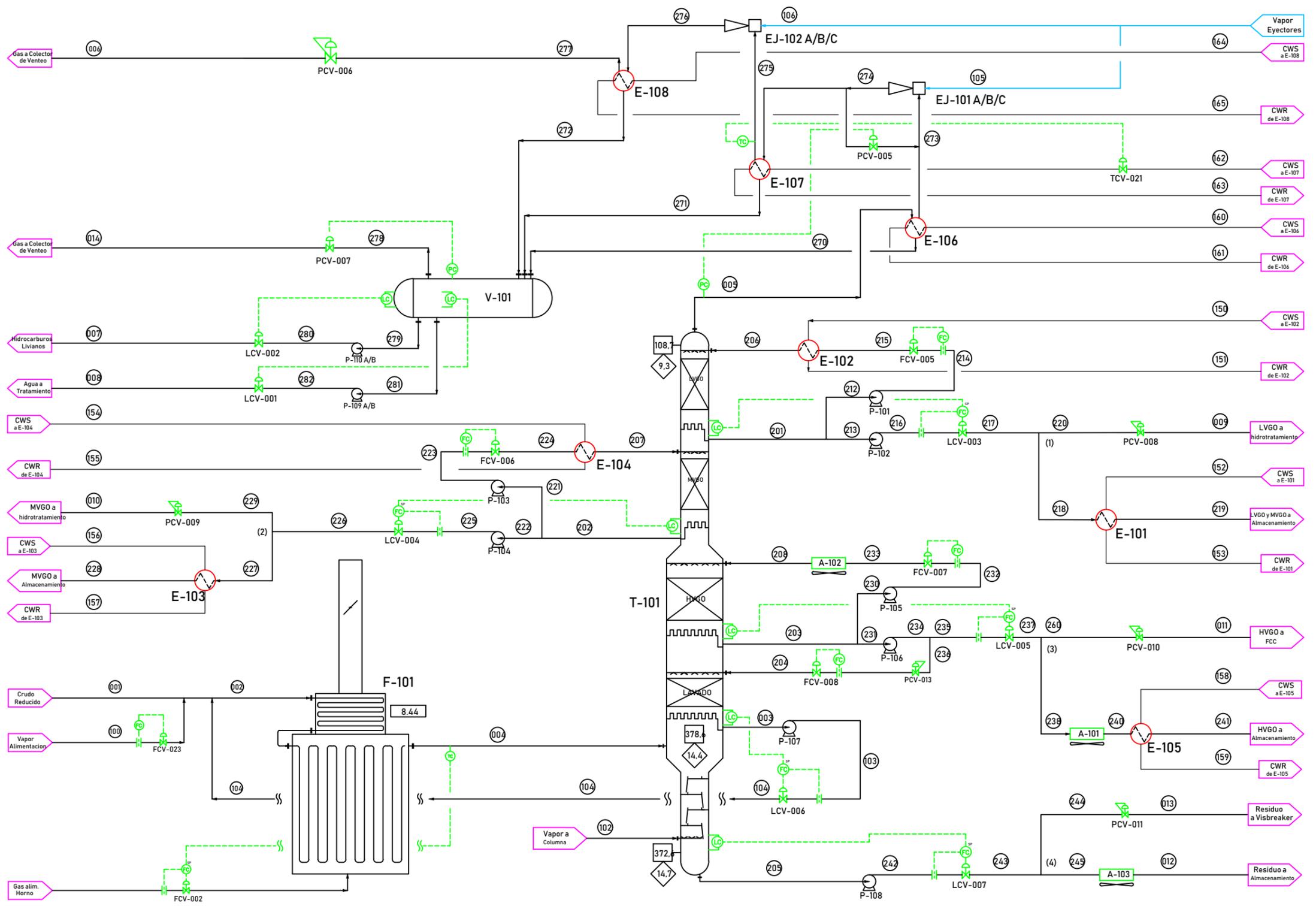
13

Compuestos	8	6	205
ETANO	0,0000	0,5049	0,0000
PROPANO	0,0000	0,1659	0,0000
AGUA	1,0000	0,2432	0,0006
NBP123	0,0000	0,0564	0,0000
NBP140	0,0000	0,0141	0,0000
NBP151	0,0000	0,0076	0,0000
NBP163	0,0000	0,0049	0,0000
NBP176	0,0000	0,0020	0,0000
NBP192	0,0000	0,0008	0,0000
NBP204	0,0000	0,0001	0,0000
NBP218	0,0000	0,0001	0,0000
NBP238	0,0000	0,0000	0,0000
NBP253	0,0000	0,0000	0,0000
NBP263	0,0000	0,0000	0,0000
NBP273	0,0000	0,0000	0,0000
NBP281	0,0000	0,0000	0,0000
NBP288	0,0000	0,0000	0,0000
NBP296	0,0000	0,0000	0,0000
NBP305	0,0000	0,0000	0,0000
NBP315	0,0000	0,0000	0,0000
NBP325	0,0000	0,0000	0,0001
NBP335	0,0000	0,0000	0,0001
NBP345	0,0000	0,0000	0,0001
NBP355	0,0000	0,0000	0,0002
NBP366	0,0000	0,0000	0,0004
NBP376	0,0000	0,0000	0,0017
NBP385	0,0000	0,0000	0,0030
NBP394	0,0000	0,0000	0,0031
NBP410	0,0000	0,0000	0,0075
NBP434	0,0000	0,0000	0,0223
NBP449	0,0000	0,0000	0,0289
NBP474	0,0000	0,0000	0,0289
NBP495	0,0000	0,0000	0,0448
NBP526	0,0000	0,0000	0,1960
NBP571	0,0000	0,0000	0,1807
NBP619	0,0000	0,0000	0,0722
NBP665	0,0000	0,0000	0,0604
NBP711	0,0000	0,0000	0,0526
NBP757	0,0000	0,0000	0,0479
NBP803	0,0000	0,0000	0,0476
NBP850	0,0000	0,0000	0,0532
NBP893	0,0000	0,0000	0,0825
NBP965	0,0000	0,0000	0,0651

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO****DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO****UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APROBO



### Listado Equipos

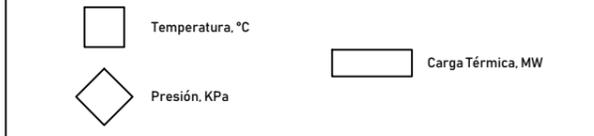
Item	Descripción
A-101	Aeroenfriador Prod. HVGO
A-102	Aeroenfriador P.A. HVGO
A-103	Aeroenfriador Residuo
E-101	Intercambiador Prod. LVGO
E-102	Intercambiador P.A. LVGO
E-103	Intercambiador Prod. MVGO
E-104	Intercambiador P.A. MVGO
E-105	Intercambiador Prod. HVGO
E-106	Pre Condensador
E-107	Inter Condensador
E-108	Post Condensador
F-101	Horno de vacío
EJ-101 A/B/C	Primer etapa de eyectores
EJ-102 A/B/C	Segunda etapa de eyectores
P-101-A/B	Bomba P.A. LVGO
P-102-A/B	Bomba Prod. LVGO
P-103-A/B	Bomba P.A. MVGO
P-104-A/B	Bomba Prod. MVGO
P-105-A/B	Bomba P.A. HVGO
P-106-A/B	Bomba Prod. HVGO
P-107-A/B	Bomba Slop Wax
P-108-A/B	Bomba Residuo
P-109-A/B	Bomba Agua oleosa
P-110-A/B	Bomba HC Liviano
T-101	Torre destilación al vacío
V-101	Separador trifásico

- #### Notas
- Bifurcación LVGO a Proceso / Almacenamiento
  - Bifurcación MVGO a Proceso / Almacenamiento
  - Bifurcación HVGO a Proceso / Almacenamiento
  - Bifurcación Residuo a Proceso / Almacenamiento

NUMERO	001	002	100	104	004	102	204	006	007	201	212	213	214	215	206	216	217	218	219	220	009	202	221	222	223	224	207	225
DESCRIPCION	Crudo reducido de Topping	Entrada Horno	Agua Alim.	Slop Wax	Alimentacion	Vapor Columna	Oil Wash	Gas	HC Liviano	LVGO	LVGO	LVGO	MVGO															
Fraccion Vapor	0.00	0.05	1.00	0.00	0.61	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CAUDAL, Kg/hr	129919	134489	400	4000	134489	860	2500	2180	1286	17304	12356	4948	12356	12356	12356	4948	4948	0	0	4948	4948	12438	9537	2901	9537	9537	9537	2901
PRESION, KPa	600	600	600	600	14.67	1000	13	6.7	6.7	10.8	245.6	245.6	550	348	9.3	850	623.5	623.5	600	623.5	600	12.3	189.9	189.9	491	279.8	241	850
TEMPERATURA, °C	330	331.9	400	371.9	380	400	299	40	40	161	161	161	161.2	161.2	75.9	161.3	161.3	161.3	40	161.3	161.3	223.5	223.6	223.6	223.7	223.7	153.5	223.9

NUMERO	226	227	228	229	010	203	230	231	232	233	208	234	235	236	204	237	238	240	241	260	011	003	103	104	205	242	243	245
DESCRIPCION	MVGO	MVGO	MVGO	MVGO	MVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	HVGO	Slop Wax	Slop Wax	Slop Wax	Residuo	Residuo	Residuo	Residuo
Fraccion Vapor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CAUDAL, Kg/hr	2901	0	0	2901	2901	171838	118500	53338	118500	118500	118500	53338	50838	2500	2500	50838	0	0	0	50838	50838	4000	4000	4.000	69206	69206	69206	0
PRESION, KPa	635	635	600	635	600	13.2	129	430	238	12.6	900	900	900	13.5	757.5	757.5	704.3	600	757.5	600	14.07	700	600	14.67	750	650	650	
TEMPERATURA, °C	232.9	223.9	40	223.9	223.9	298.6	298.6	298.6	298.7	298.8	213.6	299	299	299	299	299	299	150	40	299	371.6	371.9	371.9	372.6	372.8	373	373	

NUMERO	012	244	013	005	273	270	105	106	274	275	271	276	277	006	272	278	014	279	280	007	281	282	008				
DESCRIPCION	Residuo	Residuo	Residuo	Tope Columna	Vapores E-106	Condens E-106	Vapor EJ-101	Vapor EJ-102	Descarga EJ-101	Vapores E-107	Condens E-107	Descarga EJ-102	Vapores E-108	Vapores E-108	Condens E-108	Vapores V-101	Vapores V-101	HC Liv de V-101	HC Liv de V-101	HC Liv de V-101	OW de V-101	OW de V-101	OW de V-101				
Fraccion Vapor	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CAUDAL, Kg/hr	0	69206	69206	3466	2199	1267	4021	3916	4620	982.5	5237.8	4899	271	271	4628	0	0	1970	1970	1970	9163	9163	9163				
PRESION, KPa	600	650	600	9.3	6.3	6.3	1000	1000	31.7	28.5	28.5	142.5	128.3	118.25	128.3	150	140	150	700	600	150	700	600				
TEMPERATURA, °C	150	373	373	108.7	40	40	190	190	120.5	60	60	145.7	70	70	70	35	35	35	35.2	35.2	35	35.1	35.1				



REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO
0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS

Unidad de Destilación al Vacío

PFD 001 - Unidad Destilación al vacío

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-GE-PFD-001	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	------------------------	--------



PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS  
P&ID-001 SIMBOLOGÍA**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR
0	16/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC

SÍMBOLOS GENERALES

LÍNEA PRINCIPAL PROCESO  
 LÍNEA SECUNDARIA PROCESO  
 LÍMITE SKID  
 TIPO: C: AISLACIÓN POR FRÍO  
 H: AISLACIÓN POR CALOR  
 PP: PROTECCIÓN PERSONAL  
 B: SIN AISLACIÓN  
 ESPESOR (Inch)  
 LÍNEA AISLADA  
 LÍNEA AISLADA Y CON TRAJING ELÉCTRICO  
 LÍNEA AISLADA Y CON TRAJING CON VAPOR  
 CAJA DE CHICANAS  
 DEMISTER  
 ROMPE VÓRTICE  
 COALESCEDOR  
 HIDRANTE  
 HIDRANTE Y MONITOR  
 GABINETE MANGUERA  
 MONITOR ESPUMA  
 CÁMARA DE ESPUMA  
 PROPORCIONADOR DE ESPUMA  
 FORMADOR DE ESPUMA  
 COLUMNA HIDRATANTE Y MONITOR  
 CONCENTRACIÓN DE ESPUMA  
 VÁLVULA EN CÁMARA CON EXTENSIÓN  
 COLUMNA HIDRATANTE  
 ACUMULADOR DE ESPUMA  
 FILTRO "Y"  
 FILTRO "T"  
 PLACA DIFUSORA  
 DIFUSOR  
 DRIP RING  
 INYECCIÓN QUÍMICA  
 AVISO PASO DE "CHANCHO"  
 CONECTORES OFF-PLANT  
 CONECTORES CORRIENTES PRIMARIAS SECUNDARIAS Y SEÑAL INSTRUMENTOS  
 CONECTORES DE UTILITIES  
 LÍMITE SUMINISTRO  
 FILTRO CANASTO (PARTÍCULAS)  
 FILTRO CANASTO (COALESCEDOR)  
 SELLO HIDRÁULICO  
 OPEN DRAIN  
 CLOSE DRAIN  
 BRIDA  
 JUNTA MONOLÍTICA  
 JUNTA DIELÉCTRICA  
 JUNTA EXPANSIÓN  
 PLACA CIEGA  
 FIGURA OCHO (ABIERTA)  
 FIGURA OCHO (CERRADA)  
 REDUCCIÓN CONCÉNTRICA  
 REDUCCIÓN EXCÉNTRICA  
 CONECCIÓN MANGUERA  
 FLEXIBLE  
 CASQUETE  
 TAPA  
 TAPÓN  
 BRIDA CIEGA  
 CARRETEL  
 TRAMPA DE GAS  
 DRENAJE AUTOMÁTICO  
 ARRESTALLAMA  
 VENEO ABIERTO (CUELLO DE CISNE)  
 CUPÓN DE CORROSIÓN  
 ENDERIZADOR DE VENA  
 MANIFOLD DE TRES VÍAS  
 MANIFOLD DE DOS VÍAS  
 PARTES ESPECIALES  
 NÚMERO CORRELATIVO  
 AMORTIGUADOR DE PULSACIONES  
 MAN HOLE

SÍMBOLO DE LÍNEAS E INSTRUMENTOS

SEÑAL DE RADIO  
 SEÑAL NEUMÁTICA  
 SEÑAL HIDRÁULICA  
 SEÑAL CAPILAR  
 SEÑAL ELÉCTRICA  
 SEÑAL DE SOFT

FUNCIONES

INSTRUMENTO MONTADO EN CAMPO  
 INSTRUMENTO MONTADO EN PANEL DE SALA DE CONTROL  
 INSTRUMENTO MONTADO EN PANEL LOCAL  
 ANUNCIADOR LUMÍNICO EN CAMPO  
 ANUNCIADOR LUMÍNICO EN SALA DE CONTROL  
 ANUNCIADOR LUMÍNICO EN PANEL LOCAL  
 ANUNCIADOR SONORO EN CAMPO  
 ANUNCIADOR SONORO EN SALA DE CONTROL  
 ANUNCIADOR SONORO EN PANEL LOCAL  
 FUNCIÓN EN COMPUTADOR REMOTO  
 FUNCIÓN EN DISPLAY EN COMPUTADOR REMOTO ACCESIBLE AL OPERADOR  
 FUNCIÓN EN DISPLAY EN COMPUTADOR REMOTO INACCESIBLE AL OPERADOR  
 FUNCIÓN EN PLC LOCAL  
 FUNCIÓN EN DISPLAY EN PLC ACCESIBLE AL OPERADOR  
 INTERLOCK  
 FUNCIÓN COMPUTARIZADA EN PANEL LOCAL  
 FUNCIÓN EN DISPLAY EN COMPUTADOR LOCAL ACCESIBLE AL OPERADOR  
 FUNCIÓN EN DISPLAY EN COMPUTADOR LOCAL INACCESIBLE AL OPERADOR

NUMERACIÓN DE LÍNEAS

2"-HC-001-YX-YY-XX"  
 ESPESOR DE AISLACIÓN (in)  
 TIPO DE AISLACIÓN  
 CLASE DE CAÑERÍAS  
 NÚMERO CORRELATIVO DE LÍNEA  
 FLUIDO  
 DIÁMETRO NOMINAL (in)

INSTRUMENTOS PRIMARIOS DE FLUJO

ORIFICIO DE RESTRICCIÓN O PLACA ORIFICIO  
 PLACA ORIFICIO TIPO SENIOR  
 VORTEX  
 TURBINA  
 CORIOLIS  
 MÁSCO TÉRMICO  
 ULTRASÓNICO  
 ELECTROMAGNÉTICO  
 VENTURI  
 TIPO "Y" CONE  
 ROTÁMETRO  
 TUBO DE PITOT

VÁLVULAS MANUALES

VÁLVULA ESFÉRICA  
 VÁLVULA ESFÉRICA PASO TOTAL  
 VÁLVULA GLOBO  
 VÁLVULA ESCLUSIVA  
 VÁLVULA AGUJA  
 VÁLVULA ESFÉRICA TIPO RISING STEM  
 VÁLVULA ÁNGULO  
 VÁLVULA DE TRES VÍAS  
 VÁLVULA DE CUATRO VÍAS  
 VÁLVULA DE RETENCIÓN  
 VÁLVULA MARIPOSA

ABREVIATURAS

A/G: SOBRE NIVEL DE TERRENO  
 AS: SUMINISTRO DE AIRE  
 ATM: ATMÓSFERA/ATMOSFÉRICO  
 BDV: VENED DE EMERGENCIA  
 CC: CUPÓN DE CORROSIÓN  
 CP: PROBETA  
 CD: DRENAJE CERRADO  
 FC: FALLA CERRADA  
 FO: FALLA ABIERTA  
 FLP: FALLA ÚLTIMA POSICIÓN  
 LO: TRABA ABIERTA  
 LC: TRABA CERRADA  
 NC: NORMAL CERRADA  
 NO: NORMAL ABIERTA  
 NNF: NORMALMENTE SIN FLUJO  
 SC: TOMAMUESTRA  
 V: VENED  
 OD: DRENAJE ABIERTO  
 LAD: DRENAJE AMINA BAJA PRESIÓN  
 HAD: DRENAJE AMINA ALTA PRESIÓN  
 U/G: ENTERRADO  
 SS: DUCHA DE SEGURIDAD  
 H: HAND HOLE  
 MW: MAN HOLE

ABREVIATURAS FLUIDOS

HC: HIDROCARBURO  
 CWS: AGUA DE REFRIGERACION (SUPPLY)  
 CWR: AGUA DE REFRIGERACION (RETURN)  
 SW: AGUA DE SERVICIO  
 OW: AGUA OLEOSA  
 LPS: VAPOR DE BAJA PRESION  
 MPS: VAPOR DE MEDIA PRESION  
 FG: FUEL GAS  
 AI: AIRE DE INSTRUMENTOS  
 NZ: NITROGENO

CODIFICACIÓN EQUIPOS

X-XXX  
 NÚMERO DE EQUIPO  
 TIPO DE EQUIPO:  
 A: AEROENFRIADORES  
 BO: CALDERAS  
 CT: TORRES DE ENFRIAMIENTO  
 D: TAMIZ MOLECULAR  
 DG: DESGASIFICADORES  
 E: INTERCAMBIADORES DE CALOR  
 F: HORNOS  
 G: GENERADOR ELÉCTRICO  
 H: FILTROS  
 K: COMPRESOR/SOPLADOR  
 L: ANTORCHA  
 M: MOTOR ELÉCTRICO  
 MD: MOTOR DIESEL  
 MQ: MOTOR A GAS  
 P: BOMBA  
 R: REACTOR  
 S: SECADORES  
 T: TORRES Y COLUMNAS  
 TG: TURBINA DE GAS  
 TK: TANQUE  
 TV: TURBINA DE VAPOR  
 X: EXPANSOR  
 V: RECIPIENTES  
 EJ: EYECTORES

NUMERACIÓN DE INSTRUMENTOS

xx - DE ACUERDO A LA ISA 5.5.1  
 xxx - NÚMERO CORRELATIVO

FIRST-LETTER	SUCCESSING-LETTERS	MEASURED OR INITIATING VARIABLE	MODIFIER	READOUT OR PASSIVE FUNCTION	OUTPUT FUNCTION	MODIFIER
A	Analysis			Alarm/Apagado		
B	Burner, Combustion/ Blow			User's Choice		User's Choice
C	Close			Control		
D	Differential/Down	Differential				
E	Voltage		Sensor (Primary Element)			Encendido
F	Flow Rate	Ratio (Fraction)				
G	User's Choice (Grounding)		Glass, Viewing Device			
H	Hand					High
I	Current (Electrical)		Indicate			
J	Power	Scan				
K	Time, Time Schedule	Time Rate of Change			Control Station	
L	Level	Light				Low
M	Motor	Momentary				Middle, Intermediate
N	User's Choice		User's Choice		User's Choice	User's Choice
O	Open		Orifice, Restriction			
P	Pressure, Vacuum		Point (Test) Connection			
Q	Quantity	Integrate, Totalize				
R	Radiation		Record			
S	Speed, Frequency/Shut	Safety			Switch	
T	Temperature				Transmit	
U	Interphase DCS/CCM		Multifunction		Multifunction	Multifunction
V	Vibration, Mechanical Analysis				Valve, Damper, Louver	
W	Weight, Force		Well			
X	Unclassified	X Axis	Unclassified			Unclassified
Y	Event, State or Presence	Y Axis	Unclassified		Relay, Compute, Convert	
Z	Position, Dimension	Z Axis	Unclassified		Driver, Actuator	
					Final Control Element	

VÁLVULAS DE ALIVIO

VÁLVULA DE SEGURIDAD  
 VÁLVULA DE SEGURIDAD PILOTO OPERADA  
 VÁLVULA DE PRESIÓN Y VACÍO  
 VÁLVULA DE ALIVIO TÉRMICO  
 DISCO DE RUPTURA  
 TAPA APERTURA RÁPIDA

VÁLVULA DE CONTROL Y ACTUADORES

VÁLVULA DE CONTROL CON ACTUADOR NEUMÁTICO  
 VÁLVULA DE CONTROL CON ACTUADOR NEUMÁTICO Y ACCIONAMIENTO MANUAL A VOLANTE  
 VÁLVULA AUTOREGULADORA DE PRESIÓN (AGUAS ABAJO)  
 VÁLVULA AUTOREGULADORA DE PRESIÓN (AGUAS ARRIBA)  
 VÁLVULA SOLENOIDE  
 VÁLVULA OPERADA TIPO ON/OFF  
 VÁLVULA DE CONTROL TIPO ÁNGULO

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO
GRUPO: NRO 2					
12.90 - PROYECTO DE PLANTAS					
Unidad de Destilación al Vacío					
P&ID 001 - Simbología					
ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-001	REV. 0





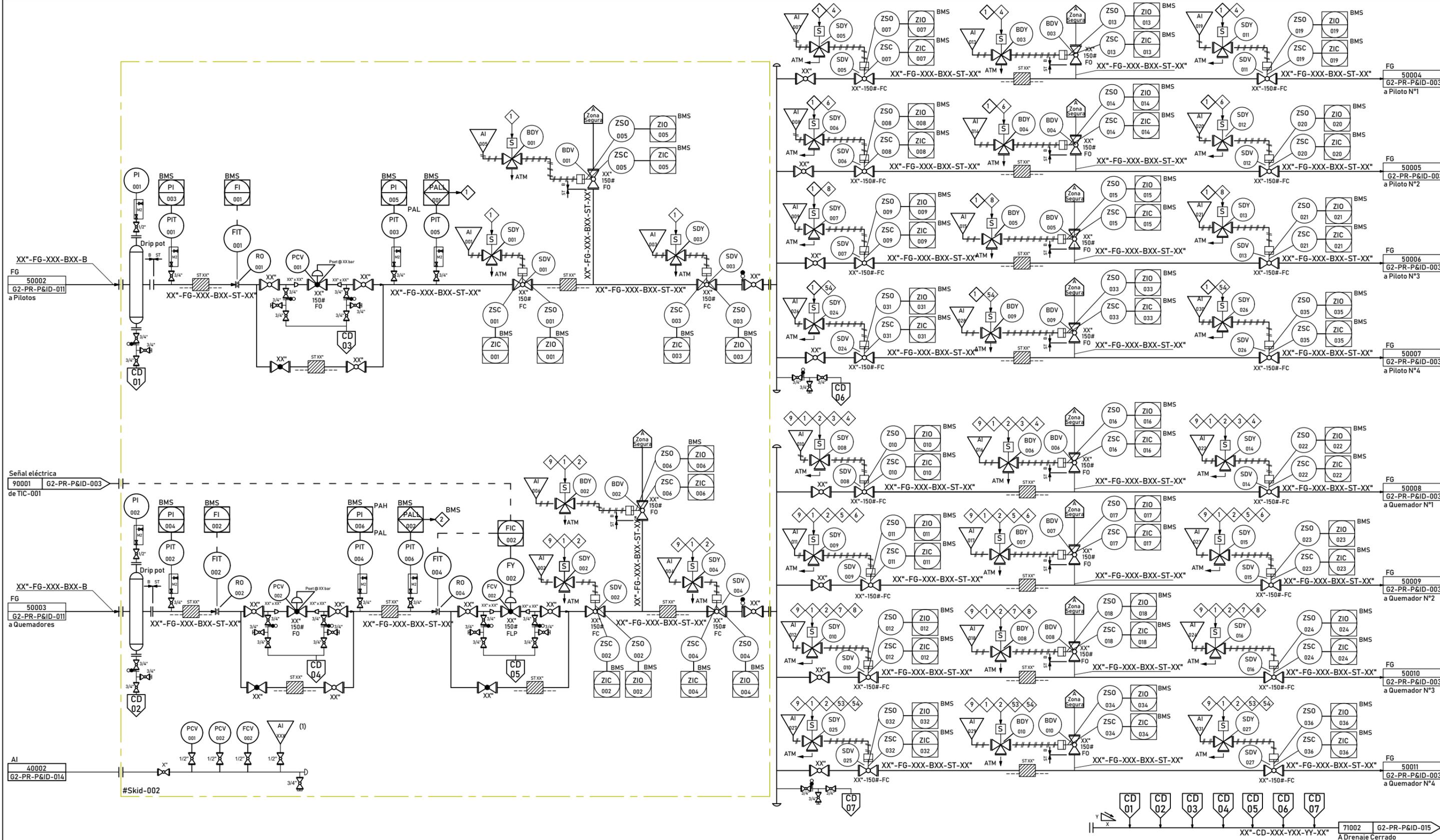
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS  
P&ID-002 SKID HORNO**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	12/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



**Notas**

1. Típico para cada válvula

REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO
0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS

Unidad de Destilación al Vacío

P&ID 002 - Skid Horno Unidad de Destilación al Vacío

ESCALA: S/E OBRA N° PROM 2019 DWG. N°: G2-PR-P&ID-002 REV. 0





**G2-PR-P&ID-003-0**

Pág.: 1 De: 2

Rev. 0

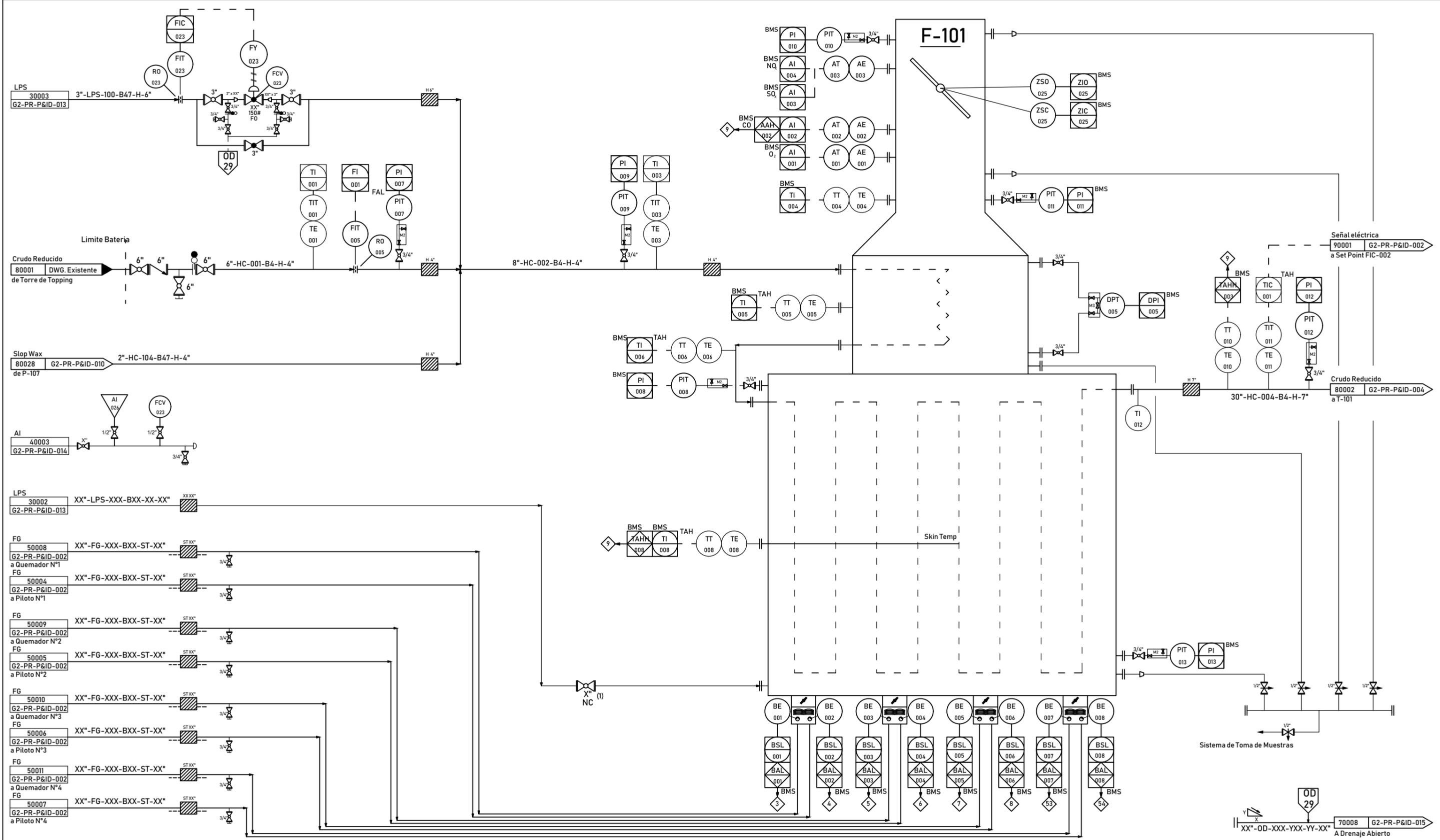
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS

# DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS P&ID-003 HORNO

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR
0	12/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC



### LISTADO DE EQUIPOS

#### F-101

Horno Cilíndrico Vertical  
Duty: 8.44 MW

### Notas

- Válvula manual para aplacar mezcla combustible aire

REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO
0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
Unidad de Destilación al Vacío

P&ID 003 - Horno Unidad de Destilación al Vacío

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-003	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



**G2-PR-P&ID-004-0**

Pág.: 1 De: 2

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS

# DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS P&ID-004 TORRE

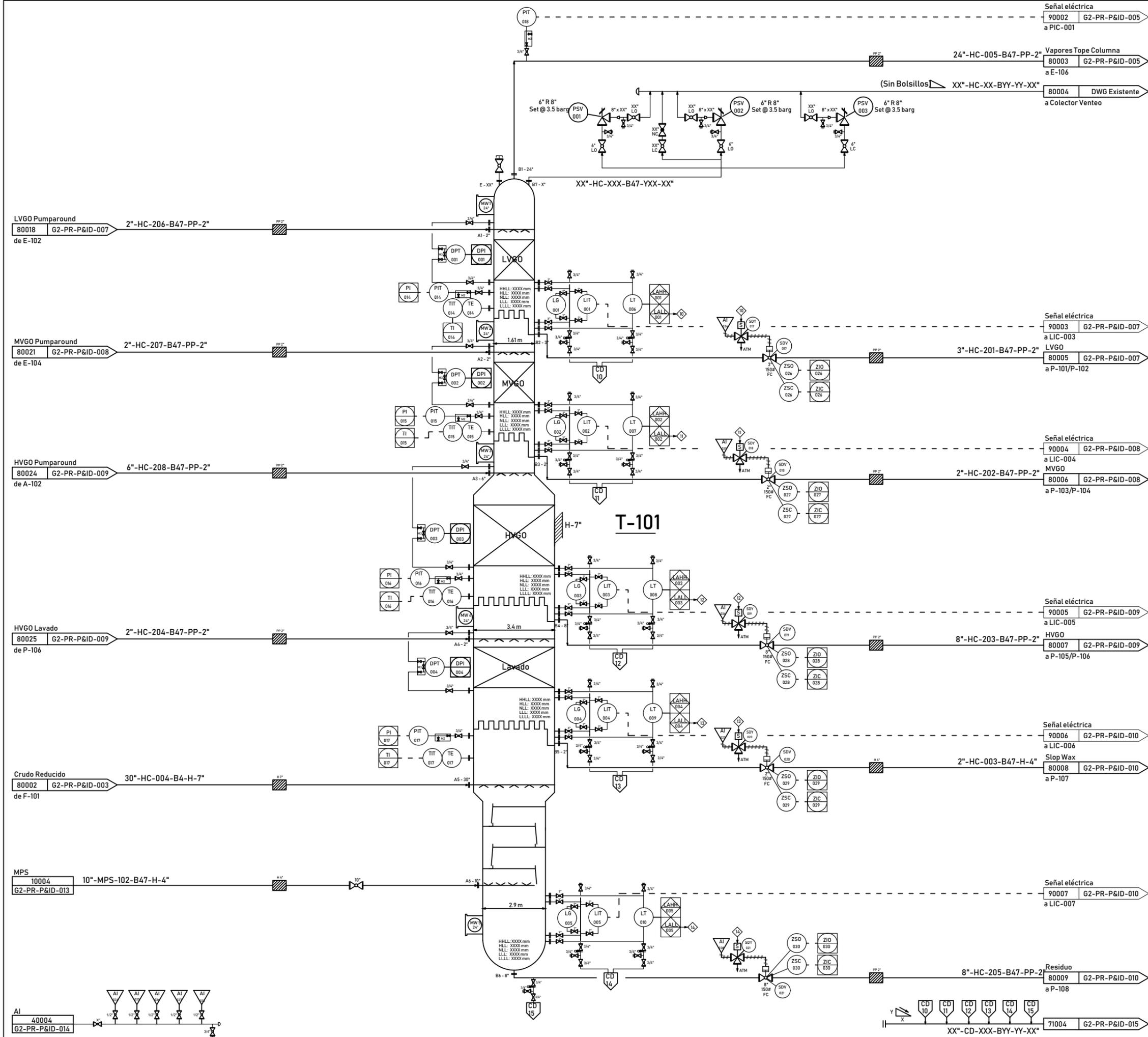
## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR
0	07/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC

# LISTADO DE EQUIPOS

## T-101

Torre de Destilación al Vacío  
 Diámetro: 1610 mm / 3400 mm / 2900 mm  
 Altura: 30730 mm  
 Pres. Diseño @ Temp: 3.5 barG @ 401°C  
 Matl: AC



### Notas

REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO
0	20/09/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
 Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 004 - Torre Destilación al Vacío

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-004	REV. A
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



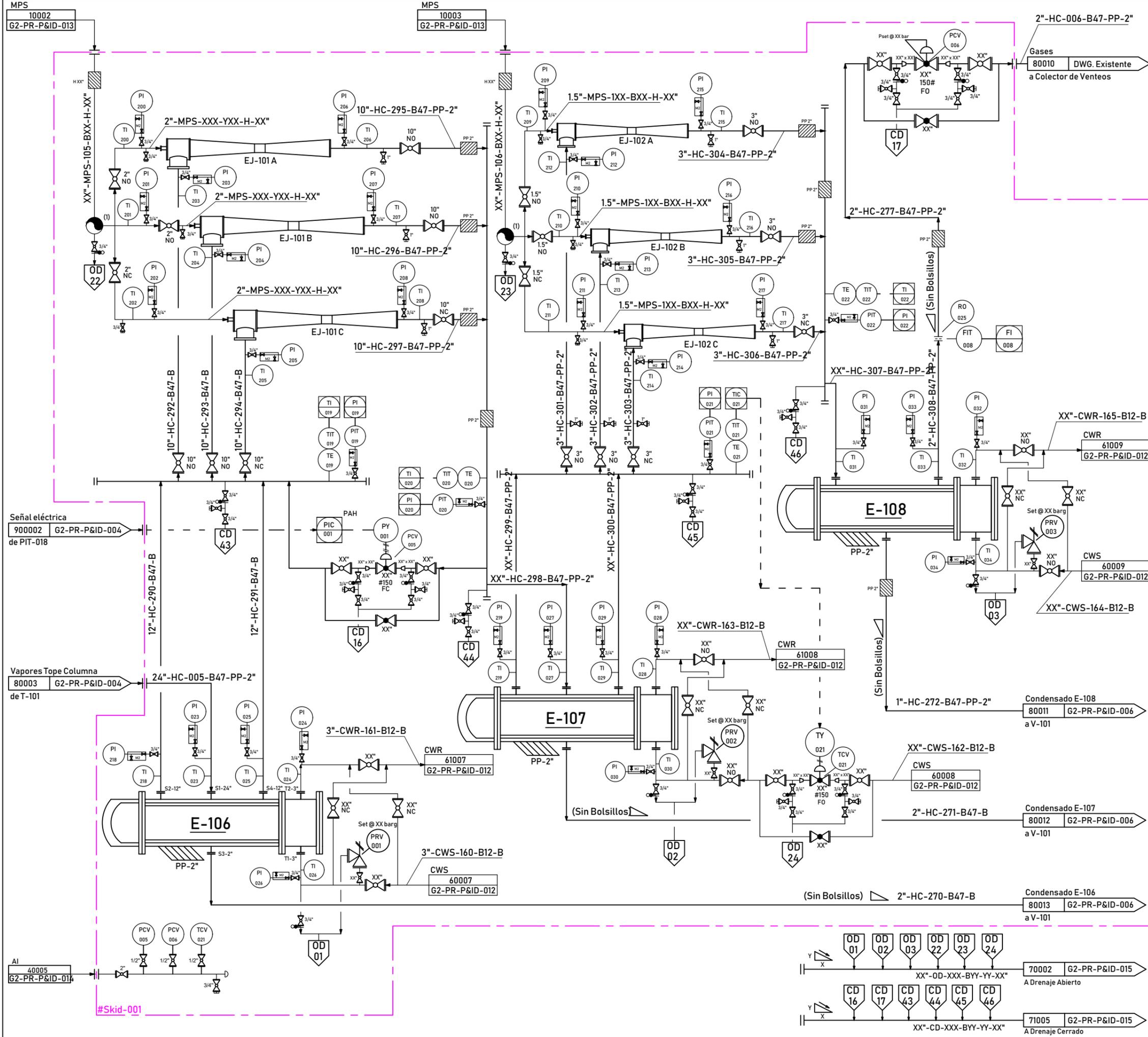
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS  
P&ID-005 TOPE PARTE I**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	06/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



### LISTADO DE EQUIPOS

#### EJ-101 A/B/C

Primer Etapa de Eyectores  
Relación de Compresión Operativa: 5

#### EJ-102 A/B/C

Segunda Etapa de Eyectores  
Relación de Compresión Operativa: 5

#### E-106

Pre Condensador  
Duty: 0.2555 MW  
Area Efectiva: 119.79 m2  
Pres. Diseño @ Temp:  
Carcasa: 372.06 KPaG @ 136.7 °C  
Tubos: 483.675 KPaG @ 66°C  
Matl (Carcasa/Tubos): AC/AC

#### E-107

Intercondensador

#### E-108

Postcondensador

### Notas

1. Separador ciclónico de líquido por coalescencia

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 005 - Tope Parte I

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-005	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



**G2-PR-P&ID-006-0**

Pág.: 1 De: 2

Rev. 0

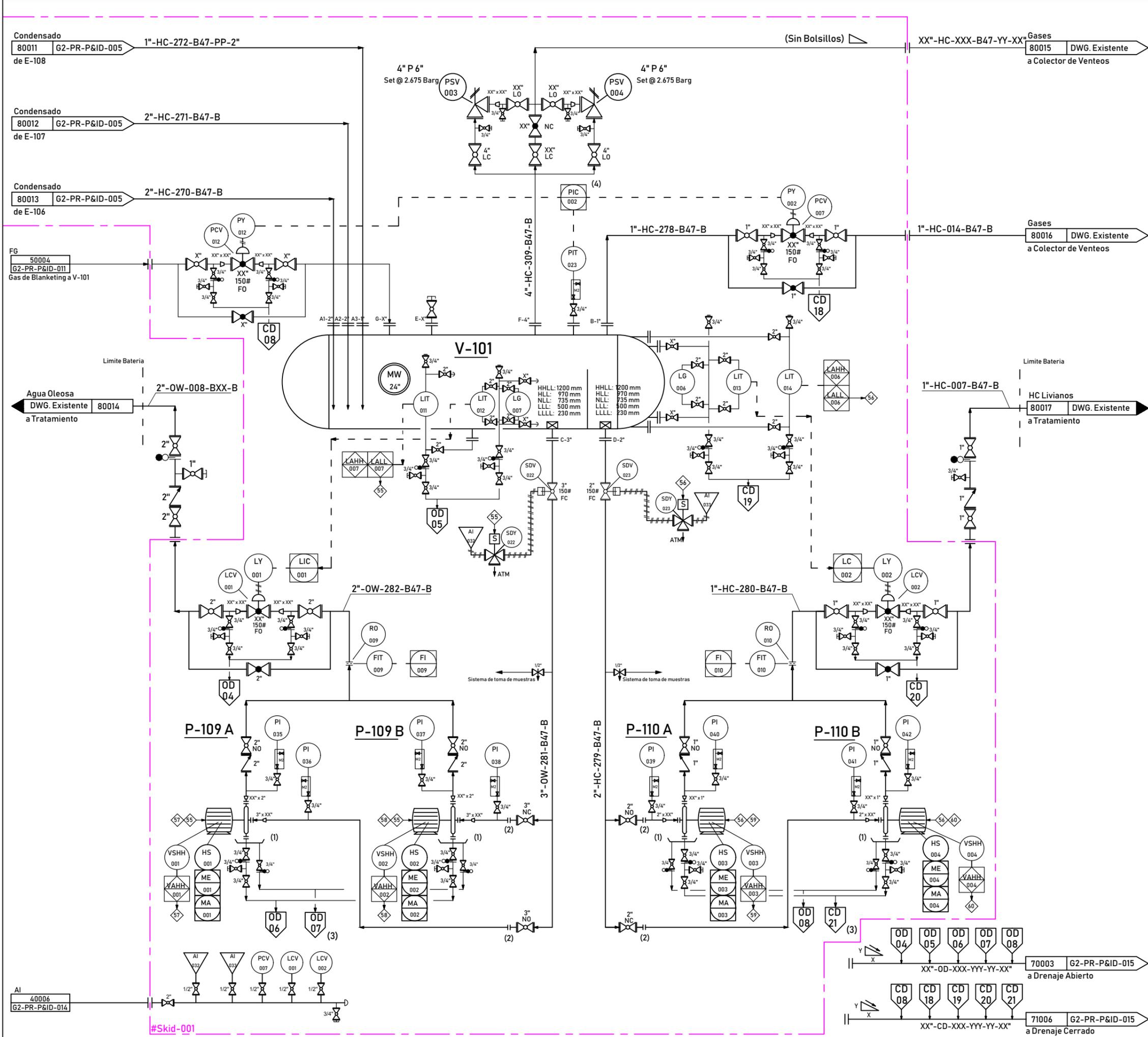
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

# **DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS P&ID-006 TOPE PARTE II**

## **UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR
0	06/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC



# LISTADO DE EQUIPOS

## V-101

Acumulator de Tope  
 Diámetro Interno: 1700 mm  
 Long. Efectiva: 2550 mm  
 Pres. Diseño @ Temp: 2.565 BarG @ 63°C  
 Matl: AC

## P-109 A/B

Bomba Agua Oleosa

## P-110 A/B

Bomba HC Livianos

### Notas

- Bomba elevada a 0.35 m del piso
- Filtro temporal
- Punto bajo
- Control de rango partido

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
 Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 006 - Tope Parte II

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-006	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



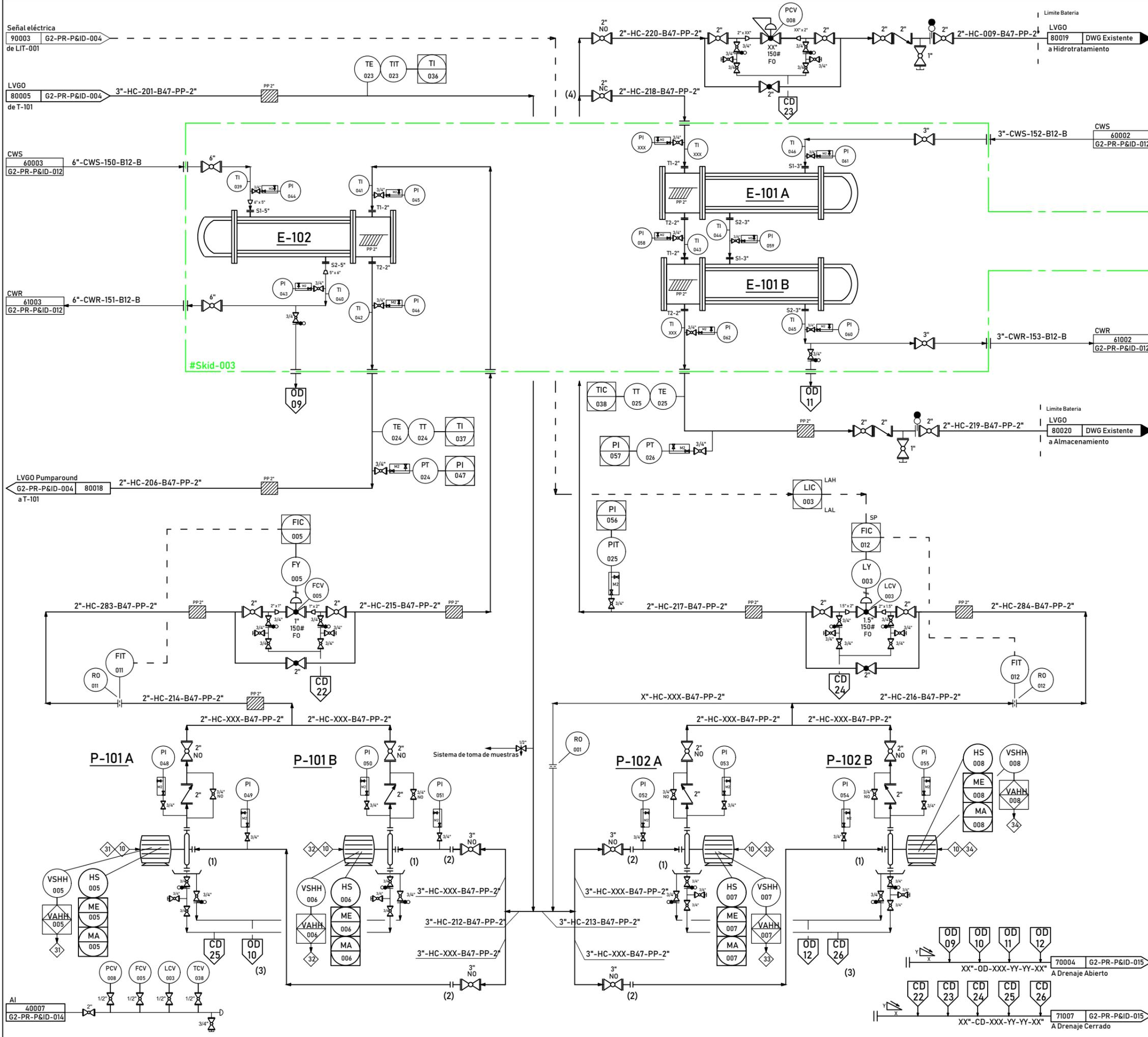
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS  
P&ID-007 SISTEMA DE BOMBEO Y  
ACONDICIONAMIENTO DE LVGO**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	16/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



## LISTADO DE EQUIPOS

### E-101 A/B

Intercambiador LVGO Producto  
 Duty: 0.3701 MW  
 Area Efectiva: 63.818 m<sup>2</sup>  
 Pres. Diseño @ Temp:  
 Carcasa: 565.288 KPaG @ 68 °C  
 Tubos: 734.875 KPaG @ 189.3°C  
 Matl (Carcasa/Tubos): AC/AC

### E-102

Intercambiador LVGO Pumparound  
 Duty: 0.6741 MW  
 Area Efectiva: 19.692 m<sup>2</sup>  
 Pres. Diseño @ Temp:  
 Carcasa: 484.675 KPaG @ 68°C  
 Tubos: 412.675 KPaG @ 189.2°C  
 Matl (Carcasa/Tubos): AC/AC

### P-101 A/B

Bomba LVGO Pumparound  
 Rated Capacity: 17.5 m<sup>3</sup>/hr  
 Rated Power: 2.42 kW

### P-102 A/B

Bomba LVGO Producto  
 Rated Capacity: 7 m<sup>3</sup>/hr  
 Rated Power: 2.69 kW

## Notas

- Bomba elevada a 0.35 m del suelo
- Filtro temporal
- Punto bajo
- Bifurcación Proceso/Almacenamiento

REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO
0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SL	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SL	MM	MC

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
 Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 007 - Sistema de bombeo y Acondicionamiento de LVGO

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-007	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



**G2-PR-P&ID-008-0**

Pág.: 1 De: 2

Rev. 0

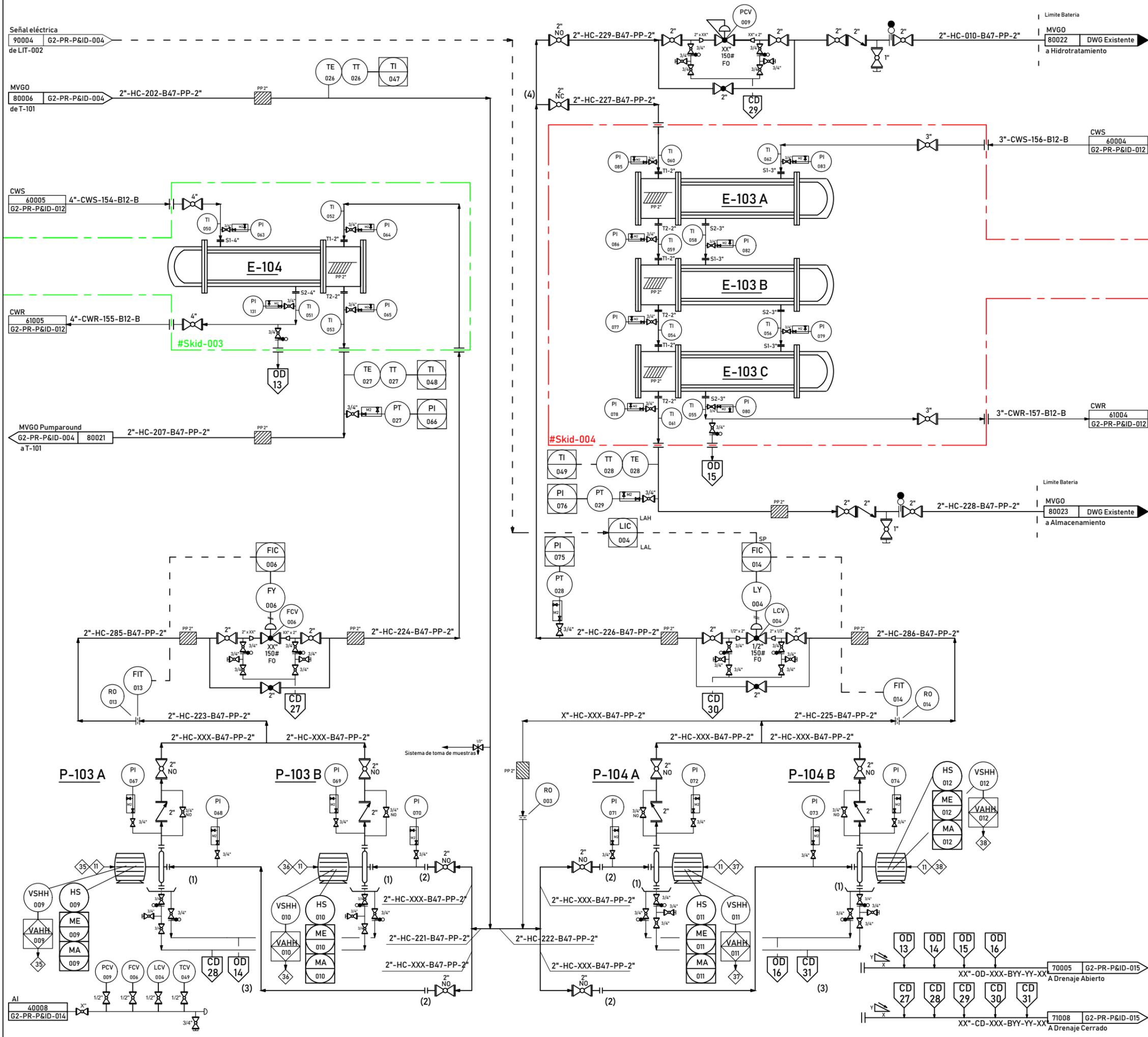
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

# **DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS P&ID-008 SISTEMA DE BOMBEO Y ACONDICIONAMIENTO DE MVGO**

## **UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR
0	09/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC



## LISTADO DE EQUIPOS

### E-103 A/B/C

Intercambiador MVGO Producto  
 Duty: 0.3364 MW  
 Area Efectiva: 52.125 m<sup>2</sup>  
 Pres. Diseño @ Temp:  
 Carcasa: 567.903 KPaG @ 68 °C  
 Tubos: 738.275 KPaG @ 251.9 °C  
 Matl (Carcasa/Tubos): AC/AC

### E-104

Intercambiador MVGO Pumparound  
 Duty: 0.4675 MW  
 Area Efectiva: 6.907 m<sup>2</sup>  
 Pres. Diseño @ Temp:  
 Carcasa: 483.675 KPaG @ 68 °C  
 Tubos: 382.775 KPaG @ 251.8 °C  
 Matl (Carcasa/Tubos): AC/AC

### P-103 A/B

Bomba MVGO Pumparound  
 Rated Capacity: 13.57 m<sup>3</sup>/hr  
 Rated Power: 5.63 kW

### P-104 A/B

Bomba MVGO Producto  
 Rated Capacity: 4.13 m<sup>3</sup>/hr  
 Rated Power: 14.2 kW

## Notas

- Bomba elevada a 0.35 m del suelo
- Filtro temporal
- Punto bajo
- Bifurcación Proceso/Almacenamiento

REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO
0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
 Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 008 - Sistema de bombeo y Acondicionamiento de MVGO

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-008	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



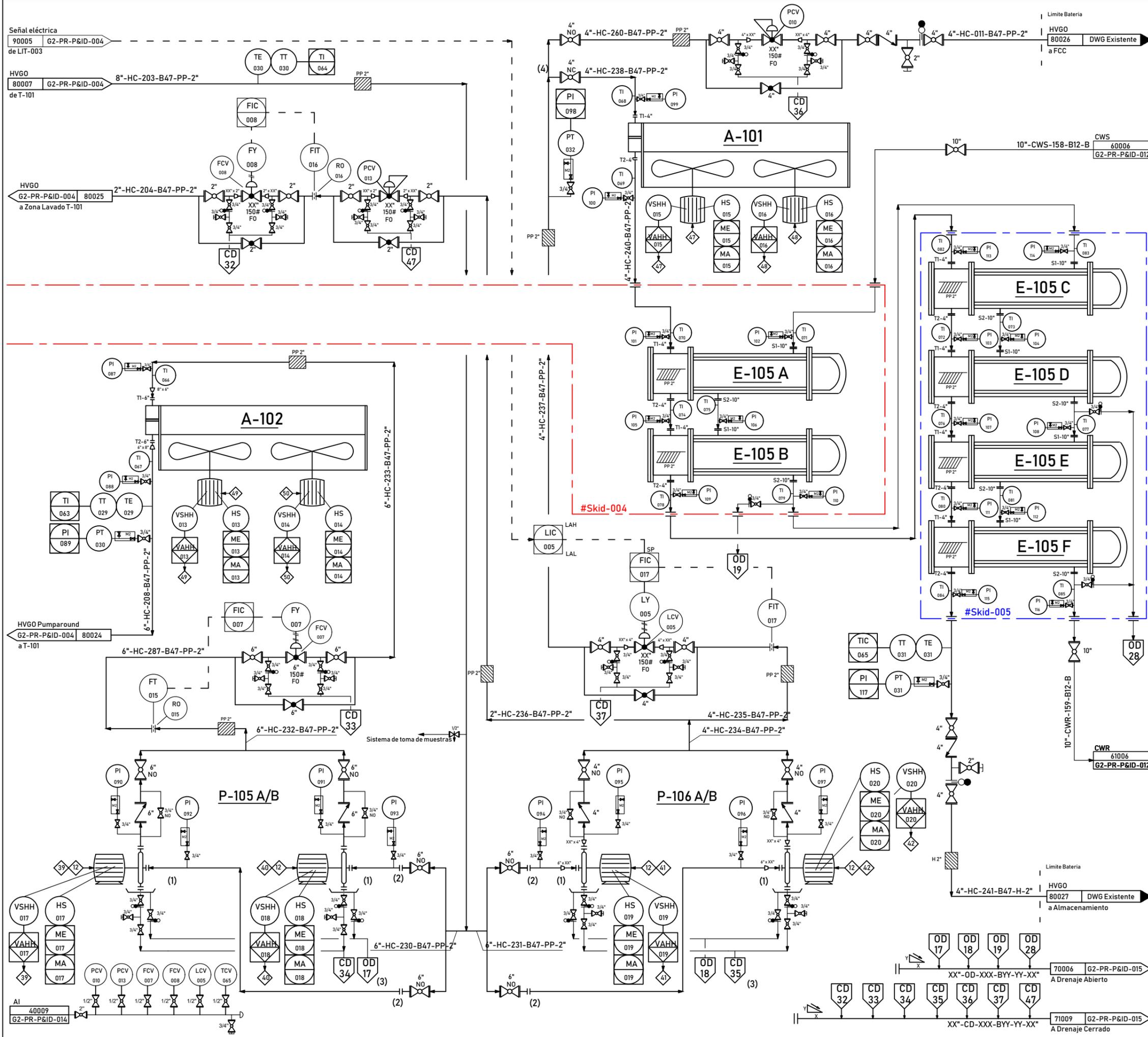
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS  
P&ID-009 SISTEMA DE BOMBEO Y  
ACONDICIONAMIENTO DE HVGO**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	02/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



## LISTADO DE EQUIPOS

### A-101

Aeroenfriador HVGO Producto  
 Duty: 5.453 MW  
 Area Efectiva: 2312.4 m2  
 Matl. Tubos: AC

### A-102

Aeroenfriador HVGO Pumparound  
 Duty: 7.629 MW  
 Area Efectiva: 2634.3 m2  
 Matl. Tubos: AC

### E-105 A/B/C/D/E/F

Intercambiador HVGO Producto  
 Duty: 3.2089 MW  
 Area Efectiva: 1061.8 m2  
 Pres. Diseño @ Temp:  
 Carcasa: 589.98 KPaG @ 68°C  
 Tubos: 766.975 KPaG @ 178°C  
 Matl (Carcasa/Tubos): AC/AC

### P-105 A/B

Bomba HVGO Pumparound  
 Rated Capacity: 174.4 m3/hr  
 Rated Power: 18.8 kW

### P-106 A/B

Bomba HVGO Producto  
 Rated Capacity: XX m3/hr  
 Rated Power: XX kW

## Notas

- Bomba elevada a 0.35 m del piso
- Filtro temporal
- Punto bajo
- Bifurcación Proceso/Almacenamiento

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS

Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 009 - Sistema de bombeo y Acondicionamiento de HVGO

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-009	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS  
P&ID-010 SISTEMA DE BOMBEO Y  
ACONDICIONAMIENTO SLOP WAX Y RESIDUO DE  
VACÍO**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	02/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

# LISTADO DE EQUIPOS

**A-103**

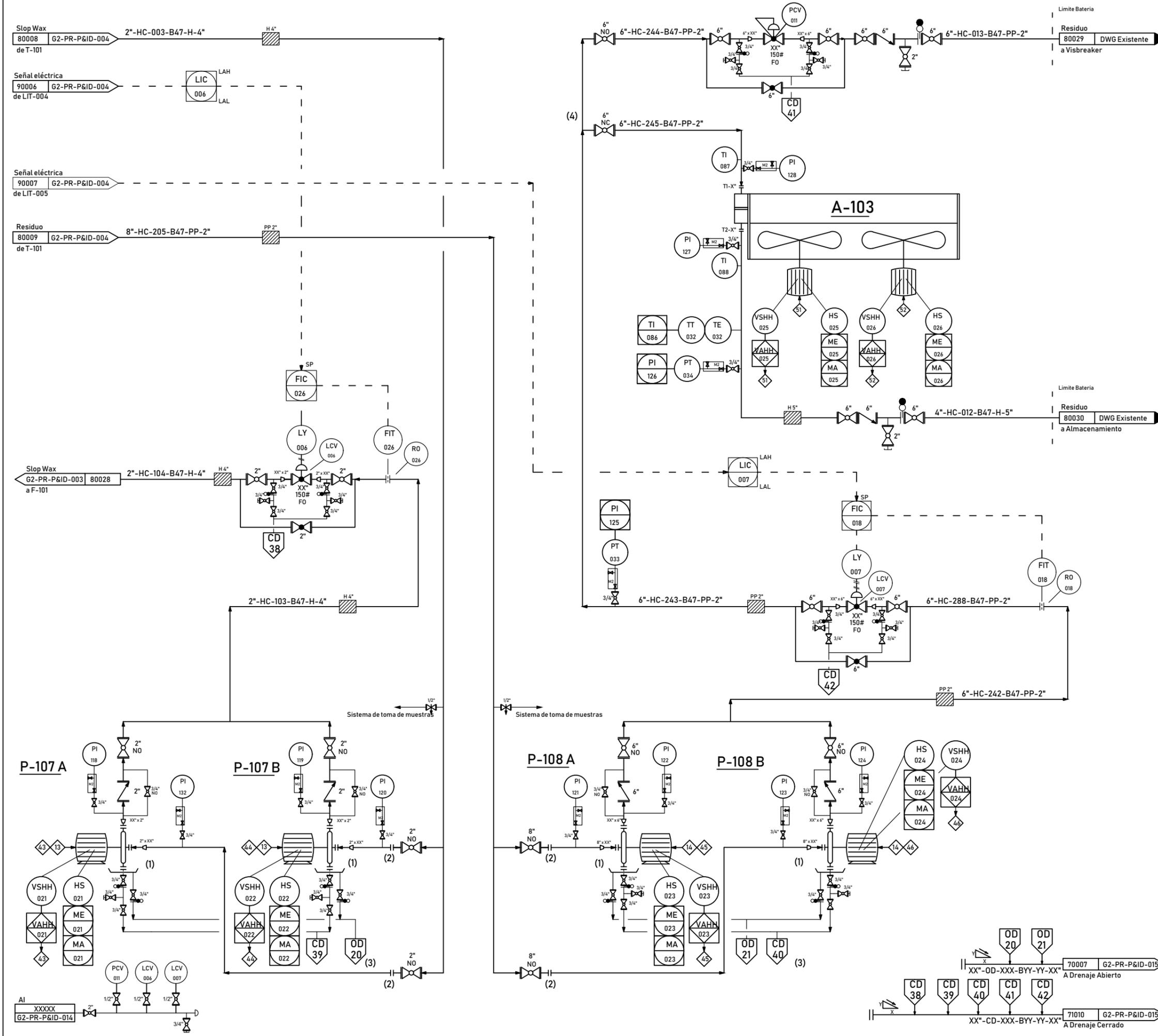
Aeroenfriador Residuo

**P-107 A/B**

Bomba Slop Wax

**P-108 A/B**

Bomba Residuo



## Notas

1. Bomba elevada a 0.35 m del piso
2. Filtro temporal
3. Punto bajo
4. Bifurcación Proceso/Almacenamiento

REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO
0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS

Unidad de Destilación al Vacío

P&ID 010 - Sistema de bombeo y Acondicionamiento de Slop Wax y Residuo de Vacío

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-010	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------





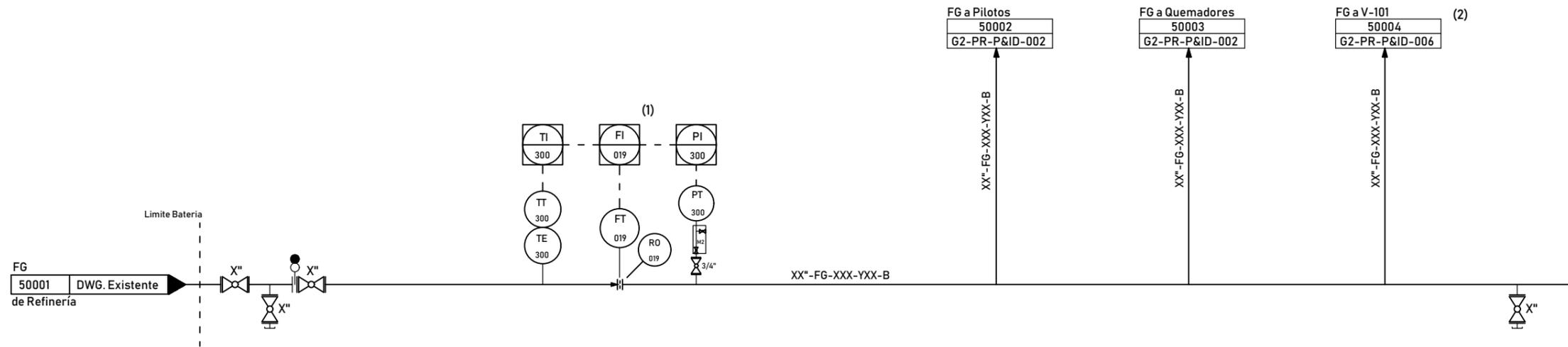
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS  
P&ID-011 SERVICIO DE FUEL GAS**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	11/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



**Notas**

- 1. Compensado por Presión y Temperatura
- 2. Gas de Blanketing a V-101

REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO
0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
 Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 011 - Servicio de Fuel Gas

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-011	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



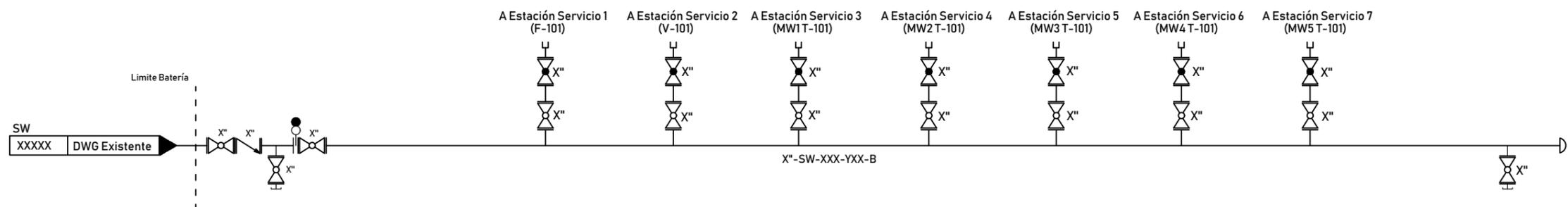
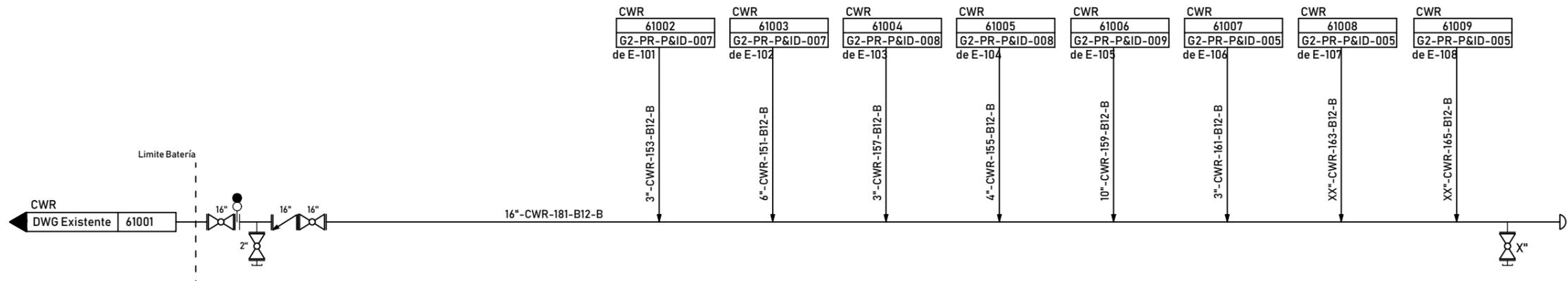
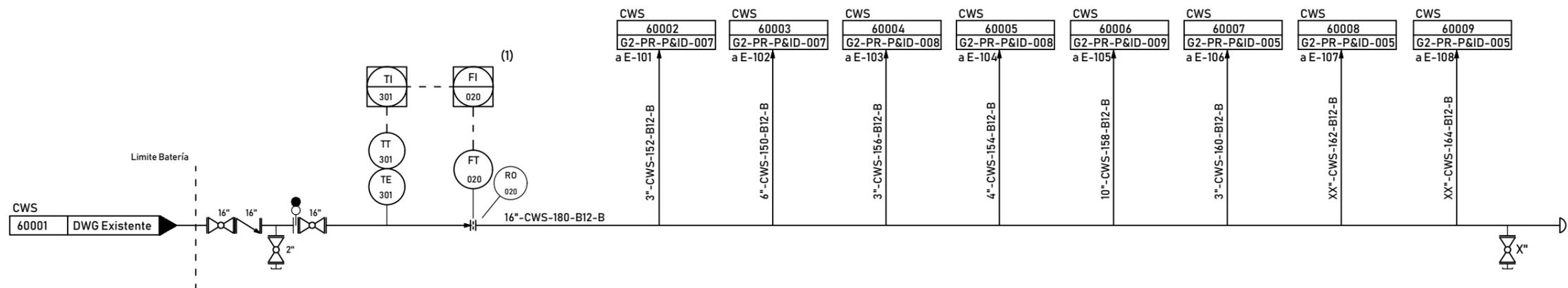
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS  
P&ID-012 SERVICIO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	11/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



**Notas**

1. Compensado por Temperatura

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS

Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 012 - Servicio de Agua

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-012	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



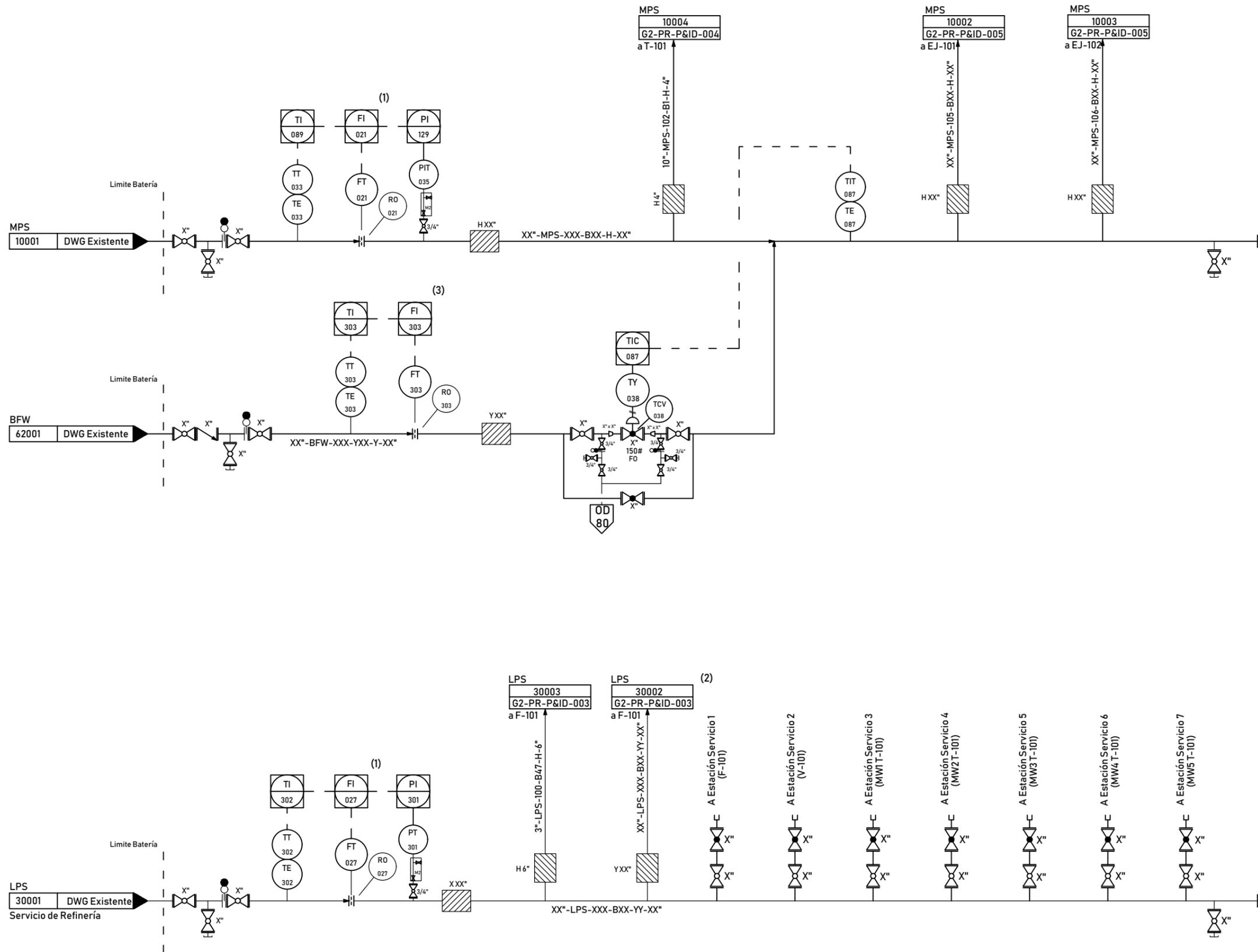
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS  
P&ID-013 SERVICIO DE VAPOR**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	11/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



**Notas**

1. Compensado por Presión y Temperatura
2. Vapor de Baja a Horno F-101 para aplacar mezcla combustible-aire
3. Compensado por Temperatura

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO

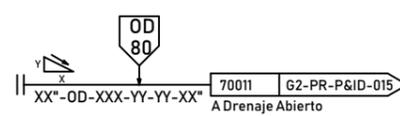
GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 013 - Servicio de Vapor

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-013	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------





**G2-PR-P&ID-014-0**

Pág.: 1 De: 2

Rev. 0

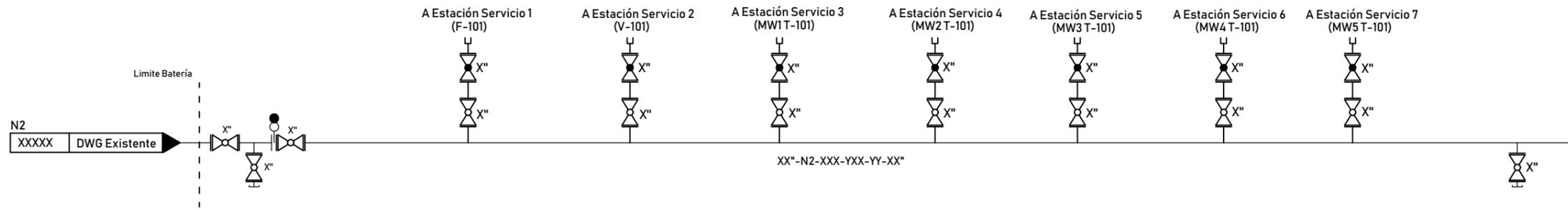
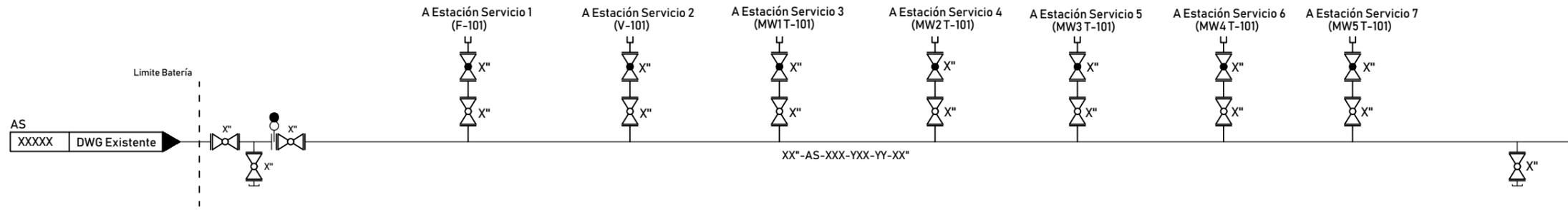
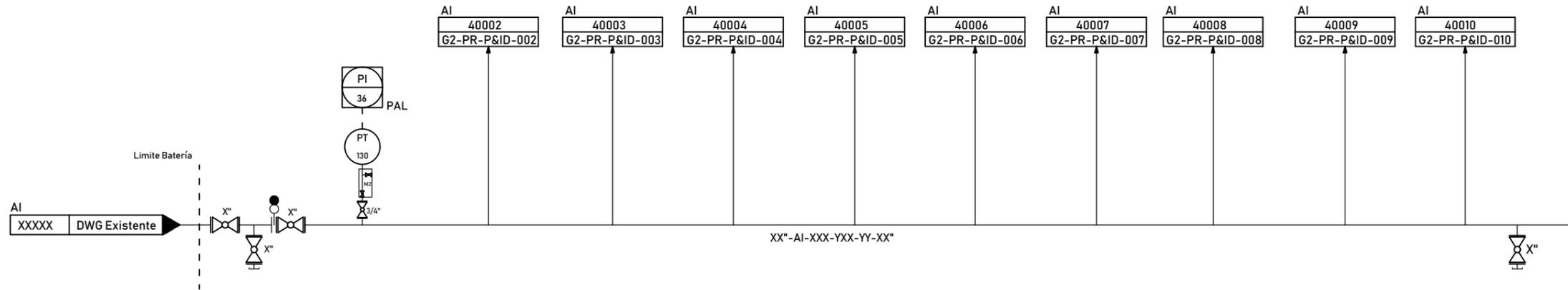
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS

# DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS P&ID-014 SERVICIO DE AIRE

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR
0	16/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC



**Notas**

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 014 - Servicio de Aire

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-014	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



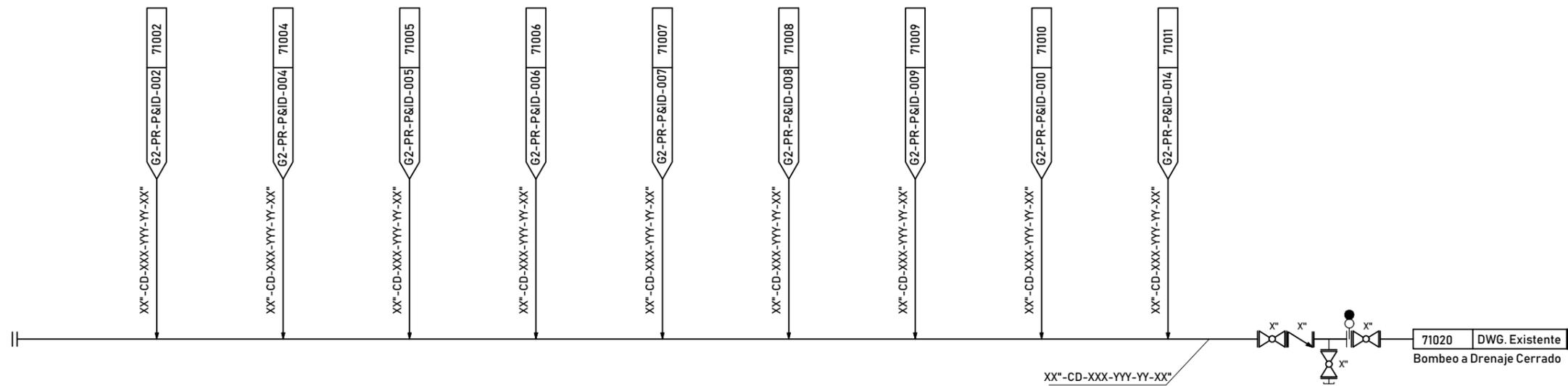
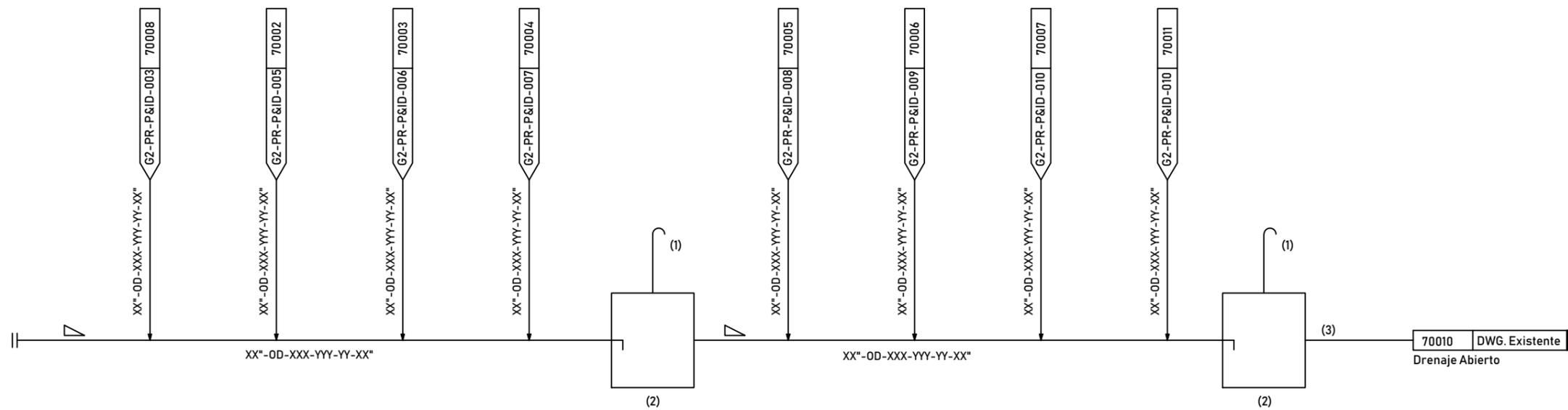
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS**

**DIAGRAMA DE CAÑERÍAS E INSTRUMENTOS  
P&ID-015 SISTEMA DE DRENAJES**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	17/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



**Notas**

1. Venteo a lugar seguro
2. Cantidad de arquetas a definir por ingeniería de detalle
3. Red existente

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
A	01/04/2019	EMISION PRELIMINAR	EB-JJ-MF-MO-SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
 Unidad de Destilación al Vacío



P&ID 015 - Sistema de Drenajes

ESCALA	S/E	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-PR-P&ID-015	REV. 0
--------	-----	---------	-----------	-------------------------	--------



**G2-PR-HDA-001-0**

Pág.: 1 De: 6

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS AEROENFRIADOR A-101

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



# Final Results

Released to the following organization:

ITBA  
Windows User

Xace Ver. 7 SP1 9/19/2019 17:15 SN: 01014-614407212

SI Units

Rating-Horizontal air-cooled heat exchanger forced draft countercurrent to crossflow

	Process Data		Airside		Tubeside	
			Aire-HVGO-Prod-2	Sens. Gas	238**	Sens. Liquid
Fluid name						
Fluid condition						
Total flow rate	(kg/s)		44.297			14.125
Weight fraction vapor, In/Out	(--)	1.0000	1.0000		0.0000	0.0000
Temperature, In/Out	(Deg C)	38.00	159.70		299.03	150.00
Skin temperature, Min/Max	(Deg C)	86.55	218.21		111.86	265.80
Wall temperature, Min/Max	(Deg C)	86.55	218.21		88.45	221.78
Pressure, In/Out	(kPa)	101.09	100.95		757.51	704.30
Pressure drop, Total/Allowed	(Pa)   (kPa)	146.45	0.00		53.215	0.000
Pressure Drop, A-frame reflux section	(kPa)					
Velocity - Midpoint	(m/s)	5.92			1.40	
- In/Out	(m/s)				1.53	1.34
Film coefficient, Bare/Extended	(W/m2-K)	989.51	42.71		1868.3	
Mole fraction inert	(--)					
Heat transfer safety factor	(--)		1.0000			1.0000
Fouling resistance	(m2-K/W)		0.000000			0.000500

### Overall Performance Data

Overall coef, Design/Clean/Actual	(W/m2-K)	18.577 / 25.374 / 18.762
Heat duty, Calculated/Specified	(MegaWatts)	5.4540 / 5.4524
Effective mean temperature difference	(Deg C)	126.92

See Runtime Message Report for Warning Messages.

### Unit and Bundle Construction Information

Bays in parallel/unit	(--)	1	Bundles in parallel/bay		1
Extended area/unit	(m2)	2312.4	Bare area/unit	(m2)	99.811
Extended area/bundle	(m2)	2312.4	Bare area/bundle	(m2)	99.811
Tubepasses/Tuberows	(--)	6 / 6	Number of tubes/bundle	(--)	210
Tubecount, Odd rows/Even rows	(--)	35 / 35	Edge seals	(--)	Yes
Bundle width	(m)	2.376	Fan guard	(--)	No
Clearance	(mm)	9.525	Louvers	(--)	No
Header depth	(mm)	101.60	Steam coil	(--)	No
<b>Header Box</b>			Hail screen	(--)	No
- Plate thickness	(mm)	22.225	<b>Tube support information</b>		
- Tubesheet thickness	(mm)	31.750	- Number	(--)	3
Plenum type		Box	- Width	(mm)	25.400
Weight/Bundle	(kg)	5187	Orientation (from horiz.)	(deg)	0.00
Structure weight	(kg)	2452	Tubeside volume	(L)	595.1
Total weight, Dry / Wet	(kg)	9771 / 10366			
Ladder/walkway weight	(kg)	2133	Cost Factor	(--)	51.452

### Tube Information

Straight length	(m)	6.096	Tube type		High-finned
Unfinned length	(mm)	0.000	Unheated length	(mm)	139.70
Layout	(--)	Staggered	Area ratio (fin/bare)	(--)	23.168
Transverse pitch	(mm)	66.675	Fins per unit length	(fin/meter)	433.1
Longitudinal pitch	(mm)	57.741	Fin root diameter	(mm)	26.264
Tube form	(--)	Straight	Fin height	(mm)	15.443
Outside diameter	(mm)	25.400	Fin thickness at base	(mm)	0.432
Inside diameter	(mm)	21.184	Fin thickness at tip	(mm)	0.216
Area ratio (out/in)	(--)	27.779	Fin type	(--)	Circular
Over fin diameter	(mm)	57.150	Fin efficiency	(%)	80.8
Tube material		Carbon steel	Internal tube type		None
Fin material		Aluminum 1100-annealed			



# Final Results

Released to the following organization:

ITBA  
Windows User

Xace Ver. 7 SP1 9/19/2019 17:15 SN: 01014-614407212

SI Units

Problem-

Case :

Rating-Horizontal air-cooled heat exchanger forced draft countercurrent to crossflow

Inlet Airside Velocities		Actual	Standard
Face velocity	(m/s)	2.70	2.55
Maximum velocity	(m/s)	5.20	4.90
Volumetric flow	(100 m3/min)	23.481	22.123
Maximum mass velocity	(kg/s-m2)	5.889	
Air humidity	(%)		
Volumetric flow per fan at fan inlet	(100 m3/min)	11.740	
Velocity at fan inlet	(m/s)	6.72	

Fan Description and Fan Power			
Number of fans per bay	(--)		2
Diameter	(m)		1.926
Tip clearance	(mm)		9.629
Ratio, fan area to bay face area	(--)		0.40
Fan ring type	(--)		Straight
Percent open area	- in fan guard (%)		0.0000
	- in hail screen (%)		0.0000
Ratio, ground clearance to fan diameter	(--)		
Percent blockage, other obstruction	(%)		0.0000
Bundle pressure drop/ Velocity pressure	(Pa)	123.44 /	25.59
Fan and drive efficiency	(%)		65.000
Motor power per fan-design air temperature	(kW)		5.10
Motor power per fan-minimum air temperature	(kW)		5.59
Ambient temperature, maximum / minimum	(Deg C)	35.00 /	0.00

Two-Phase Parameters				
Method	Inlet	Center	Outlet	Mix F
Bundle flow fraction	(--)	1.000		

Heat Transfer and Pressure Drop Parameters			Tube Side	Outside
Midpoint j-factor		(--)		0.0073
Heat transfer	Wall Correction	(--)	0.9045	0.9446
	Row Correction	(--)		1.0000
Midpoint f-factor		(--)	0.0066	0.2524
Pressure drop	Wall Correction	(--)	1.0859	1.0285
	Row Correction	(--)		1.0033
Reynolds number	Inlet	(--)	146322	7997
	Midpoint	(--)	51602	7392
	Outlet	(--)	15523	6519
Fouling layer thickness		(mm)	0.000	0.000
Input minimum velocity		(m/s)		
Input maximum velocity		(m/s)		
Input minimum wall temperature		(Deg C)		
Input maximum wall temperature		(Deg C)		

Thermal Resistance (Percent)					Over Design
Air	Tube	Fouling	Metal	Bond	
43.93	27.90	26.06	2.11	0.00	1.00

Airside Pressure Drop (Percent)			
Across bundle	84.29	Other obstruction	0.00
Fan ring	15.71	Steam coil	0.00
Fan guard	0.00	Louvers	0.00
Ground clearance	0.00		

Tube Nozzle (Perpendicular)		Inlet	Outlet
Number of nozzles	(--)	1	1
Diameter	(mm)	102.26	102.26
Velocity	(m/s)	2.30	2.02
Nozzle R-V-SQ	(kg/m-s2)	3952.1	3465.6
Pressure drop	(kPa)	2.174	1.213

Problem-

Case- :

Rating-Horizontal air-cooled heat exchanger forced draft countercurrent to crossflow

**Mean Metal Temperatures**
**Mean tube metal temperature in each tubepass, (Deg C)**

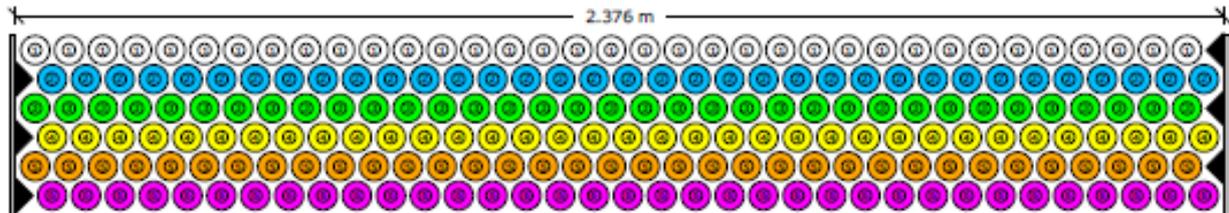
<u>Tuberow</u>	<u>Tubepass</u>	<u>Inside</u>	<u>Outside</u>	<u>Radial</u>
1	1	214.7	211.4	213.0
2	2	188.6	185.6	187.0
3	3	162.6	159.8	161.1
4	4	138.8	136.2	137.4
5	5	115.2	112.8	113.9
6	6	94.2	92.1	93.1

*For*  
*educational*  
*use only*

Problem-

Case- :

Rating-Horizontal air-cooled heat exchanger forced draft countercurrent to crossflow



Name	Type	Outer Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Transverse Pitch (mm)	Longitudinal Pitch (mm)	Fin Height (mm)
1	TubeType1 High-finned	25.400	2.1082	66.675	57.741	15.443

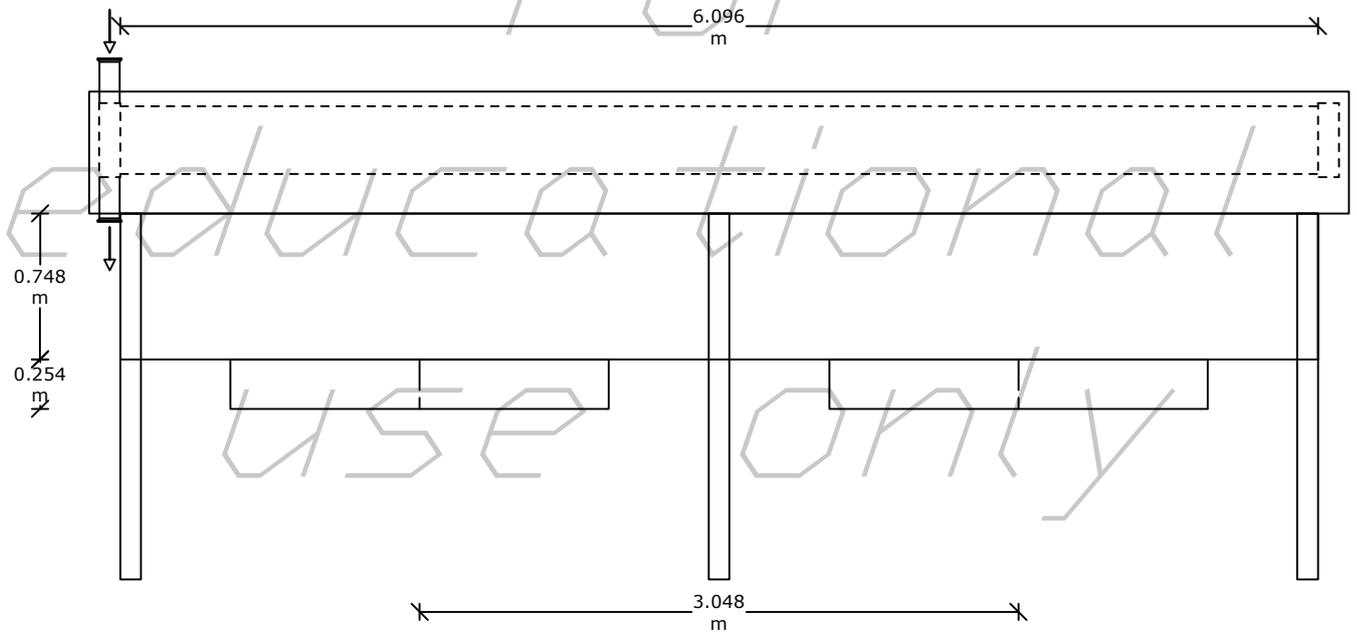
Row	Number of Tubes	Tube Type	Wall Clearance (mm)	Row	Number of Tubes	Tube Type	Wall Clearance (mm)
1	35	TubeType1	9.5250	4	35	TubeType1	42.862
2	35	TubeType1	42.862	5	35	TubeType1	9.5250
3	35	TubeType1	9.5250	6	35	TubeType1	42.862

### Bundle Information

Bundle width 2.376 m  
 Number of tube rows 6  
 Number of tubes 210  
 Minimum wall clearance  
     Left 9.5250 mm  
     Right 9.5250 mm  
 Number of tubes per pass  
 ● Tube pass # 1: 35  
 ● Tube pass # 2: 35  
 ● Tube pass # 3: 35  
 ● Tube pass # 4: 35  
 ● Tube pass # 5: 35  
 ● Tube pass # 6: 35

educational use only

Bay Width	2.421 m	Single bundle weight	5187 kg
Bays in parallel	1	Total bundle weight	--
Bundle width	2.376 m	Structure weight	2452 kg
Bundles in parallel	1	Walkway ladder weight	2133 kg
Fan diameter	1.926 m	Dry weight	9771 kg
Fans per bay	2	Wet weight	10366 kg
Ground clearance	--		
Plenum height	0.748 m		
Tube length	6.096 m		





**G2-PR-HDA-002-0**

Pág.: 1 De: 6

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS AEROENFRIADOR A-102

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



# Final Results

Released to the following organization:

ITBA  
Windows User

Xace Ver. 7 SP1 9/19/2019 17:22 SN: 01014-614407212

SI Units

:  
Rating-Horizontal air-cooled heat exchanger forced draft countercurrent to crossflow

	Process Data		Airside		Tubeside	
			Aire HVGO PA-2	Sens. Gas	233**	Sens. Liquid
Fluid name						
Fluid condition						
Total flow rate	(kg/s)		49.902			32.913
Weight fraction vapor, In/Out	(--)	1.0000	1.0000		0.0000	0.0000
Temperature, In/Out	(Deg C)	38.00	188.84		298.80	213.00
Skin temperature, Min/Max	(Deg C)	130.21	238.62		176.96	277.96
Wall temperature, Min/Max	(Deg C)	130.21	238.62		133.72	241.58
Pressure, In/Out	(kPa)	101.09	100.94		238.10	179.99
Pressure drop, Total/Allowed	(Pa)   (kPa)	151.02	0.00		58.108	0.000
Pressure Drop, A-frame reflux section	(kPa)					
Velocity - Midpoint	(m/s)	5.86			1.99	
- In/Out	(m/s)				2.08	1.92
Film coefficient, Bare/Extended	(W/m2-K)	971.41	41.93		3044.5	
Mole fraction inert	(--)					
Heat transfer safety factor	(--)		1.0000			1.0000
Fouling resistance	(m2-K/W)		0.000000			0.000500

Overall Performance Data						
Overall coef, Design/Clean/Actual	(W/m2-K)	20.737	/	29.324	/	20.837
Heat duty, Calculated/Specified	(MegaWatts)	7.6292	/	7.6268		
Effective mean temperature difference	(Deg C)	139.62				

See Runtime Message Report for Warning Messages.

Unit and Bundle Construction Information						
Bays in parallel/unit	(--)	1	Bundles in parallel/bay			1
Extended area/unit	(m2)	2634.3	Bare area/unit	(m2)		113.71
Extended area/bundle	(m2)	2634.3	Bare area/bundle	(m2)		113.71
Tubepasses/Tuberows	(--)	4 /	8	Number of tubes/bundle	(--)	240
Tubecount, Odd rows/Even rows	(--)	30 /	30	Edge seals	(--)	Yes
Bundle width	(m)	2.511	Fan guard	(--)		No
Clearance	(mm)	9.525	Louvers	(--)		No
Header depth	(mm)	101.60	Steam coil	(--)		No
Header Box			Hail screen	(--)		No
- Plate thickness	(mm)	34.925	Tube support information			
- Tubesheet thickness	(mm)	41.275	- Number	(--)		3
Plenum type		Box	- Width	(mm)		25.400
Weight/Bundle	(kg)	7250	Orientation (from horiz.)	(deg)		0.00
Structure weight	(kg)	2623	Tubeside volume	(L)		784.8
Total weight, Dry / Wet	(kg)	12050 /	12835			
Ladder/walkway weight	(kg)	2178	Cost Factor	(--)		54.350

Tube Information						
Straight length	(m)	6.096	Tube type			High-finned
Unfinned length	(mm)	0.000	Unheated length	(mm)		158.75
Layout	(--)	Staggered	Area ratio (fin/bare)	(--)		23.168
Transverse pitch	(mm)	82.550	Fins per unit length	(fin/meter)		433.1
Longitudinal pitch	(mm)	71.488	Fin root diameter	(mm)		26.264
Tube form	(--)	Straight	Fin height	(mm)		15.443
Outside diameter	(mm)	25.400	Fin thickness at base	(mm)		0.432
Inside diameter	(mm)	21.184	Fin thickness at tip	(mm)		0.216
Area ratio (out/in)	(--)	27.779	Fin type	(--)		Circular
Over fin diameter	(mm)	57.150	Fin efficiency	(%)		81.3
Tube material		Carbon steel	Internal tube type			None
Fin material		Aluminum 1100-annealed				



# Final Results

Released to the following organization:

ITBA  
Windows User

Xace Ver. 7 SP1 9/19/2019 17:22 SN: 01014-614407212

SI Units

Problem-

Case- :

Rating-Horizontal air-cooled heat exchanger forced draft countercurrent to crossflow

Inlet Airside Velocities		Actual	Standard
Face velocity	(m/s)	2.88	2.71
Maximum velocity	(m/s)	4.76	4.49
Volumetric flow	(100 m3/min)	26.452	24.922
Maximum mass velocity	(kg/s-m2)	5.392	
Air humidity	(%)		
Volumetric flow per fan at fan inlet	(100 m3/min)	13.226	
Velocity at fan inlet	(m/s)	7.16	

Fan Description and Fan Power			
Number of fans per bay	(--)		2
Diameter	(m)		1.979
Tip clearance	(mm)		9.897
Ratio, fan area to bay face area	(--)		0.40
Fan ring type	(--)		Straight
Percent open area	- in fan guard (%)		0.0000
	- in hail screen (%)		0.0000
Ratio, ground clearance to fan diameter	(--)		
Percent blockage, other obstruction	(%)		0.0000
Bundle pressure drop/ Velocity pressure	(Pa)	124.87 /	29.09
Fan and drive efficiency	(%)		65.000
Motor power per fan-design air temperature	(kW)		6.01
Motor power per fan-minimum air temperature	(kW)		6.55
Ambient temperature, maximum / minimum	(Deg C)	35.00 /	0.00

Two-Phase Parameters				
Method	Inlet	Center	Outlet	Mix F
Bundle flow fraction	(--)	1.000		

Heat Transfer and Pressure Drop Parameters			Tube Side	Outside
Midpoint j-factor		(--)		0.0079
Heat transfer	Wall Correction	(--)	0.9389	0.9353
	Row Correction	(--)		1.0000
Midpoint f-factor		(--)	0.0055	0.2112
Pressure drop	Wall Correction	(--)	1.0528	1.0481
	Row Correction	(--)		1.0000
Reynolds number	Inlet	(--)	199896	7273
	Midpoint	(--)	123675	6396
	Outlet	(--)	65695	5645
Fouling layer thickness		(mm)	0.000	0.000
Input minimum velocity		(m/s)		
Input maximum velocity		(m/s)		
Input minimum wall temperature		(Deg C)		0.00
Input maximum wall temperature		(Deg C)		

Thermal Resistance (Percent)					Over Design
Air	Tube	Fouling	Metal	Bond	
49.70	19.01	28.94	2.35	0.00	0.49

Airside Pressure Drop (Percent)			
Across bundle	82.68	Other obstruction	0.00
Fan ring	17.32	Steam coil	0.00
Fan guard	0.00	Louvers	0.00
Ground clearance	0.00		

Tube Nozzle (Perpendicular)		Inlet	Outlet
Number of nozzles	(--)	1	1
Diameter	(mm)	154.05	154.05
Velocity	(m/s)	2.36	2.18
Nozzle R-V-SQ	(kg/m-s2)	4172.1	3851.6
Pressure drop	(kPa)	2.295	1.348

Released to the following organization:

*ITBA*
*Windows User*

Xace Ver. 7 SP1 9/18/2019 18:14 SN: 01014-614407212

**SI Units**

Problem-

Case- :

Rating-Horizontal air-cooled heat exchanger forced draft countercurrent to crossflow

**Mean Metal Temperatures**

Mean tube metal temperature in each tubepass, (Deg C)

<u>Tuberow</u>	<u>Tubepass</u>	<u>Inside</u>	<u>Outside</u>	<u>Radial</u>
1	1	237.1	234.4	235.6
2	1	229.0	225.9	227.3
3	2	211.0	208.0	209.4
4	2	202.4	199.0	200.5
5	3	181.7	178.5	180.0
6	3	172.6	169.0	170.7
7	4	150.8	147.3	148.9
8	4	141.5	137.8	139.5

*For*
*educational*
*use only*

Released to the following organization:

ITBA

Windows User

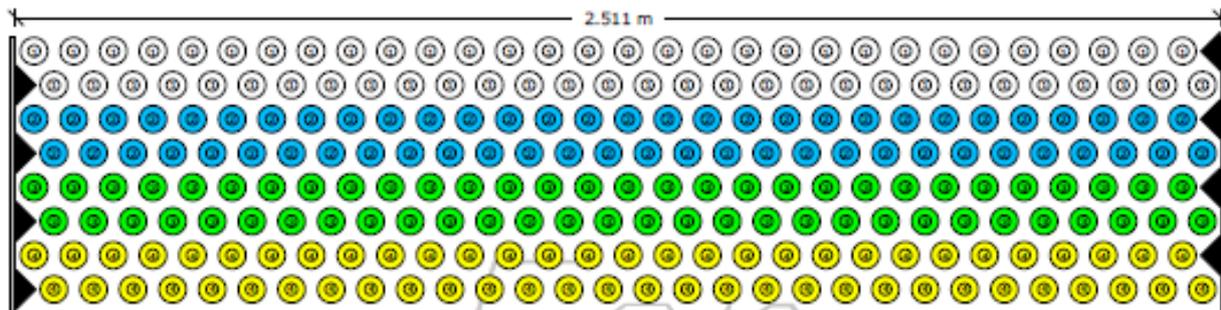
Xace Ver. 7 SP1 9/16/2019 18:14 SN: 01014-614407212

SI Units

Problem-

Case- :

Rating-Horizontal air-cooled heat exchanger forced draft countercurrent to crossflow



Name	Type	Outer Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Transverse Pitch (mm)	Longitudinal Pitch (mm)	Fin Height (mm)
1 TubeType1	High-finned	25.400	2.1082	82.550	71.488	15.443

### Bundle Information

Bundle width 2.511 m

Number of tube rows 8

Number of tubes 240

Minimum wall clearance

Left 9.5250 mm

Right 9.5250 mm

Number of tubes per pass

○ Tube pass # 1: 60

● Tube pass # 2: 60

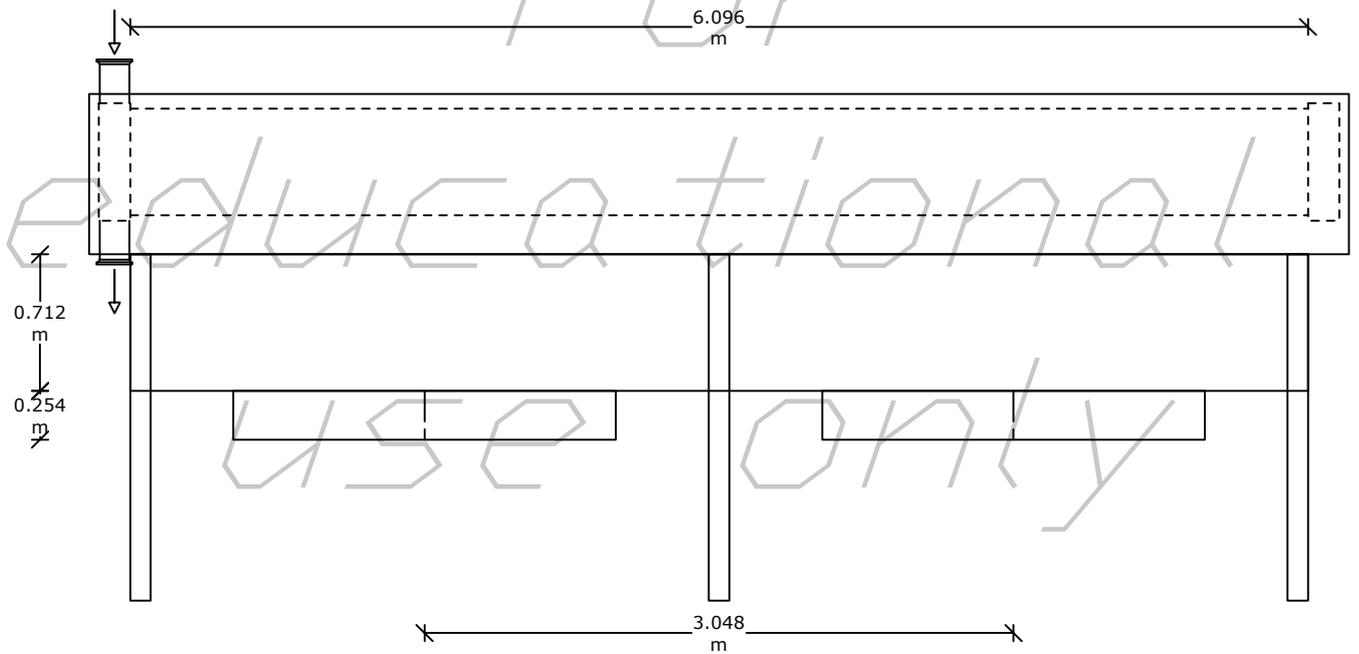
● Tube pass # 3: 60

● Tube pass # 4: 60

Row	Number of Tubes	Tube Type	Wall Clearance (mm)	Row	Number of Tubes	Tube Type	Wall Clearance (mm)
1	30	TubeType1	9.5250	5	30	TubeType1	9.5250
2	30	TubeType1	50.800	6	30	TubeType1	50.800
3	30	TubeType1	9.5250	7	30	TubeType1	9.5250
4	30	TubeType1	50.800	8	30	TubeType1	50.800

use only

Bay Width	2.581 m	Single bundle weight	7250 kg
Bays in parallel	1	Total bundle weight	--
Bundle width	2.511 m	Structure weight	2623 kg
Bundles in parallel	1	Walkway ladder weight	2178 kg
Fan diameter	1.979 m	Dry weight	12050 kg
Fans per bay	2	Wet weight	12835 kg
Ground clearance	--		
Plenum height	0.712 m		
Tube length	6.096 m		





**G2-PR-HDE-001-0**

Pág.: 1 De: 10

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS INTERCAMBIADOR E-101

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

Service of Unit		Item No.			
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel 2 Series
Surf/Unit (Gross/Eff)	64.214 / 63.818 m2	Shell/Unit	2	Surf/Shell (Gross/Eff)	32.107 / 31.909 m2

### PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		152		218**	
Fluid Quantity, Total		8.7646		1.3744	
Vapor (In/Out)		0.00	0.00	0.00	0.00
Liquid		100.00	100.00	100.00	100.00
Temperature (In/Out)		30.00	40.00	161.33	40.00
Density		995.23	991.89	776.84	862.40
Viscosity		0.7972	0.6514	0.5310	3.9452
Specific Heat		4.2232	4.2266	2.4742	1.9218
Thermal Conductivity		0.6182	0.6315	0.1299	0.1547
Critical Pressure					
Inlet Pressure		415.00		623.50	
Velocity				0.24	0.47
Pressure Drop, Allow/Calc		100.00	19.889	100.00	23.521
Average Film Coefficient		4794.3		229.20	
Fouling Resistance (min)		0.000500		0.000500	
Heat Exchanged		0.3702 MegaWatts	MTD (Corrected)	45.6 C	Overdesign 12.50 %
Transfer Rate, Service		127.06 W/m2-K	Calculated	142.94 W/m2-K	Clean 175.44 W/m2-K

### CONSTRUCTION OF ONE SHELL

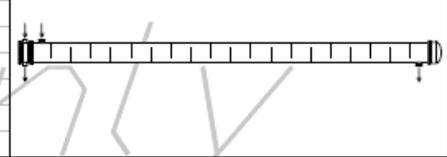
Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

		Shell Side		Tube Side	
Design Pressure		565.29		734.88	
Design Temperature		68.00		189.30	
No Passes per Shell		1		4	
Flow Direction		Downward		Downward	
Connections		In	mm	1	@ 77.927
Size & Rating		Out	mm	1	@ 49.251
		Liq. Out	mm	1	@

Tube No.	80.000	OD	19.050 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	6.706 m	Pitch	25.400 mm	Tube pattern	90
Tube Type	Plain		Material	Carbon steel		Pairs seal strips	1				
Shell ID	333.35 mm		Kettle ID	mm		Passlane Seal Rod No.					
Cross Baffle Type	Perpend.		%Cut (Diam)	25		Impingement Plate	Rectangular plate				
Spacing(c/c)	329.61 mm		Inlet	mm		No. of Crosspasses	20				
Rho-V2-Inlet Nozzle	kg/m-s2		Shell Entrance	kg/m-s2		Shell Exit	kg/m-s2				
			Bundle Entrance	kg/m-s2		Bundle Exit	kg/m-s2				
Weight/Shell	kg		Filled with Water	kg		Bundle	kg				

Notes:		Thermal Resistance, %		Velocities, m/s		Flow Fractions	
		Shell	2.67	Shellside	0.24	A	0.049
		Tube	82.36	Tubeside	0.47	B	0.478
		Fouling	14.44	Crossflow	0.23	C	0.284
		Metal	0.53	Window	0.62	E	0.069
						F	0.120

Service of Unit		Item No.					
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel	1 Series	
Surf/Unit (Gross/Eff)	32.107 / 31.909	m2	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	32.107 / 31.909	m2
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>							
Fluid Allocation		Shell Side			Tube Side		
Fluid Name		152			218**		
Fluid Quantity, Total		8.7646			1.3744		
Vapor (In/Out)		0.00			0.00		
Liquid		100.00			100.00		
Temperature (In/Out)		31.19			40.00		
Density		994.88			991.89		
Viscosity		0.7775			0.6514		
Specific Heat		4.2244			4.2266		
Thermal Conductivity		0.6199			0.6315		
Critical Pressure							
Inlet Pressure		405.03			623.50		
Velocity					0.24		
Pressure Drop, Allow/Calc		100.00			9.922		
Average Film Coefficient		4916.2			334.98		
Fouling Resistance (min)		0.000500			0.000500		
Heat Exchanged		0.3262 MegaWatts		MTD (Corrected)		60.2 C	
Transfer Rate, Service		169.59 W/m2-K		Calculated		191.48 W/m2-K	
						Overdesign 12.91 %	
						Clean 245.08 W/m2-K	
<b>CONSTRUCTION OF ONE SHELL</b>				<b>Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)</b>			
Design Pressure		kPaG		Shell Side		Tube Side	
				565.29		734.88	
Design Temperature		C		68.00		189.30	
No Passes per Shell				1		4	
Flow Direction				Downward		Downward	
Connections		In mm		1 @ 77.927		1 @ 49.251	
Size & Rating		Out mm		1 @ 77.927		1 @ 49.251	
		Liq. Out mm		@		1 @	
Tube No.	80.000	OD	19.050	mm	Thk(Avg)	2.108	mm
Tube Type	Plain	Material	Carbon steel		Length	6.706	m
Shell ID	333.35	mm	Kettle ID	mm	Pitch	25.400	mm
Cross Baffle Type	Perpend.	Single-Seg.	%Cut (Diam)	25	Pairs seal strips	1	
Spacing(c/c)	329.61	mm	Inlet	402.21	mm	Passlane Seal Rod No.	3
Rho-V2-Inlet Nozzle	3394.3	kg/m-s2	Shell Entrance	1982.7	kg/m-s2	Impingement Plate	Rectangular plate
			Bundle Entrance	84.84	kg/m-s2	No. of Crosspasses	20
			Shell Exit	781.24	kg/m-s2	Bundle Exit	112.59
			Bundle Exit	112.59	kg/m-s2	Bundle	635.69
Weight/Shell	1803.0	kg	Filled with Water	2372.9	kg		
Notes:				Thermal Resistance, %		Velocities, m/s	
				Shell		3.89	
				Shellside		0.24	
				Tube		73.41	
				Tubeside		0.47	
				Fouling		21.87	
				Crossflow		0.23	
				Metal		0.83	
				Window		0.62	
						E	
						0.068	
						F	
						0.120	

Service of Unit				Item No.																							
Type	AES			Orientation	Horizontal		Connected In	1 Parallel	1 Series																		
Surf/Unit (Gross/Eff)	32.107	/	31.909	m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	32.107	/	31.909	m <sup>2</sup>																
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>																											
Fluid Allocation				Shell Side				Tube Side																			
Fluid Name				152				218**																			
Fluid Quantity, Total				kg/s				8.7646																			
Vapor (In/Out)				wt%				0.00																			
Liquid				wt%				100.00																			
Temperature (In/Out)				C				30.00																			
Density				kg/m <sup>3</sup>				995.23																			
Viscosity				mN-s/m <sup>2</sup>				0.7972																			
Specific Heat				kJ/kg-C				4.2232																			
Thermal Conductivity				W/m-C				0.6182																			
Critical Pressure				kPa																							
Inlet Pressure				kPa				415.00																			
Velocity				m/s				0.24																			
Pressure Drop, Allow/Calc				kPa				100.00																			
Average Film Coefficient				W/m <sup>2</sup> -K				4564.6																			
Fouling Resistance (min)				m <sup>2</sup> -K/W				0.000500																			
Heat Exchanged				0.0440 MegaWatts				MTD (Corrected)				16.3	C	Overdesign	11.68	%											
Transfer Rate, Service				84.53 W/m <sup>2</sup> -K				Calculated				94.40	W/m <sup>2</sup> -K	Clean	105.80	W/m <sup>2</sup> -K											
<b>CONSTRUCTION OF ONE SHELL</b>																											
				Shell Side				Tube Side																			
Design Pressure				kPaG				565.29																			
Design Temperature				C				68.00																			
No Passes per Shell				1				4																			
Flow Direction				Downward				Downward																			
Connections		In	mm	1	@	77.927	1	@	49.251																		
Size & Rating		Out	mm	1	@	77.927	1	@	49.251																		
		Liq. Out	mm		@		1	@																			
																											
Tube No.	80.000	OD	19.050	mm	Thk(Avg)	2.108	mm	Length	6.706	m	Pitch	25.400	mm	Tube pattern	90												
Tube Type	Plain			Material	Carbon steel			Pairs seal strips	1																		
Shell ID	333.35 mm			Kettle ID	mm			Passlane Seal Rod No.	3																		
Cross Baffle Type	Perpend.	Single-Seq.	%Cut (Diam)		25		Impingement Plate	Rectangular plate																			
Spacing(c/c)	329.61 mm			Inlet	329.61 mm			No. of Crosspasses	20																		
Rho-V2-Inlet Nozzle	3393.1	kg/m-s <sup>2</sup>	Shell Entrance	1982.0 kg/m-s <sup>2</sup>			Shell Exit	778.89 kg/m-s <sup>2</sup>																			
			Bundle Entrance	129.75 kg/m-s <sup>2</sup>			Bundle Exit	75.38 kg/m-s <sup>2</sup>																			
Weight/Shell	1803.0	kg	Filled with Water	2372.9 kg			Bundle	635.69 kg																			
Notes:				Thermal Resistance, %				Velocities, m/s				Flow Fractions															
				Shell				2.07				Shellside				0.24				A				0.048			
				Tube				86.77				Tubeside				0.46				B				0.480			
				Fouling				10.78				Crossflow				0.23				C				0.283			
				Metal				0.38				Window				0.62				E				0.069			
																				F				0.120			



## HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Page 1  
SI Units

Customer	Job No.
Address	Reference No.
Plant Location	Proposal No.
Service of Unit	Date 9/14/2019 Rev
Size 333.35 x 6706 mm Type AES Horizontal	Item No.
Surf/Unit (Gross/Eff) 64.214 / 63.818 m2 Shell/Unit 2	Connected In 1 Parallel 2 Series
	Surf/Shell (Gross/Eff) 32.107 / 31.909 m2

## PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		152		218**	
Fluid Quantity, Total kg/hr		31552		4948.0	
Vapor (In/Out)					
Liquid		31552	31552	4948.0	4948.0
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out) C		30.00	40.00	161.33	40.00
Specific Gravity		0.9957	0.9923	0.7772	0.8628
Viscosity mN-s/m2		0.7972	0.6514	0.5310	3.9452
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat kJ/kg-C		4.2232	4.2266	2.4742	1.9218
Thermal Conductivity W/m-C		0.6182	0.6315	0.1299	0.1547
Latent Heat kJ/kg					
Inlet Pressure kPa		415.00		623.50	
Velocity m/s		0.24		0.47	
Pressure Drop, Allow/Calc kPa		100.00	19.899	100.00	23.521
Fouling Resistance (min) m2-K/W		0.000500		0.000500	
Heat Exchanged 370195 W		MTD (Corrected) 45.6 C			
Transfer Rate, Service 127.06 W/m2-K		Clean 175.44 W/m2-K	Actual 142.94 W/m2-K		

## CONSTRUCTION OF ONE SHELL

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

		Shell Side		Tube Side	
Design/Test Pressure kPaG		565.29 /		734.88 /	
Design Temperature C		68.00		189.30	
No Passes per Shell		1		4	
Corrosion Allowance mm		3.175		3.175	
Connections In mm		1 @ 77.927		1 @ 49.251	
Size & Rating Out mm		1 @ 77.927		1 @ 49.251	
Intermediate		@		@	
Tube No. 80	OD 19.050 mm	Thk(Avg) 2.108 mm	Length 6.706 m	Pitch 25.400 mm	
Tube Type Plain	Material Carbon steel			Tube pattern 90	
Shell	ID 333.35	OD 362.80 mm	Shell Cover	(Remove.)	
Channel or Bonnet	Channel Cover				
Tubesheet-Stationary	Tubesheet-Floating				
Floating Head Cover	Impingement Plate Rectangular plate				
Baffles-Cross	Type	%Cut (Diam) 25	Spacing(c/c) 329.61	Inlet mm	
Baffles-Long	Seal Type				
Supports-Tube	U-Bend			Type None	
Bypass Seal Arrangement 1	pairs seal strips	Tube-Tubesheet Joint			
Expansion Joint	Type				
Rho-V2-Inlet Nozzle	kg/m-s2	Bundle Entrance	Bundle Exit	kg/m-s2	
Gaskets-Shell Side	Tube Side				
-Floating Head					
Code Requirements	TEMA Class				
Weight/Shell kg	Filled with Water	kg	Bundle	kg	

Remarks:

Reprinted with Permission (v7.00 SP1)



HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer				Job No.			
Address				Reference No.			
Plant Location				Proposal No.			
Service of Unit				Date	9/14/2019	Rev	
Size	333.35 x 6706	mm	Type	AES	Horizontal	Connected In	1 Parallel 1 Series
Surf/Unit (Gross/Eff)	32.107 / 31.909	m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	32.107 / 31.909	m <sup>2</sup>

PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		152		218**	
Fluid Quantity, Total	kg/hr	31552		4948.0	
Vapor (In/Out)					
Liquid		31552	31552	4948.0	4948.0
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	31.19	40.00	161.33	56.23
Specific Gravity		0.9953	0.9923	0.7772	0.8517
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7775	0.6514	0.5310	2.6868
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2244	4.2266	2.4742	2.0099
Thermal Conductivity	W/m-C	0.8199	0.8315	0.1299	0.1515
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	kPa	405.03		623.50	
Velocity	m/s	0.24		0.47	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	9.922	100.00	11.388
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000500		0.000500	
Heat Exchanged	326244 W			MTD (Corrected)	60.2 C
Transfer Rate, Service	169.59 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	245.09 W/m <sup>2</sup> -K	Actual	191.48 W/m <sup>2</sup> -K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side		Tube Side		Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design/Test Pressure	kPaG	565.29 /		734.88 /		
Design Temperature	C	68.00		189.30		
No Passes per Shell		1		4		
Corrosion Allowance	mm	3.175		3.175		
Connections	In mm	1 @ 77.927		1 @ 49.251		
Size & Rating	Out mm	1 @ 77.927		1 @ 49.251		
	Intermediate	@		@		

Tube No.	80	OD	19.050 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	6.706 m	Pitch	25.400 mm	
Tube Type	Plain		Material			Carbon steel	Tube pattern			90
Shell	Carbon steel		ID	333.35	OD	362.80 mm	Shell Cover		(Remove.)	
Channel or Bonnet						Channel Cover				
Tubesheet-Stationary						Tubesheet-Floating				
Floating Head Cover						Impingement Plate		Rectangular plate		
Baffles-Cross			Type	Single-Seq.	%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	329.61	Inlet	402.21 mm
Baffles-Long			Seal Type			None				
Supports-Tube			U-Bend					Type		None
Bypass Seal Arrangement	1	pairs seal strips		Tube-Tubesheet Joint		Expanded (No groove)				
Expansion Joint			Type							
Rho-V2-Inlet Nozzle	3394.3	kg/m-s <sup>2</sup>		Bundle Entrance	84.84	Bundle Exit	112.59	kg/m-s <sup>2</sup>		
Gaskets-Shell Side			Tube Side							
-Floating Head										
Code Requirements						TEMA Class		R		
Weight/Shell	1803.0	kg		Filled with Water	2372.9	kg		Bundle	635.69 kg	

Remarks:



HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer				Job No.			
Address				Reference No.			
Plant Location				Proposal No.			
Service of Unit				Date	9/14/2019	Rev	
Size	333.35 x 6706	mm	Type	AES	Horizontal	Connected In	1 Parallel 1 Series
Surf/Unit (Gross/Eff)	32.107 / 31.909	m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	32.107 / 31.909	m <sup>2</sup>

PERFORMANCE OF ONE UNIT

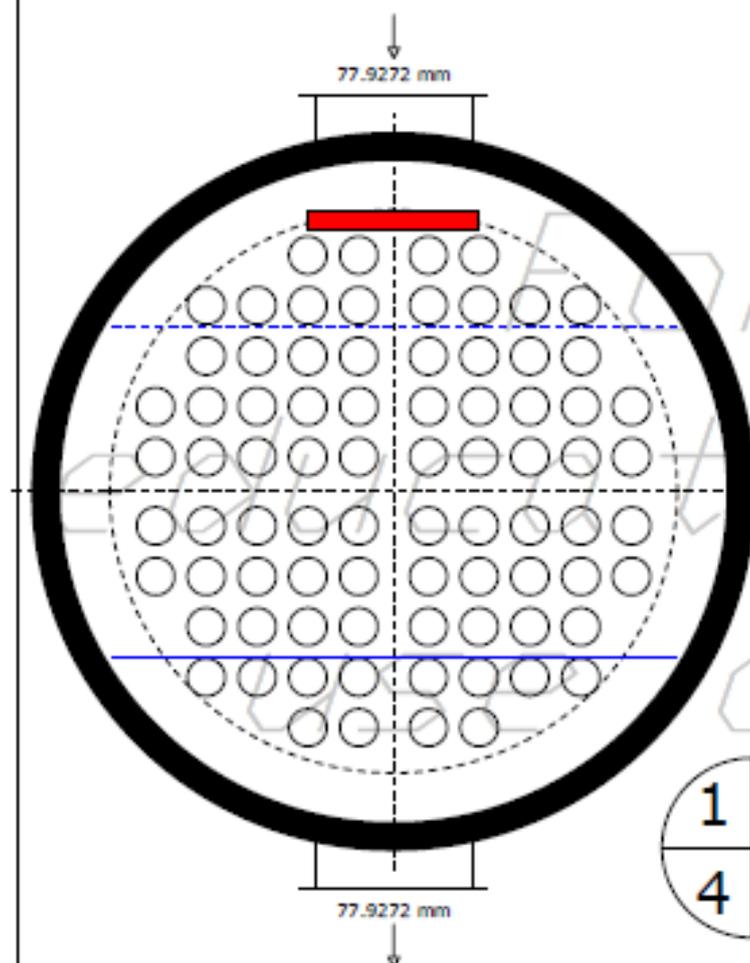
		Shell Side		Tube Side	
Fluid Allocation		152		218**	
Fluid Name		31552		4948.0	
Fluid Quantity, Total	kg/hr	31552		4948.0	
Vapor (In/Out)					
Liquid		31552	31552	4948.0	4948.0
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	30.00	31.19	56.23	40.00
Specific Gravity		0.9957	0.9953	0.8517	0.8628
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7972	0.7775	2.6868	3.9452
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2232	4.2244	2.0099	1.9218
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6182	0.6199	0.1515	0.1547
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	kPa	415.00		612.11	
Velocity	m/s	0.24		0.46	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	9.987	100.00	12.133
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000500		0.000500	
Heat Exchanged	43951 W			MTD (Corrected)	16.3 C
Transfer Rate, Service	84.53 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	105.80 W/m <sup>2</sup> -K	Actual	94.40 W/m <sup>2</sup> -K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side	Tube Side	Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design/Test Pressure	kPaG	565.29 /	734.88 /	
Design Temperature	C	68.00	189.30	
No Passes per Shell		1	4	
Corrosion Allowance	mm	3.175	3.175	
Connections	In mm	1 @ 77.927	1 @ 49.251	
Size & Rating	Out mm	1 @ 77.927	1 @ 49.251	
	Intermediate	@	@	

Tube No.	80	OD	19.050 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	6.706 m	Pitch	25.400 mm	
Tube Type	Plain	Material				Carbon steel	Tube pattern			90
Shell	Carbon steel	ID	333.35	OD	362.80 mm	Shell Cover		(Remove.)		
Channel or Bonnet		Tubesheet-Stationary				Channel Cover				
Floating Head Cover		Tubesheet-Floating				Impingement Plate		Rectangular plate		
Baffles-Cross		Type	Single-Seq.	%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	329.61	Inlet	329.61 mm	
Baffles-Long		Seal Type				None				
Supports-Tube		U-Bend						Type	None	
Bypass Seal Arrangement	1	pairs seal strips		Tube-Tubesheet Joint	Expanded (No groove)					
Expansion Joint		Type								
Rho-V2-Inlet Nozzle	3393.1	kg/m-s <sup>2</sup>		Bundle Entrance	129.75	Bundle Exit	75.38	kg/m-s <sup>2</sup>		
Gaskets-Shell Side		Tube Side								
-Floating Head										
Code Requirements						TEMA Class		R		
Weight/Shell	1803.0	kg	Filled with Water	2372.9	kg	Bundle	635.69	kg		

Remarks:



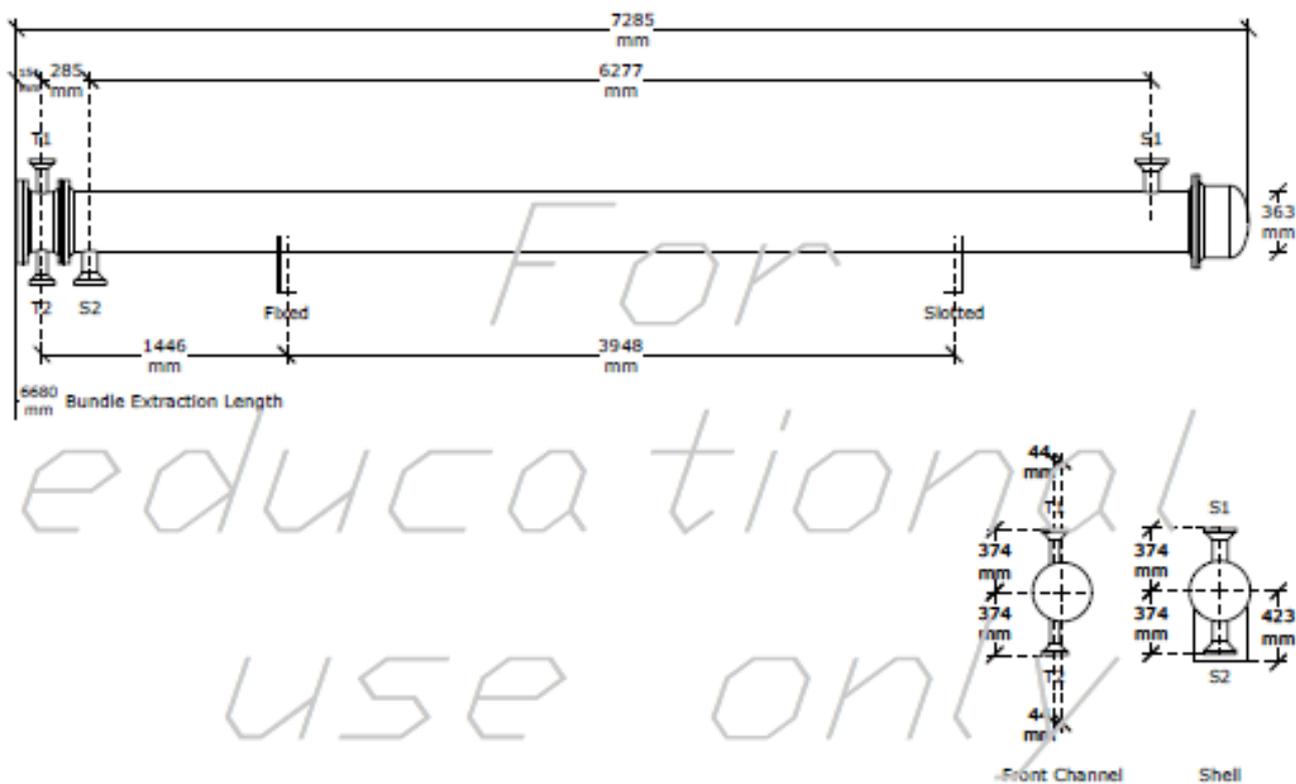
TEMA type	AES
Shell ID	333.350 mm
Actual OTL	283.858 mm
Height under inlet nozzle	25.426 mm
Height under outlet nozzle	38.126 mm
Tube type	Plain
Tube OD	19.050 mm
Tube pitch	25.400 mm
Tube layout angle	90 deg
Tubes	80
Tube positions available	80
Tubes removed for tie rods	0
Tie rods	4
Seal strip pairs	1
Passlane seal rods	3
Tube Passes	4
Parallel passlane width	15.797 mm
Perpendicular passlane width	15.797 mm
Baffle cut % diameter	25

#### TUBE PASS DETAILS

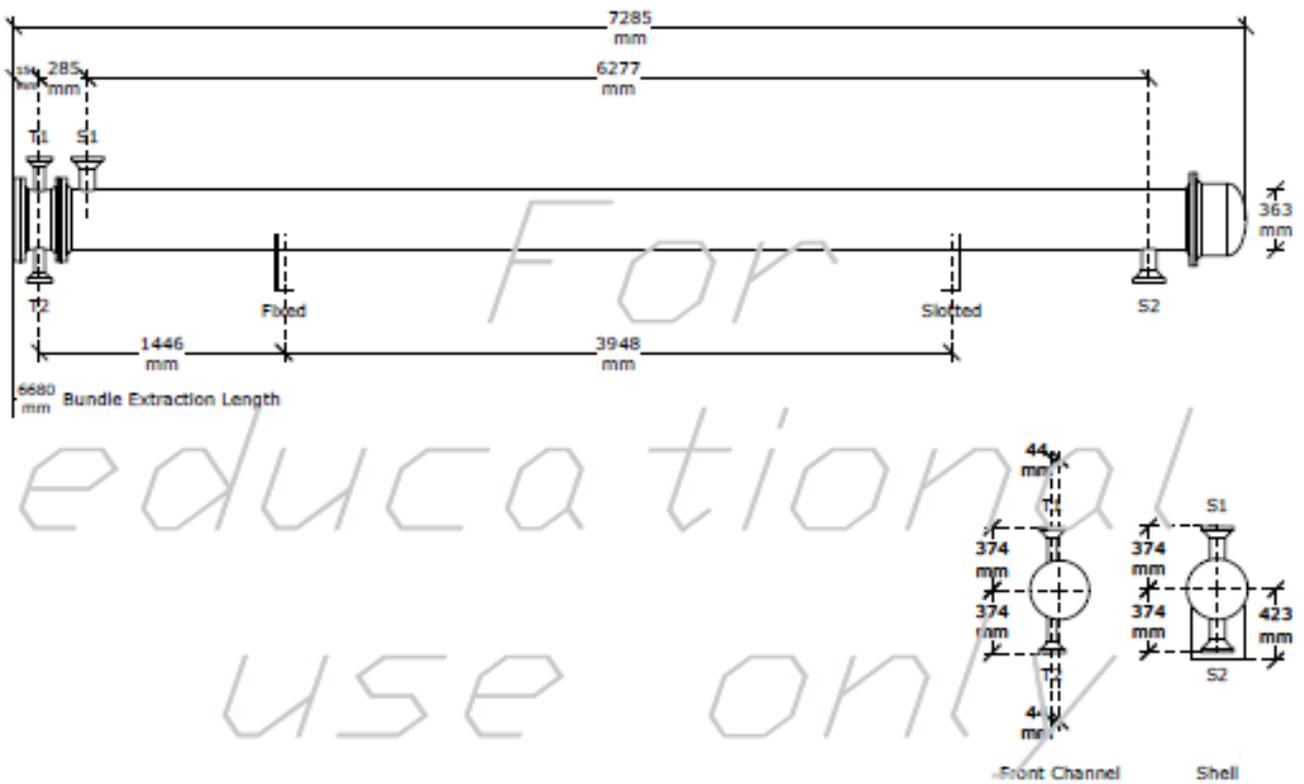
Pass	Rows	Tubes
1	5	20
2	5	20
3	5	20
4	5	20

#### SYMBOL LEGEND

- Tube
- Dummy Short Tube
- ▲ Dummy Long Tube
- ⊙ Plugged Tube
- ⊗ Tie Rod
- Seal Rod
- Impingement Rod



Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	88.9		Pres (kPaG)	565.288	734.878	Bundle	636	Customer		
S2 Outlet	88.9		Temp (C)	68	189.3	Dry	1803	Item		
T1 Inlet	60.325		Passes	1	4	Wet	2373	Service		
T2 Outlet	60.325		Thick (mm)	14.726	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	88.9		Pres (kPaG)	565.288	734.878	Bundle	636	Customer		
S2 Outlet	88.9		Temp (C)	68	189.3	Dry	1803	Item		
T1 Inlet	60.325		Passes	1	4	Wet	2373	Service		
T2 Outlet	60.325		Thick (mm)	14.726	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



**G2-PR-HDE-002-0**

Pág.: 1 De: 5

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS INTERCAMBIADOR E-102

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

Service of Unit		Item No.			
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel 1 Series
Surf/Unit (Gross/Eff)	19.847 / 19.692	m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff) 19.847 / 19.692 m <sup>2</sup>
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>					
Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		150		215**	
Fluid Quantity, Total		15.960		3.4320	
Vapor (In/Out)		0.00	0.00	0.00	0.00
Liquid		100.00	100.00	100.00	100.00
Temperature (In/Out)		30.00	40.00	161.20	75.91
Density		995.23	991.89	776.49	837.49
Viscosity		0.7972	0.6514	0.5316	1.8022
Specific Heat		4.2232	4.2267	2.4743	2.1107
Thermal Conductivity		0.6182	0.6315	0.1299	0.1476
Critical Pressure					
Inlet Pressure		415.00		348.14	
Velocity		0.94		1.43	
Pressure Drop, Allow/Calc		100.00	70.511	100.00	48.156
Average Film Coefficient		9205.8		1541.5	
Fouling Resistance (min)		0.000500		0.000500	
Heat Exchanged		0.6740 MegaWatts	MTD (Corrected) 76.8 C	Overdesign	5.54 %
Transfer Rate, Service		445.46 W/m <sup>2</sup> -K	Calculated	Clean	1015.3 W/m <sup>2</sup> -K
<b>CONSTRUCTION OF ONE SHELL</b>			Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)		
Design Pressure		Shell Side	484.68	Tube Side	412.68
Design Temperature		Shell Side	68.00	Tube Side	189.20
No Passes per Shell		Shell Side	1	Tube Side	4
Flow Direction		Shell Side	Downward	Tube Side	Downward
Connections		In	1 @ 128.19	1 @ 49.251	
Size & Rating		Out	1 @ 128.19	1 @ 49.251	
		Liq. Out	@	1 @	
Tube No.	68.000	OD	19.050 mm	Thk(Avg)	2.108 mm
Tube Type	Plain	Material	Carbon steel	Length	4.877 m
Shell ID	311.15 mm	Kettle ID	mm	Pitch	25.400 mm
Cross Baffle Type	Perpend. Single-Seq.	%Cut (Diam)	25	Tube pattern	90
Spacing(c/c)	144.13 mm	Inlet	465.04 mm	Pairs seal strips	1
Rho-V2-Inlet Nozzle	1536.3 kg/m-s <sup>2</sup>	Shell Entrance	1221.3 kg/m-s <sup>2</sup>	Passlane Seal Rod No.	2
		Bundle Entrance	169.47 kg/m-s <sup>2</sup>	Impingement Plate	None
Weight/Shell	1124.1 kg	Shell Exit	1225.4 kg/m-s <sup>2</sup>	No. of Crosspasses	30
		Bundle Exit	321.81 kg/m-s <sup>2</sup>	Filled with Water	1500.7 kg
		Bundle	431.24 kg		
Notes:		Thermal Resistance, %	Velocities, m/s	Flow Fractions	
		Shell	5.11	Shellside	0.94 A 0.095
		Tube	39.17	Tubeside	1.43 B 0.390
		Fouling	53.70	Crossflow	1.01 C 0.286
		Metal	2.03	Window	1.28 E 0.111
					F 0.118



HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer	Job No.		
Address	Reference No.		
Plant Location	Proposal No.		
Service of Unit	Date	9/14/2019	Rev
Size	311.15 x 4876.8 mm	Type	AES Horizontal
Surf/Unit (Gross/Eff)	19.847 / 19.892 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1
		Connected In	1 Parallel 1 Series
		Surf/Shell (Gross/Eff)	19.847 / 19.892 m <sup>2</sup>

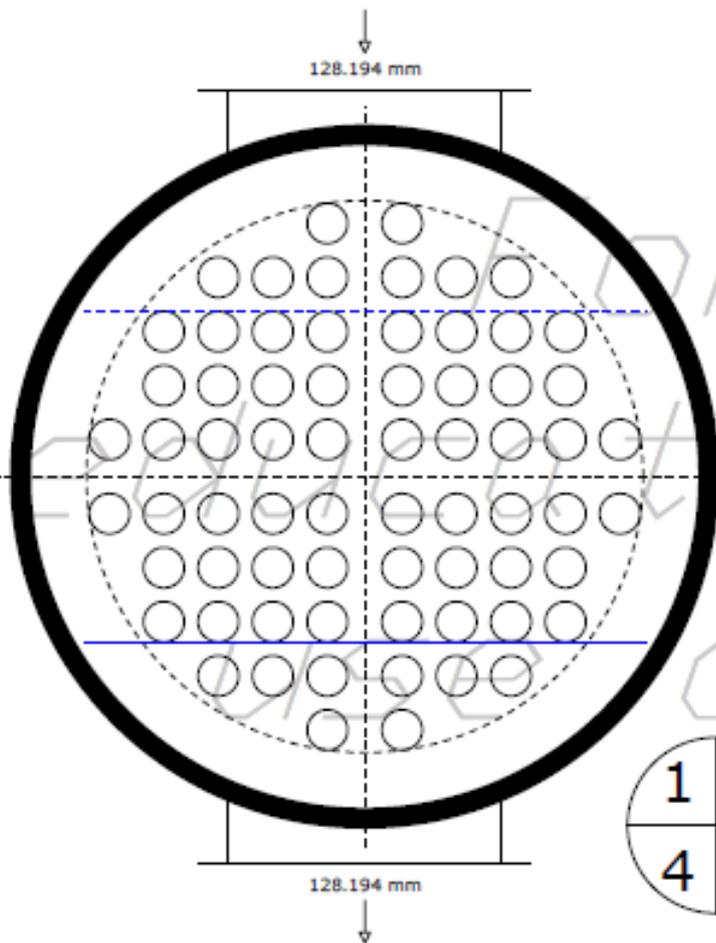
PERFORMANCE OF ONE UNIT

		Shell Side		Tube Side	
Fluid Allocation		150		215**	
Fluid Name					
Fluid Quantity, Total	kg/hr	57455		12355	
Vapor (In/Out)					
Liquid		57455	57455	12355	12355
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	30.00	40.00	181.20	75.91
Specific Gravity		0.9957	0.9923	0.7768	0.8379
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7972	0.6514	0.5316	1.8022
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2232	4.2267	2.4743	2.1107
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6182	0.6315	0.1299	0.1476
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	kPa	415.00		348.14	
Velocity	m/s	0.94		1.43	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	70.511	100.00	48.156
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000500		0.000500	
Heat Exchanged	674020 W			MTD (Corrected)	78.8 C
Transfer Rate, Service	445.46 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	1015.3 W/m <sup>2</sup> -K	Actual	470.14 W/m <sup>2</sup> -K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side		Tube Side		Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)			
Design/Test Pressure	kPaG	484.68 /		412.68 /					
Design Temperature	C	68.00		189.20					
No Passes per Shell		1		4					
Corrosion Allowance	mm	3.600		3.600					
Connections	In mm	1 @ 128.19		1 @ 49.251					
Size & Rating	Out mm	1 @ 128.19		1 @ 49.251					
	Intermediate	@		@					
Tube No.	68	OD	19.050 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.877 m	Pitch	25.400 mm
Tube Type	Plain	Material				Carbon steel	Tube pattern	90	
Shell	Carbon steel	ID	311.15	OD	331.05 mm	Shell Cover	(Remove.)		
Channel or Bonnet						Channel Cover			
Tubesheet-Stationary						Tubesheet-Floating			
Floating Head Cover						Impingement Plate	None		
Baffles-Cross		Type	Single-Seq.	%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	144.13	Inlet	485.04 mm
Baffles-Long						Seal Type	None		
Supports-Tube						U-Bend	Type None		
Bypass Seal Arrangement	1	pairs seal strips			Tube-Tubesheet Joint	Expanded (No groove)			
Expansion Joint						Type			
Rho-V2-Inlet Nozzle	1536.3	kg/m-s <sup>2</sup>			Bundle Entrance	169.47	Bundle Exit	321.81	kg/m-s <sup>2</sup>
Gaskets-Shell Side						Tube Side			
-Floating Head									
Code Requirements						TEMA Class	R		
Weight/Shell	1124.1	kg	Filled with Water	1500.7	kg	Bundle	431.24	kg	

Remarks:



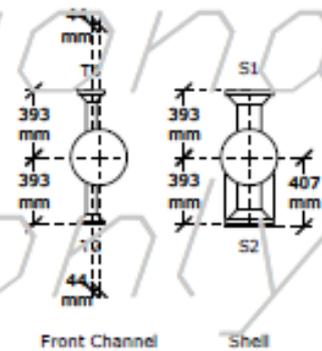
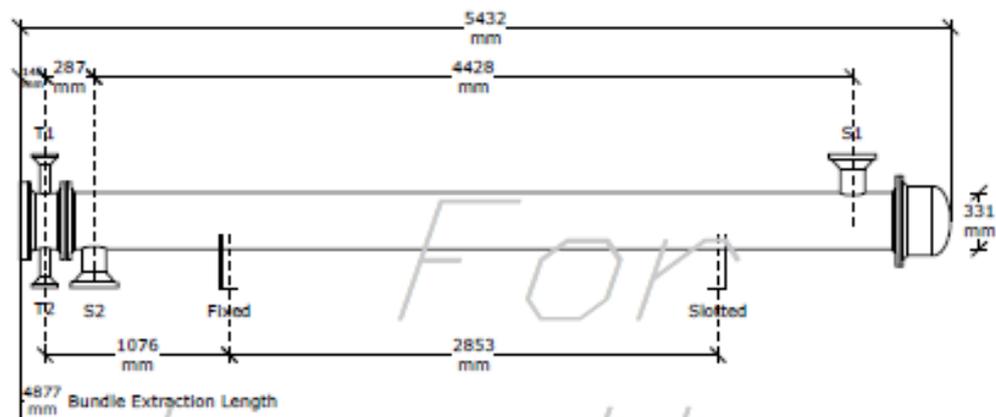
TEMA type	AES
Shell ID	311.150 mm
Actual OTL	259.634 mm
Height under inlet nozzle	27.026 mm
Height under outlet nozzle	27.026 mm
Tube type	Plain
Tube OD	19.050 mm
Tube pitch	25.400 mm
Tube layout angle	90 deg
Tubes	68
Tube positions available	68
Tubes removed for tie rods	0
Tie rods	4
Seal strip pairs	1
Passlane seal rods	2
Tube Passes	4
Parallel passlane width	15.797 mm
Perpendicular passlane width	15.797 mm
Baffle cut % diameter	25

#### TUBEPASS DETAILS

Pass	Rows	Tubes
1	5	17
2	5	17
3	5	17
4	5	17

#### SYMBOL LEGEND

- Tube
- Dummy Short Tube
- ▲ Dummy Long Tube
- ⊙ Plugged Tube
- ⊗ Tie Rod
- Seal Rod
- Impingement Rod



Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	141.3		Pres (kPaG)	484.675	412.675	Bundle	431	Customer		
S2 Outlet	141.3		Temp (C)	68	189.2	Dry	1124	Item		
T1 Inlet	60.325		Passes	1	4	Wet	1501	Service		
T2 Outlet	60.325		Thick (mm)	9.95	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



**G2-PR-HDE-003-0**

Pág.: 1 De: 13

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS INTERCAMBIADOR E-103

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



Service of Unit		Item No.					
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel	1 Series	
Surf/Unit (Gross/Eff)	17.512 / 17.375	m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	17.512 / 17.375	m <sup>2</sup>
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>							
Fluid Allocation		Shell Side			Tube Side		
Fluid Name		156			227**		
Fluid Quantity, Total		7.9683			0.8059		
Vapor (In/Out)		0.00			0.00		
Liquid		100.00			100.00		
Temperature (In/Out)		32.03			223.93		
Density		994.62			773.55		
Viscosity		0.7638			0.3223		
Specific Heat		4.2251			2.6308		
Thermal Conductivity		0.6211			0.1270		
Critical Pressure							
Inlet Pressure		394.12			635.02		
Velocity					0.32		
Pressure Drop, Allow/Calc		100.00			10.386		
Average Film Coefficient		5548.1			263.57		
Fouling Resistance (min)		0.000500			0.000500		
Heat Exchanged		0.2682 MegaWatts		MTD (Corrected)		104.9 C	
Transfer Rate, Service		146.93 W/m <sup>2</sup> -K		Calculated		160.25 W/m <sup>2</sup> -K	
						Overdesign 9.07 %	
						Clean 196.15 W/m <sup>2</sup> -K	
<b>CONSTRUCTION OF ONE SHELL</b>				Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)			
Design Pressure		kPaG		Shell Side		Tube Side	
Design Temperature		C		68.00		738.28	
No Passes per Shell				1		4	
Flow Direction				Downward		Downward	
Connections		In mm		1 @ 77.927		1 @ 49.251	
Size & Rating		Out mm		1 @ 77.927		1 @ 49.251	
		Liq. Out mm		@		@	
Tube No.		60.000		OD 19.050 mm		Thk(Avg) 2.108 mm	
Tube Type		Plain		Material Carbon steel		Length 4.877 m	
Shell ID		303.23 mm		Kettle ID mm		Pitch 25.400 mm	
Cross Baffle Type		Perpend. Single-Seg.		%Cut (Diam) 25		Tube pattern 90	
Spacing(c/c)		231.18 mm		Inlet 402.21 mm		Pairs seal strips 1	
Rho-V2-Inlet Nozzle		2806.3 kg/m-s <sup>2</sup>		Shell Entrance 966.26 kg/m-s <sup>2</sup>		Passlane Seal Rod No. 2	
				Bundle Entrance 56.53 kg/m-s <sup>2</sup>		Impingement Plate Rectangular plate	
Weight/Shell		1041.7 kg		Filled with Water 1398.8 kg		No. of Crosspasses 20	
						Shell Exit 414.44 kg/m-s <sup>2</sup>	
						Bundle Exit 108.85 kg/m-s <sup>2</sup>	
Notes:						Bundle 382.01 kg	
						Thermal Resistance, %	
						Velocities, m/s	
						Flow Fractions	
						Shell 2.89	
						Shellside 0.32	
						Tube 78.08	
						Tubeside 0.37	
						Fouling 18.30	
						Crossflow 0.32	
						Metal 0.73	
						Window 0.64	
						E 0.082	
						F 0.133	

Service of Unit		Item No.					
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel	1 Series	
Surf/Unit (Gross/Eff)	17.512 / 17.375	m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	17.512 / 17.375	m <sup>2</sup>
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>							
Fluid Allocation		Shell Side			Tube Side		
Fluid Name		156			227**		
Fluid Quantity, Total		7.9683			0.8059		
Vapor (In/Out)		0.00			0.00		
Liquid		100.00			100.00		
Temperature (In/Out)		30.55			83.37		
Density		995.07			871.37		
Viscosity		0.7880			4.3982		
Specific Heat		4.2238			2.0618		
Thermal Conductivity		0.6190			0.1543		
Critical Pressure							
Inlet Pressure		404.55			628.57		
Velocity					0.35		
Pressure Drop, Allow/Calc		100.00			10.435		
Average Film Coefficient		5252.5			131.23		
Fouling Resistance (min)		0.000500			0.000500		
Heat Exchanged		0.0496 MegaWatts			MTD (Corrected) 34.5 C		
Transfer Rate, Service		82.69 W/m <sup>2</sup> -K			Calculated 89.61 W/m <sup>2</sup> -K		
					Overdesign 8.36 %		
					Clean 99.83 W/m <sup>2</sup> -K		
<b>CONSTRUCTION OF ONE SHELL</b>				Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)			
Design Pressure		Shell Side		Tube Side			
Design Temperature		68.00		251.90			
No Passes per Shell		1		4			
Flow Direction		Downward		Downward			
Connections		1 @ 77.927		1 @ 49.251			
Size & Rating		1 @ 77.927		1 @ 49.251			
Tube No.		60.000		OD 19.050 mm		Thk(Avg) 2.108 mm	
Tube Type		Plain		Material Carbon steel		Length 4.877 m	
Shell ID		303.23 mm		Kettle ID		Pitch 25.400 mm	
Cross Baffle Type		Perpend. Single-Seg.		%Cut (Diam) 25		Tube pattern 90	
Spacing(c/c)		231.18 mm		Inlet 275.21 mm		Pairs seal strips 1	
Rho-V2-Inlet Nozzle		2805.0 kg/m-s <sup>2</sup>		Shell Entrance 965.82 kg/m-s <sup>2</sup>		Passlane Seal Rod No. 2	
Weight/Shell		1041.7 kg		Bundle Entrance 127.02 kg/m-s <sup>2</sup>		Impingement Plate Rectangular plate	
				Filled with Water 1398.8 kg		No. of Crosspasses 20	
						Shell Exit 413.30 kg/m-s <sup>2</sup>	
						Bundle Exit 50.82 kg/m-s <sup>2</sup>	
						Bundle 382.01 kg	
Notes:				Thermal Resistance, %		Velocities, m/s	
				Shell 1.71		Shellside 0.32	
				Tube 87.69		Tubeside 0.35	
				Fouling 10.23		Crossflow 0.32	
				Metal 0.37		Window 0.64	
						Flow Fractions	
						A 0.056	
						B 0.408	
						C 0.320	
						E 0.082	
						F 0.134	

Service of Unit		Item No.									
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel 1 Series						
Surf/Unit (Gross/Eff)	17.512 / 17.375	m2	Shell/Unit 1	Surf/Shell (Gross/Eff)	17.512 / 17.375 m2						
PERFORMANCE OF ONE UNIT											
Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side							
Fluid Name		156		227**							
Fluid Quantity, Total		7.9683		0.8059							
Vapor (In/Out)		0.00	0.00	0.00	0.00						
Liquid		100.00	100.00	100.00	100.00						
Temperature (In/Out)		30.00	30.55	52.34	40.00						
Density		995.23	995.07	891.90	899.98						
Viscosity		0.7972	0.7880	9.9814	14.374						
Specific Heat		4.2232	4.2238	1.9001	1.8317						
Thermal Conductivity		0.6182	0.6190	0.1599	0.1621						
Critical Pressure											
Inlet Pressure		415.00		616.78							
Velocity				0.32	0.35						
Pressure Drop, Allow/Calc		100.00	10.446	100.00	16.744						
Average Film Coefficient		5184.0		111.94							
Fouling Resistance (min)		0.000500		0.000500							
Heat Exchanged		0.0186 MegaWatts	MTD (Corrected)	15.1 C	Overdesign 10.11 %						
Transfer Rate, Service		70.69 W/m2-K	Calculated	77.83 W/m2-K	Clean 85.43 W/m2-K						
CONSTRUCTION OF ONE SHELL			Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)								
Design Pressure		Shell Side	Tube Side								
Design Temperature		567.90	738.28								
No Passes per Shell		68.00	251.90								
Flow Direction		1	4								
Connections		Downward	Downward								
Size & Rating		In mm 1 @ 77.927	Out mm 1 @ 49.251								
		Out mm 1 @ 77.927	Liq. Out mm 1 @ 49.251								
Tube No.	60.000	OD	19.050 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.877 m	Pitch	25.400 mm	Tube pattern	90
Tube Type	Plain	Material		Carbon steel		Pairs seal strips		1			
Shell ID	303.23 mm	Kettle ID		mm		Passlane Seal Rod No.		2			
Cross Baffle Type	Perpend. Single-Seg.	%Cut (Diam)		25		Impingement Plate		Rectangular plate			
Spacing(c/c)	231.18 mm	Inlet		402.21 mm		No. of Crosspasses		20			
Rho-V2-Inlet Nozzle	2804.6 kg/m-s2	Shell Entrance		965.66 kg/m-s2		Shell Exit		413.11 kg/m-s2			
		Bundle Entrance		56.50 kg/m-s2		Bundle Exit		108.50 kg/m-s2			
Weight/Shell	1041.7 kg	Filled with Water		1398.8 kg		Bundle		382.01 kg			
Notes:			Thermal Resistance, %		Velocities, m/s		Flow Fractions				
			Shell 1.50		Shellside 0.32		A		0.056		
			Tube 89.30		Tubeside 0.35		B		0.409		
			Fouling 8.89		Crossflow 0.32		C		0.319		
			Metal 0.31		Window 0.64		E		0.082		
							F		0.134		



HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer	Job No.		
Address	Reference No.		
Plant Location	Proposal No.		
Service of Unit	Date	9/14/2019	Rev
Size	303.23 x 4876.8 mm	Type	AES Horizontal
Surf/Unit (Gross/Eff)	52.535 / 52.125 m2	Shell/Unit	3
		Connected In	1 Parallel 3 Series
		Surf/Shell (Gross/Eff)	17.512 / 17.375 m2

PERFORMANCE OF ONE UNIT

		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		156		227**	
Fluid Quantity, Total		28686		2901.2	
Vapor (In/Out)					
Liquid		28686	28686	2901.2	2901.2
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out)		30.00	40.00	223.93	40.00
Specific Gravity		0.9957	0.9923	0.7739	0.9004
Viscosity		0.7972	0.6514	0.3223	14.374
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat		4.2232	4.2266	2.6308	1.8317
Thermal Conductivity		0.6182	0.6315	0.1270	0.1621
Latent Heat					
Inlet Pressure		415.00		635.02	
Velocity		0.32		0.35	
Pressure Drop, Allow/Calc		100.00	31.267	100.00	34.988
Fouling Resistance (min)		0.000500		0.000500	
Heat Exchanged		336494 W		MTD (Corrected)	64.4 C
Transfer Rate, Service		100.11 W/m2-K	Clean 127.14 W/m2-K	Actual	109.23 W/m2-K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

		Shell Side		Tube Side	
Design/Test Pressure		567.90	/	738.28	/
Design Temperature		68.00		251.90	
No Passes per Shell		1		4	
Corrosion Allowance		3.175		3.175	
Connections		In	1 @ 77.927	1 @	49.251
Size & Rating		Out	1 @ 77.927	1 @	49.251
		Intermediate	@	@	
Tube No.	60	OD	19.050 mm	Thk(Avg)	2.108 mm
		Length	4.877 m	Pitch	25.400 mm
Tube Type	Plain	Material	Carbon steel	Tube pattern	90
Shell	ID 303.23	OD	323.85 mm	Shell Cover	(Remove.)
Channel or Bonnet				Channel Cover	
Tubesheet-Stationary				Tubesheet-Floating	
Floating Head Cover				Impingement Plate	Rectangular plate
Baffles-Cross	Type	Single-Seq.	%Cut (Diam)	25	Spacing(o/c)
				231.18	Inlet
Baffles-Long					
Supports-Tube				Seal Type	
				U-Bend	Type
Bypass Seal Arrangement	1	pairs seal strips		Tube-Tubesheet Joint	None
Expansion Joint				Type	
Rho-V2-Inlet Nozzle		kg/m-s2		Bundle Entrance	Bundle Exit
Gaskets-Shell Side					kg/m-s2
-Floating Head					
Code Requirements				TEMA Class	
Weight/Shell	kg	Filled with Water	kg	Bundle	kg

Remarks:



HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer	Job No.		
Address	Reference No.		
Plant Location	Proposal No.		
Service of Unit	Date	9/14/2019	Rev
Size	303.23 x 4876.8 mm	Type	AES Horizontal
Surf/Unit (Gross/Eff)	17.512 / 17.375 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1
		Connected In	1 Parallel 1 Series
		Surf/Shell (Gross/Eff)	17.512 / 17.375 m <sup>2</sup>

PERFORMANCE OF ONE UNIT

		Shell Side		Tube Side	
Fluid Allocation		156		227**	
Fluid Name		28686		2901.2	
Fluid Quantity, Total kg/hr		28686		2901.2	
Vapor (In/Out)					
Liquid		28686	28686	2901.2	2901.2
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out) C		32.03	40.00	223.93	83.37
Specific Gravity		0.9951	0.9923	0.7739	0.8718
Viscosity mN-s/m <sup>2</sup>		0.7638	0.6514	0.3223	4.3982
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat kJ/kg-C		4.2251	4.2266	2.6308	2.0618
Thermal Conductivity W/m-C		0.6211	0.6315	0.1270	0.1543
Latent Heat kJ/kg					
Inlet Pressure kPa		394.12		635.02	
Velocity m/s		0.32		0.37	
Pressure Drop, Allow/Calc kPa		100.00	10.386	100.00	6.451
Fouling Resistance (min) m <sup>2</sup> -K/W		0.000500		0.000500	
Heat Exchanged 268243 W				MTD (Corrected) 104.9 C	
Transfer Rate, Service 146.93 W/m <sup>2</sup> -K		Clean	196.15 W/m <sup>2</sup> -K	Actual	160.25 W/m <sup>2</sup> -K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

		Shell Side		Tube Side	
Design/Test Pressure kPaG		567.90 /	738.28 /		
Design Temperature C		68.00	251.90		
No Passes per Shell		1	4		
Corrosion Allowance mm		3.175	3.175		
Connections	In mm	1 @ 77.927	1 @ 49.251		
	Out mm	1 @ 77.927	1 @ 49.251		
Size & Rating	Intermediate	@	@		

Tube No.	60	OD	19.050 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.877 m	Pitch	25.400 mm
Tube Type	Plain	Material			Carbon steel	Tube pattern 90			
Shell	Carbon steel	ID	303.23	OD	323.85 mm	Shell Cover (Remove.)			
Channel or Bonnet						Channel Cover			
Tubesheet-Stationary						Tubesheet-Floating			
Floating Head Cover						Impingement Plate Rectangular plate			
Baffles-Cross		Type	Single-Seq.	%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	231.18	Inlet	402.21 mm
Baffles-Long						Seal Type None			
Supports-Tube						U-Bend Type None			
Bypass Seal Arrangement	1 pairs seal strips					Tube-Tubesheet Joint Expanded (No groove)			
Expansion Joint						Type			
Rho-V2-Inlet Nozzle	2806.3 kg/m-s <sup>2</sup>					Bundle Entrance	56.53	Bundle Exit	108.85 kg/m-s <sup>2</sup>
Gaskets-Shell Side						Tube Side			
-Floating Head									
Code Requirements						TEMA Class R			
Weight/Shell	1041.7 kg	Filled with Water	1398.8 kg			Bundle	382.01 kg		

Remarks:



HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer	Job No.
Address	Reference No.
Plant Location	Proposal No.
Service of Unit	Date 9/14/2019 Rev
Size 303.23 x 4876.8 mm	Type AES Horizontal
Surf/Unit (Gross/Eff) 17.512 / 17.375 m2	Shell/Unit 1
	Connected In 1 Parallel 1 Series
	Surf/Shell (Gross/Eff) 17.512 / 17.375 m2

PERFORMANCE OF ONE UNIT

		Shell Side		Tube Side	
Fluid Allocation		156		227**	
Fluid Name		28686		2901.2	
Fluid Quantity, Total	kg/hr				
Vapor (In/Out)					
Liquid		28686	28686	2901.2	2901.2
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	30.55	32.03	83.37	52.34
Specific Gravity		0.9955	0.9951	0.8718	0.8923
Viscosity	mN-s/m2	0.7880	0.7638	4.3982	9.9814
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2238	4.2251	2.0618	1.9001
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6190	0.6211	0.1543	0.1599
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	kPa	404.55		628.57	
Velocity	m/s	0.32		0.35	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	10.435	100.00	11.793
Fouling Resistance (min)	m2-K/W	0.000500		0.000500	
Heat Exchanged	49641 W			MTD (Corrected) 34.5 C	
Transfer Rate, Service	82.69 W/m2-K	Clean 99.83	W/m2-K	Actual 89.61	W/m2-K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

		Shell Side		Tube Side	
Design/Test Pressure	kPaG	567.90 /		738.28 /	
Design Temperature	C	68.00		251.90	
No Passes per Shell		1		4	
Corrosion Allowance	mm	3.175		3.175	
Connections	In mm	1 @ 77.927		1 @ 49.251	
Size & Rating	Out mm	1 @ 77.927		1 @ 49.251	
	Intermediate	@		@	
Tube No.	60	OD 19.050 mm	Thk(Avg) 2.108 mm	Length 4.877 m	Pitch 25.400 mm
Tube Type	Plain	Material Carbon steel		Tube pattern 90	
Shell	Carbon steel	ID 303.23	OD 323.85 mm	Shell Cover	(Remove.)
Channel or Bonnet				Channel Cover	
Tubesheet-Stationary				Tubesheet-Floating	
Floating Head Cover				Impingement Plate	Rectangular plate
Baffles-Cross	Type Single-Seg.	%Cut (Diam) 25	Spacing(c/c) 231.18	Inlet 275.21 mm	
Baffles-Long		Seal Type None			
Supports-Tube		U-Bend		Type None	
Bypass Seal Arrangement	1 pairs seal strips	Tube-Tubesheet Joint Expanded (No groove)			
Expansion Joint		Type			
Rho-V2-Inlet Nozzle	2805.0 kg/m-s2	Bundle Entrance 127.02	Bundle Exit 50.82		kg/m-s2
Gaskets-Shell Side		Tube Side			
-Floating Head					
Code Requirements				TEMA Class R	
Weight/Shell	1041.7 kg	Filled with Water 1398.8 kg		Bundle 382.01 kg	



Remarks:

Customer	Job No.		
Address	Reference No.		
Plant Location	Proposal No.		
Service of Unit	Date	9/14/2019	Rev
Size	303.23 x 4876.8 mm	Type	AES Horizontal
Surf/Unit (Gross/Eff)	17.512 / 17.375 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1
		Connected In	1 Parallel 1 Series
		Surf/Shell (Gross/Eff)	17.512 / 17.375 m <sup>2</sup>

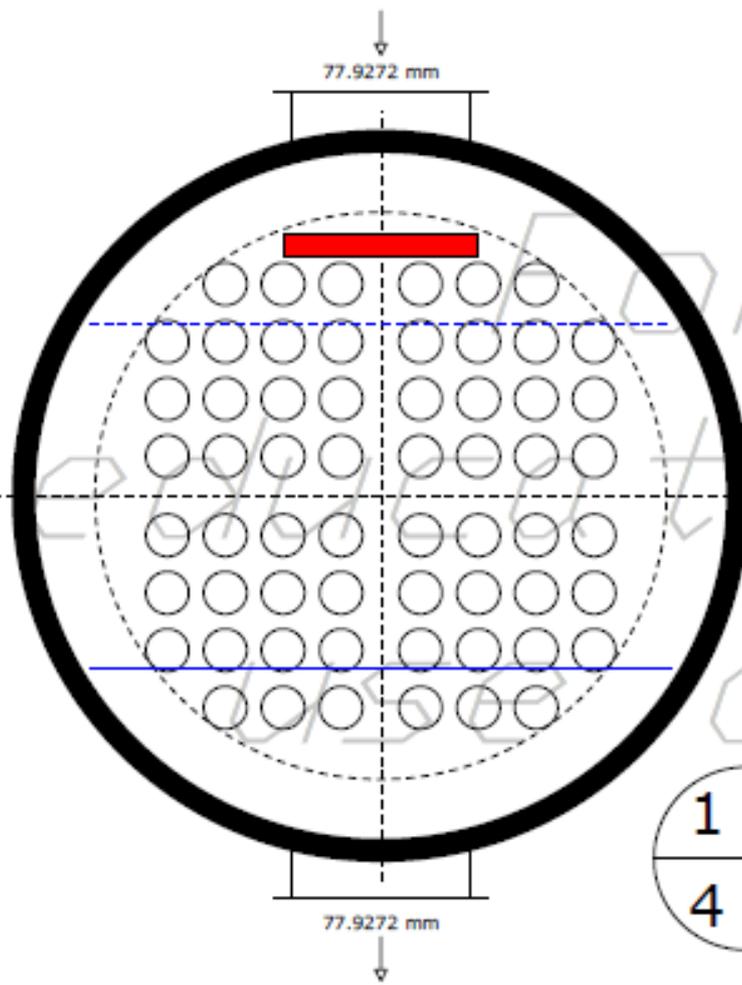
PERFORMANCE OF ONE UNIT

		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		156		227**	
Fluid Quantity, Total	kg/hr	28686		2901.2	
Vapor (In/Out)					
Liquid		28686	28686	2901.2	2901.2
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	30.00	30.55	52.34	40.00
Specific Gravity		0.9957	0.9955	0.8923	0.9004
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7972	0.7880	9.9814	14.374
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2232	4.2238	1.9001	1.8317
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6182	0.6190	0.1599	0.1621
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	kPa	415.00		616.78	
Velocity	m/s	0.32		0.35	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	10.446	100.00	16.744
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000500		0.000500	
Heat Exchanged	18610 W			MTD (Corrected)	15.1 C
Transfer Rate, Service	70.69 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	85.43 W/m <sup>2</sup> -K	Actual	77.83 W/m <sup>2</sup> -K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side		Tube Side		Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)				
Design/Test Pressure	kPaG	567.90 /		738.28 /						
Design Temperature	C	68.00		251.90						
No Passes per Shell		1		4						
Corrosion Allowance	mm	3.175		3.175						
Connections	In mm	1 @	77.927	1 @	49.251					
Size & Rating	Out mm	1 @	77.927	1 @	49.251					
	Intermediate	@		@						
Tube No.	60	OD	19.050 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length		4.877 m	Pitch	25.400 mm
Tube Type	Plain	Material				Carbon steel		Tube pattern	90	
Shell	Carbon steel	ID	303.23	OD	323.85 mm	Shell Cover		(Remove.)		
Channel or Bonnet						Channel Cover				
Tubesheet-Stationary						Tubesheet-Floating				
Floating Head Cover						Impingement Plate	Rectangular plate			
Baffles-Cross		Type	Single-Seq.	%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	231.18	Inlet	402.21 mm	
Baffles-Long				Seal Type	None					
Supports-Tube				U-Bend		Type	None			
Bypass Seal Arrangement	1 pairs seal strips			Tube-Tubesheet Joint	Expanded (No groove)					
Expansion Joint				Type						
Rho-V2-Inlet Nozzle	2804.6 kg/m-s <sup>2</sup>			Bundle Entrance	58.50	Bundle Exit	108.50	kg/m-s <sup>2</sup>		
Gaskets-Shell Side				Tube Side						
-Floating Head										
Code Requirements						TEMA Class	R			
Weight/Shell	1041.7 kg	Filled with Water	1398.8 kg	Bundle	382.01	kg				

Remarks:



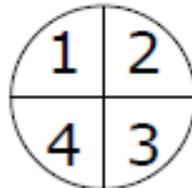
TEMA type	AES
Shell ID	303.225 mm
Actual OTL	250.738 mm
Height under inlet nozzle	35.764 mm
Height under outlet nozzle	48.464 mm
Tube type	Plain
Tube OD	19.050 mm
Tube pitch	25.400 mm
Tube layout angle	90 deg
Tubes	60
Tube positions available	60
Tubes removed for tie rods	0
Tie rods	4
Seal strip pairs	1
Passlane seal rods	2
Tube Passes	4
Parallel passlane width	15.797 mm
Perpendicular passlane width	15.797 mm
Baffle cut % diameter	25

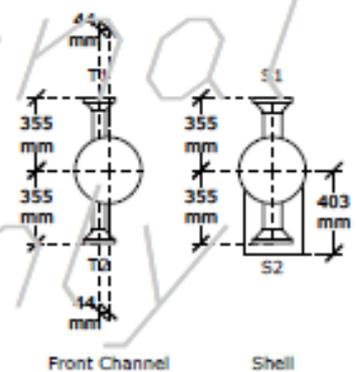
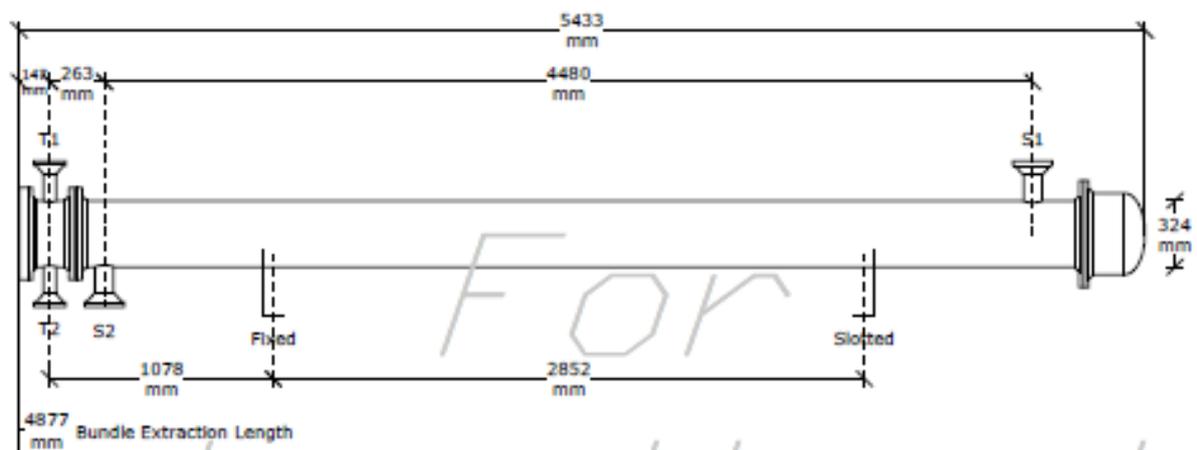
**TUBEPASS DETAILS**

Pass	Rows	Tubes
1	4	15
2	4	15
3	4	15
4	4	15

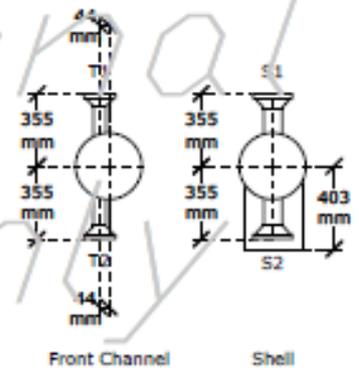
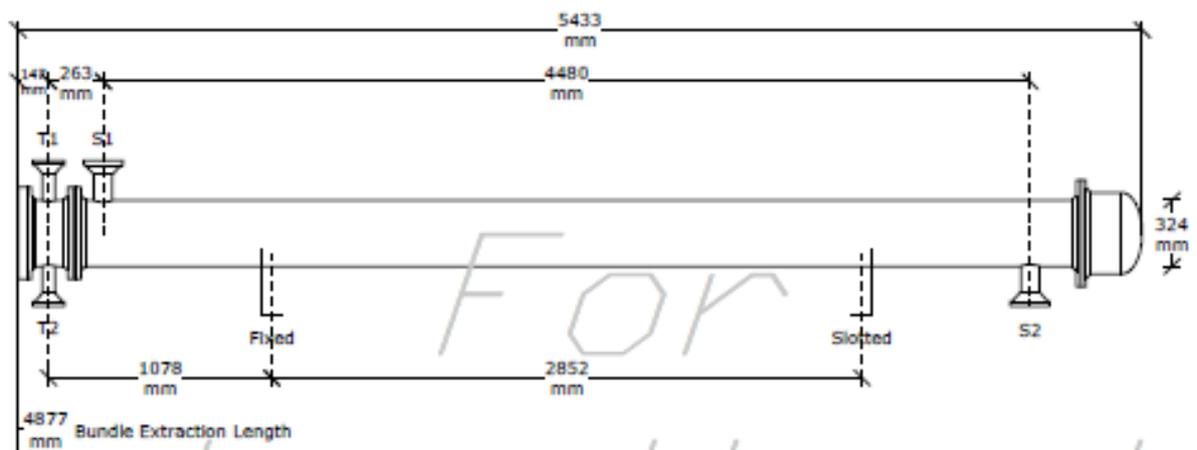
**SYMBOL LEGEND**

- Tube
- Dummy Short Tube
- ▲ Dummy Long Tube
- ⊙ Plugged Tube
- ⊕ Tie Rod
- Seal Rod
- Impingement Rod

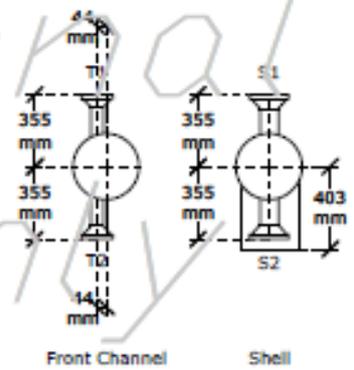
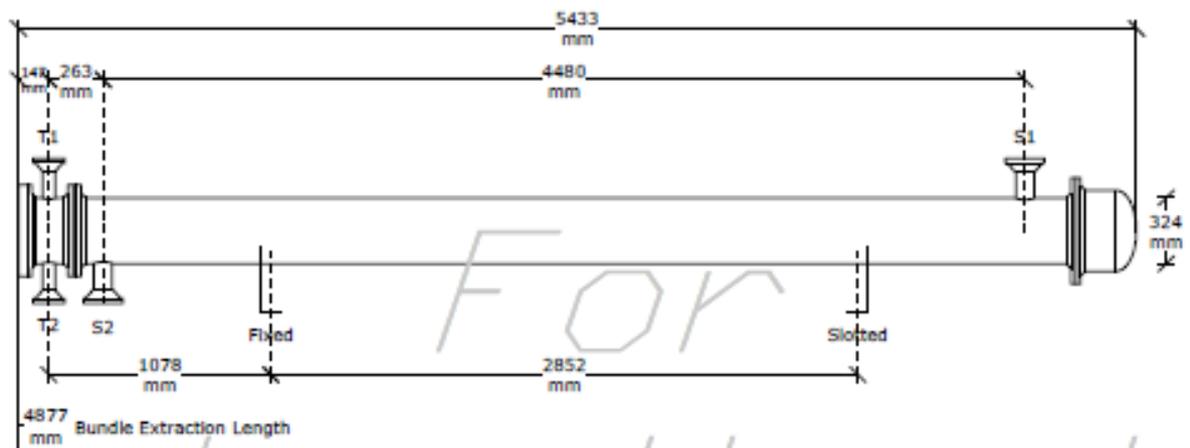




Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	88.9		Pres (kPaG)	567.903	738.277	Bundle	382	Customer		
S2 Outlet	88.9		Temp (C)	68	251.9	Dry	1042	Item		
T1 Inlet	60.325		Passes	1	4	Wet	1399	Service		
T2 Outlet	60.325		Thick (mm)	10.312	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	88.9		Pres (kPaG)	567.903	738.277	Bundle	382	Customer		
S2 Outlet	88.9		Temp (C)	68	251.9	Dry	1042	Item		
T1 Inlet	60.325		Passes	1	4	Wet	1399	Service		
T2 Outlet	60.325		Thick (mm)	10.312	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	88.9		Pres (kPaG)	567.903	738.277	Bundle	382	Customer		
S2 Outlet	88.9		Temp (C)	68	251.9	Dry	1042	Item		
T1 Inlet	60.325		Passes	1	4	Wet	1399	Service		
T2 Outlet	60.325		Thick (mm)	10.312	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



**G2-PR-HDE-004-0**

Pág.: 1 De: 5

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS INTERCAMBIADOR E-104

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

Service of Unit				Item No.			
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel	1 Series	
Surf/Unit (Gross/Eff)	7.005 / 6.907	m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	7.005 / 6.907	m <sup>2</sup>

### PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation	Shell Side		Tube Side	
	154		224**	
Fluid Name				
Fluid Quantity, Total	11.061		2.6492	
Vapor (In/Out)	kg/s	0.00	0.00	0.00
Liquid	wt%	100.00	100.00	100.00
Temperature (In/Out)	wt%	30.00	40.00	223.77
Density	C	995.23	991.89	773.02
Viscosity	kg/m <sup>3</sup>	0.7972	0.6514	0.3227
Specific Heat	mN-s/m <sup>2</sup>	4.2232	4.2265	2.6311
Thermal Conductivity	kJ/kg-C	0.6182	0.6315	0.1270
Critical Pressure	W/m-C			0.1411
Inlet Pressure	kPa	415.00		279.82
Velocity	kPa	100.00	12.479	100.00
Pressure Drop, Allow/Calc	m/s		0.48	1.78
Average Film Coefficient	kPa	6643.3		2072.8
Fouling Resistance (min)	W/m <sup>2</sup> -K	0.000500		0.000500
Heat Exchanged	m <sup>2</sup> -K/W	0.4672 MegaWatts		151.7 C
Transfer Rate, Service	MTD (Corrected)	Calculated		Overdesign 14.17 %
	445.47 W/m <sup>2</sup> -K	508.61 W/m <sup>2</sup> -K		Clean 1209.5 W/m <sup>2</sup> -K

### CONSTRUCTION OF ONE SHELL

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

		Shell Side	Tube Side	
Design Pressure	kPaG	484.68	372.83	
Design Temperature	C	68.00	251.80	
No Passes per Shell		1	4	
Flow Direction		Downward	Downward	
Connections	In mm	1 @ 102.26	1 @ 49.251	
Size & Rating	Out mm	1 @ 102.26	1 @ 49.251	
	Liq. Out mm	@	@	

Tube No.	24.000	OD	25.400	mm	Thk(Avg)	2.769	mm	Length	3.658	m	Pitch	31.750	mm	Tube pattern	90
Tube Type	Plain		Material	Carbon steel		Pairs seal strips	1								
Shell ID	254.51		mm	Kettle ID	mm		Passlane Seal Rod No.	2							
Cross Baffle Type	Perpend.	Single-Seq.	%Cut (Diam)	25		Impingement Plate	None								
Spacing(c/c)	352.69		mm	Inlet	432.63		mm	No. of Crosspasses	10						
Rho-V2-Inlet Nozzle	1822.6	kg/m-s <sup>2</sup>	Shell Entrance	963.97		kg/m-s <sup>2</sup>	Shell Exit	967.22							
			Bundle Entrance	117.99		kg/m-s <sup>2</sup>	Bundle Exit	178.14							
Weight/Shell	776.73	kg	Filled with Water	972.93		kg	Bundle	232.26							

Notes:	Thermal Resistance, %	Velocities, m/s	Flow Fractions
	Shell	7.66	Shellside 0.48
	Tube	31.38	Tubeside 1.78
	Fouling	57.95	Crossflow 0.35
	Metal	3.02	Window 1.24
			A 0.022
			B 0.356
			C 0.454
			E 0.051
			F 0.117

Customer	Job No.		
Address	Reference No.		
Plant Location	Proposal No.		
Service of Unit	Date	9/14/2019	Rev
Size	254.51 x 3657.6 mm	Type	AES Horizontal
Surf/Unit (Gross/Eff)	7.005 / 6.907 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1
		Connected In	1 Parallel 1 Series
		Surf/Shell (Gross/Eff)	7.005 / 6.907 m <sup>2</sup>

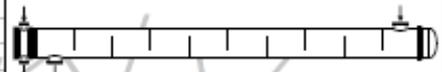
PERFORMANCE OF ONE UNIT

	Shell Side	Tube Side
Fluid Allocation	154	224**
Fluid Name		
Fluid Quantity, Total	39821	9537.0
Vapor (In/Out)		
Liquid	39821	9537.0
Steam		
Water		
Noncondensables		
Temperature (In/Out)	30.00	40.00
Specific Gravity	0.9957	0.9923
Viscosity	0.7972	0.6514
Molecular Weight, Vapor		
Molecular Weight, Noncondensables		
Specific Heat	4.2232	4.2265
Thermal Conductivity	0.6182	0.6315
Latent Heat		
Inlet Pressure	415.00	279.82
Velocity	0.48	1.78
Pressure Drop, Allow/Calc	100.00	12.479
Fouling Resistance (min)	0.000500	0.000500
Heat Exchanged	467246 W	MTD (Corrected) 151.7 C
Transfer Rate, Service	445.47 W/m <sup>2</sup> -K	Clean 1209.5 W/m <sup>2</sup> -K Actual 508.61 W/m <sup>2</sup> -K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

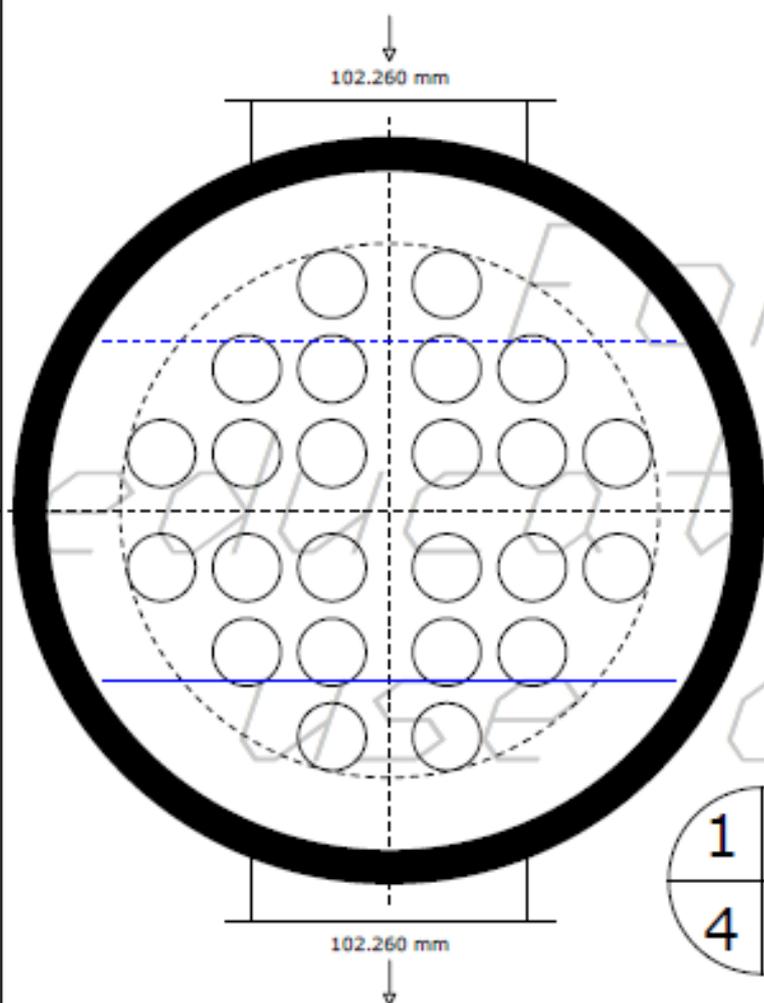
Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

	Shell Side	Tube Side
Design/Test Pressure	484.68 /	372.83 /
Design Temperature	68.00	251.80
No Passes per Shell	1	4
Corrosion Allowance	3.175	3.175
Connections	In mm 1 @ 102.26	1 @ 49.251
Size & Rating	Out mm 1 @ 102.26	1 @ 49.251
	Intermediate @	@



Tube No.	24	OD	25.400 mm	Thk(Avg)	2.769 mm	Length	3.658 m	Pitch	31.750 mm	
Tube Type	Plain		Material		Carbon steel		Tube pattern 90			
Shell	Carbon steel		ID	254.51	OD	280.25 mm	Shell Cover	(Remove.)		
Channel or Bonnet							Channel Cover			
Tubesheet-Stationary							Tubesheet-Floating			
Floating Head Cover							Impingement Plate	None		
Baffles-Cross	Type		Single-Seq.		%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	352.69	Inlet	432.63 mm
Baffles-Long					Seal Type	None				
Supports-Tube					U-Bend	Type None				
Bypass Seal Arrangement	1	pairs seal strips			Tube-Tubesheet Joint	Expanded (No groove)				
Expansion Joint					Type					
Rho-V2-Inlet Nozzle	1822.6	kg/m-s <sup>2</sup>			Bundle Entrance	117.99	Bundle Exit	178.14	kg/m-s <sup>2</sup>	
Gaskets-Shell Side					Tube Side					
-Floating Head										
Code Requirements							TEMA Class R			
Weight/Shell	776.73	kg	Filled with Water	972.93	kg	Bundle	232.26	kg		

Remarks:



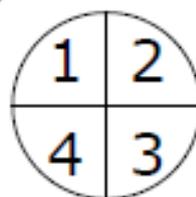
TEMA type	AES
Shell ID	254.508 mm
Actual OTL	200.347 mm
Height under inlet nozzle	29.722 mm
Height under outlet nozzle	29.722 mm
Tube type	Plain
Tube OD	25.400 mm
Tube pitch	31.750 mm
Tube layout angle	90 deg
Tubes	24
Tube positions available	24
Tubes removed for tie rods	0
Tie rods	4
Seal strip pairs	1
Passlane seal rods	2
Tube Passes	4
Parallel passlane width	17.265 mm
Perpendicular passlane width	17.265 mm
Baffle cut % diameter	25

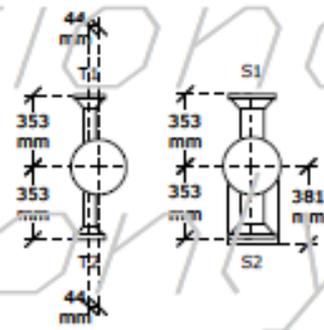
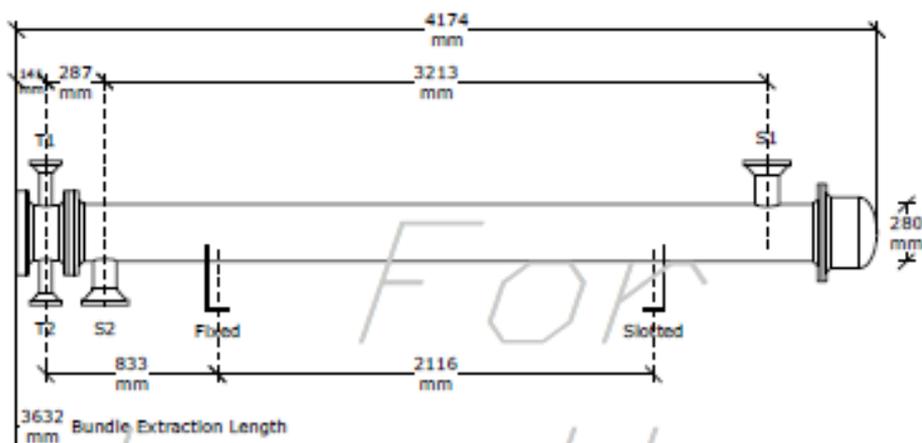
#### TUBEPASS DETAILS

Pass	Rows	Tubes
1	3	6
2	3	6
3	3	6
4	3	6

#### SYMBOL LEGEND

- Tube
- Dummy Short Tube
- ▲ Dummy Long Tube
- ⊙ Plugged Tube
- ⊗ Tie Rod
- Seal Rod
- Impingement Rod





Front Channel

Shell

Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	114.3		Pres (kPaG)	484.675	372.827	Bundle	232	Customer		
S2 Outlet	114.3		Temp (C)	68	251.8	Dry	777	Item		
T1 Inlet	60.325		Passes	1	4	Wet	973	Service		
T2 Outlet	60.325		Thick (mm)	12.871	2.769			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



**G2-PR-HDE-005-0**

Pág.: 1 De: 22

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS INTERCAMBIADOR E-105

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

Service of Unit				Item No.								
Type	AES			Orientation	Horizontal		Connected In	1 Parallel	6 Series			
Surf/Unit (Gross/Eff)	1082.8 / 1061.8		m <sup>2</sup>	Shell/Unit	6		Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>				
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>												
Fluid Allocation			Shell Side			Tube Side						
Fluid Name			158			240***						
Fluid Quantity, Total			76.011			14.125						
Vapor (In/Out)			wt%		0.00	0.00	0.00		0.00			
Liquid			wt%		100.00	100.00	100.00		100.00			
Temperature (In/Out)			C		30.00	40.00	150.00		40.00			
Density			kg/m <sup>3</sup>		995.23	991.89	853.44		925.48			
Viscosity			mN-s/m <sup>2</sup>		0.7972	0.6514	1.5956		50.114			
Specific Heat			kJ/kg-C		4.2232	4.2267	2.3175		1.7823			
Thermal Conductivity			W/m-C		0.6182	0.6315	0.1477		0.1668			
Critical Pressure			kPa									
Inlet Pressure			kPa		415.00			704.30				
Velocity			m/s					0.47				
Pressure Drop, Allow/Calc			kPa		100.00	80.987	100.00		104.31			
Average Film Coefficient			W/m <sup>2</sup> -K		6092.8			102.12				
Fouling Resistance (min)			m <sup>2</sup> -K/W		0.000200			0.000500				
Heat Exchanged			3.2089 MegaWatts		MTD (Corrected)		43.9 C	Overdesign	14.14 %			
Transfer Rate, Service			68.75 W/m <sup>2</sup> -K		Calculated		78.46 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	83.92 W/m <sup>2</sup> -K			
<b>CONSTRUCTION OF ONE SHELL</b>												
			Shell Side			Tube Side						
Design Pressure			kPaG		589.98			766.97				
Design Temperature			C		68.00			178.00				
No Passes per Shell					1			4				
Flow Direction			Downward			Downward						
Connections			In mm		1 @ 254.51	1 @ 97.180						
Size & Rating			Out mm		1 @ 254.51	1 @ 97.180						
			Liq. Out mm		@	1 @						
Tube No.	530.00	OD	25.400	mm	Thk(Avg)	2.108	mm	Length	4.267 m			
Tube Type	Plain		Material		Carbon steel			Pairs seal strips	2			
Shell ID	920.00		mm		Kettle ID		mm					
Cross Baffle Type	Perpend.		%Cut (Diam)		25			Impingement Plate	Rectangular plate			
Spacing(c/c)	697.41		mm		Inlet	697.41 mm			No. of Crosspasses			
Rho-V2-Inlet Nozzle	kg/m-s <sup>2</sup>		Shell Entrance		kg/m-s <sup>2</sup>			Shell Exit	kg/m-s <sup>2</sup>			
			Bundle Entrance		kg/m-s <sup>2</sup>			Bundle Exit	kg/m-s <sup>2</sup>			
Weight/Shell	kg		Filled with Water		kg			Bundle	kg			
Notes:					Thermal Resistance, %		Velocities, m/s		Flow Fractions			
					Shell		1.26		Shellside	0.47	A	0.032
					Tube		92.35		Tubeside	0.31	B	0.644
					Fouling		6.09		Crossflow	0.51	C	0.143
					Metal		0.30		Window	0.89	E	0.089
											F	0.092

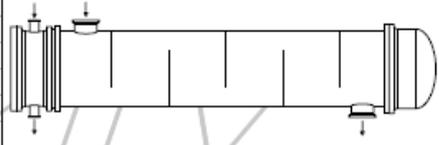
Service of Unit		Item No.					
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel 1 Series		
Surf/Unit (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>		
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>							
Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side			
Fluid Name		158		240***			
Fluid Quantity, Total		76.011		14.125			
Vapor (In/Out)		0.00	0.00	0.00	0.00		
Liquid		100.00	100.00	100.00	100.00		
Temperature (In/Out)		35.48	40.00	150.00	103.63		
Density		993.50	991.89	853.44	884.22		
Viscosity		0.7117	0.6514	1.5956	5.6979		
Specific Heat		4.2269	4.2267	2.3175	2.1116		
Thermal Conductivity		0.6257	0.6315	0.1477	0.1560		
Critical Pressure							
Inlet Pressure		347.38		704.30			
Velocity				0.47	0.32		
Pressure Drop, Allow/Calc		100.00	13.369	100.00	8.370		
Average Film Coefficient		6296.1		144.59			
Fouling Resistance (min)		0.000200		0.000500			
Heat Exchanged		1.4529 MegaWatts	MTD (Corrected) 87.5 C	Overdesign	14.71 %		
Transfer Rate, Service		93.81 W/m <sup>2</sup> -K	Calculated	Clean	117.75 W/m <sup>2</sup> -K		
<b>CONSTRUCTION OF ONE SHELL</b>				<b>Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)</b>			
Design Pressure		Shell Side	Tube Side				
Design Temperature		589.98	766.97				
No Passes per Shell		1	4				
Flow Direction		Downward	Downward				
Connections		1 @ 254.51	1 @ 97.180				
Size & Rating		1 @ 254.51	1 @ 97.180				
Tube No.	530.00	OD 25.400 mm	Thk(Avg) 2.108 mm	Length 4.267 m	Pitch 31.750 mm	Tube pattern 90	
Tube Type	Plain	Material Carbon steel		Pairs seal strips 2			
Shell ID	920.00 mm	Kettle ID		Passlane Seal Rod No. 4			
Cross Baffle Type	Perpend. Single-Seg.	%Cut (Diam) 25		Impingement Plate		Rectangular plate	
Spacing(c/c)	697.41 mm	Inlet 697.41 mm		No. of Crosspasses 6			
Rho-V <sup>2</sup> -Inlet Nozzle	2247.0 kg/m-s <sup>2</sup>	Shell Entrance 2487.8 kg/m-s <sup>2</sup>		Shell Exit 4684.5 kg/m-s <sup>2</sup>			
		Bundle Entrance 944.70 kg/m-s <sup>2</sup>		Bundle Exit 1226.7 kg/m-s <sup>2</sup>			
Weight/Shell	6736.6 kg	Filled with Water		Bundle 3895.1 kg			
Notes:		Thermal Resistance, %		Velocities, m/s		Flow Fractions	
		Shell 1.71		Shellside 0.47		A 0.034	
		Tube 89.24		Tubeside 0.32		B 0.643	
		Fouling 8.60		Crossflow 0.51		C 0.143	
		Metal 0.45		Window 0.89		E 0.089	
						F 0.092	

Service of Unit		Item No.			
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel 1 Series
Surf/Unit (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>

### PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		158		240***	
Fluid Quantity, Total	kg/s	76.011		14.125	
Vapor (In/Out)	wt%	0.00	0.00	0.00	0.00
Liquid	wt%	100.00	100.00	100.00	100.00
Temperature (In/Out)	C	33.18	35.48	103.63	78.15
Density	kg/m <sup>3</sup>	994.26	993.50	884.22	900.87
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7458	0.7117	5.6979	11.202
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2259	4.2269	2.1116	1.9859
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6226	0.6257	0.1560	0.1604
Critical Pressure	kPa				
Inlet Pressure	kPa	360.84		695.93	
Velocity	m/s		0.47		0.31
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	13.455	100.00	10.682
Average Film Coefficient	W/m <sup>2</sup> -K	6144.6		110.69	
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000200		0.000500	
Heat Exchanged	0.7381 MegaWatts	MTD (Corrected)	55.8 C	Overdesign	13.08 %
Transfer Rate, Service	74.72 W/m <sup>2</sup> -K	Calculated	84.50 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	90.62 W/m <sup>2</sup> -K

### CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side		Tube Side		Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design Pressure	kPaG	589.98		766.97		
Design Temperature	C	68.00		178.00		
No Passes per Shell		1		4		
Flow Direction		Downward		Downward		
Connections	In mm	1 @ 254.51	1 @ 97.180			
Size & Rating	Out mm	1 @ 254.51	1 @ 97.180			
	Liq. Out mm	@	@			

Tube No.	530.00	OD	25.400 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.267 m	Pitch	31.750 mm	Tube pattern	90
Tube Type	Plain		Material		Carbon steel		Pairs seal strips		2		
Shell ID	920.00 mm		Kettle ID		mm		Passlane Seal Rod No.		4		
Cross Baffle Type	Perpend.	Single-Seg.		%Cut (Diam)		25		Impingement Plate	Rectangular plate		
Spacing(c/c)	697.41 mm		Inlet		697.41 mm		No. of Crosspasses		6		
Rho-V2-Inlet Nozzle	2245.3 kg/m-s <sup>2</sup>		Shell Entrance		2485.9 kg/m-s <sup>2</sup>		Shell Exit		4676.9 kg/m-s <sup>2</sup>		
			Bundle Entrance		943.98 kg/m-s <sup>2</sup>		Bundle Exit		1224.7 kg/m-s <sup>2</sup>		
Weight/Shell	6736.6 kg		Filled with Water		9861.2 kg		Bundle		3895.1 kg		

Notes:	Thermal Resistance, %	Velocities, m/s	Flow Fractions			
	Shell	1.38	Shellside	0.47	A	0.032
	Tube	91.53	Tubeside	0.31	B	0.644
	Fouling	6.76	Crossflow	0.51	C	0.143
	Metal	0.34	Window	0.89	E	0.089
					F	0.092

Service of Unit		Item No.					
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel	1 Series	
Surf/Unit (Gross/Eff)	180.46 / 176.97	m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97	m <sup>2</sup>
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>							
Fluid Allocation		Shell Side			Tube Side		
Fluid Name		158			240***		
Fluid Quantity, Total		76.011			14.125		
Vapor (In/Out)		0.00			0.00		
Liquid		100.00			100.00		
Temperature (In/Out)		31.80			78.15		
Density		994.69			900.87		
Viscosity		0.7674			0.7458		
Specific Heat		4.2249			1.9859		
Thermal Conductivity		0.6207			0.1604		
Critical Pressure		kPa			kPa		
Inlet Pressure		374.34			685.25		
Velocity		m/s			0.47		
Pressure Drop, Allow/Calc		kPa			100.00		
Average Film Coefficient		W/m <sup>2</sup> -K			6061.0		
Fouling Resistance (min)		m <sup>2</sup> -K/W			0.000200		
Heat Exchanged		0.4400 MegaWatts			MTD (Corrected) 37.2 C		
Transfer Rate, Service		66.84 W/m <sup>2</sup> -K			Calculated 75.74 W/m <sup>2</sup> -K		
					Overdesign 13.33 %		
					Clean 80.63 W/m <sup>2</sup> -K		
<b>CONSTRUCTION OF ONE SHELL</b>				<b>Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)</b>			
Design Pressure		kPaG		Shell Side		Tube Side	
Design Temperature		C		68.00		178.00	
No Passes per Shell				1		4	
Flow Direction				Downward		Downward	
Connections		In mm		1 @ 254.51		1 @ 97.180	
Size & Rating		Out mm		1 @ 254.51		1 @ 97.180	
		Liq. Out mm		@		1 @	
Tube No.	530.00	OD	25.400	mm	Thk(Avg)	2.108	mm
Tube Type	Plain	Material	Carbon steel		Length	4.267	m
Shell ID	920.00	mm	Kettle ID	mm	Pitch	31.750	mm
Cross Baffle Type	Perpend.	Single-Seg.	%Cut (Diam)	25	Tube pattern	90	
Spacing(c/c)	697.41	mm	Inlet	697.41	mm	Pairs seal strips	2
Rho-V2-Inlet Nozzle	2244.3	kg/m-s <sup>2</sup>	Shell Entrance	2484.9	kg/m-s <sup>2</sup>	Shell Exit	4673.3
			Bundle Entrance	943.57	kg/m-s <sup>2</sup>	Bundle Exit	1223.8
Weight/Shell	6736.6	kg	Filled with Water	9861.2	kg	Bundle	3895.1
Notes:				Thermal Resistance, %		Velocities, m/s	
				Shell		Shellside	
				Tube		Tubeside	
				Fouling		Crossflow	
				Metal		Window	
						Flow Fractions	
						A	
						B	
						C	
						E	
						F	

Service of Unit		Item No.									
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel 1 Series						
Surf/Unit (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>						
PERFORMANCE OF ONE UNIT											
Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side							
Fluid Name		158		240***							
Fluid Quantity, Total	kg/s	76.011		14.125							
Vapor (In/Out)	wt%	0.00	0.00	0.00	0.00						
Liquid	wt%	100.00	100.00	100.00	100.00						
Temperature (In/Out)	C	30.94	31.80	62.15	51.75						
Density	kg/m <sup>3</sup>	994.95	994.69	911.25	917.96						
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7815	0.7674	18.895	28.583						
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2242	4.2249	1.9023	1.8464						
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6196	0.6207	0.1631	0.1649						
Critical Pressure	kPa										
Inlet Pressure	kPa	387.88		670.79							
Velocity	m/s		0.47		0.30						
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	13.535	100.00	18.964						
Average Film Coefficient	W/m <sup>2</sup> -K	6009.8		90.80							
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000200		0.000500							
Heat Exchanged	0.2757 MegaWatts	MTD (Corrected)	25.3 C	Overdesign	14.09 %						
Transfer Rate, Service	61.69 W/m <sup>2</sup> -K	Calculated	70.37 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	74.57 W/m <sup>2</sup> -K						
CONSTRUCTION OF ONE SHELL			Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)								
		Shell Side	Tube Side								
Design Pressure	kPaG	589.98	766.97								
Design Temperature	C	68.00	178.00								
No Passes per Shell		1	4								
Flow Direction		Downward	Downward								
Connections	In mm	1 @ 254.51	1 @ 97.180								
Size & Rating	Out mm	1 @ 254.51	1 @ 97.180								
	Liq. Out mm	@	1 @								
Tube No.	530.00	OD	25.400 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.267 m	Pitch	31.750 mm	Tube pattern	90
Tube Type	Plain	Material	Carbon steel	Pairs seal strips	2						
Shell ID	920.00 mm	Kettle ID	mm	Passlane Seal Rod No.	4						
Cross Baffle Type	Perpend. Single-Seq.	%Cut (Diam)	25	Impingement Plate	Rectangular plate						
Spacing(c/c)	697.41 mm	Inlet	697.41 mm	No. of Crosspasses	6						
Rho-V2-Inlet Nozzle	2243.7 kg/m-s <sup>2</sup>	Shell Entrance	2484.2 kg/m-s <sup>2</sup>	Shell Exit	4671.3 kg/m-s <sup>2</sup>						
		Bundle Entrance	943.32 kg/m-s <sup>2</sup>	Bundle Exit	1223.3 kg/m-s <sup>2</sup>						
Weight/Shell	6736.6 kg	Filled with Water	9861.2 kg	Bundle	3895.1 kg						
Notes:		Thermal Resistance, %	Velocities, m/s	Flow Fractions							
		Shell	1.17	Shellside	0.47	A	0.031				
		Tube	92.93	Tubeside	0.30	B	0.645				
		Fouling	5.63	Crossflow	0.50	C	0.143				
		Metal	0.27	Window	0.89	E	0.089				
						F	0.092				

Service of Unit		Item No.													
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel	1 Series									
Surf/Unit (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>										
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>															
Fluid Allocation		Shell Side			Tube Side										
Fluid Name		158			240***										
Fluid Quantity, Total		76.011			14.125										
Vapor (In/Out)		0.00			0.00										
Liquid		100.00			100.00										
Temperature (In/Out)		30.38			51.75										
Density		995.12			917.96										
Viscosity		0.7908			0.7815										
Specific Heat		4.2236			1.8464										
Thermal Conductivity		0.6188			0.1649										
Critical Pressure															
Inlet Pressure		401.43			651.83										
Velocity					0.30										
Pressure Drop, Allow/Calc		100.00			13.555										
Average Film Coefficient		5976.6			86.40										
Fouling Resistance (min)		0.000200			0.000500										
Heat Exchanged		0.1803 MegaWatts		MTD (Corrected)	17.4 C	Overdesign 14.68 %									
Transfer Rate, Service		58.59 W/m <sup>2</sup> -K		Calculated	67.19 W/m <sup>2</sup> -K	Clean 71.01 W/m <sup>2</sup> -K									
<b>CONSTRUCTION OF ONE SHELL</b>				<b>Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)</b>											
Design Pressure		kPaG		Shell Side		Tube Side									
Design Temperature		C		589.98		766.97									
No Passes per Shell				1		4									
Flow Direction				Downward		Downward									
Connections		In mm		1 @ 254.51		1 @ 97.180									
Size & Rating		Out mm		1 @ 254.51		1 @ 97.180									
		Liq. Out mm		@		@									
Tube No.	530.00	OD	25.400 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.267 m	Pitch	31.750 mm	Tube pattern	90				
Tube Type	Plain			Material	Carbon steel			Pairs seal strips	2						
Shell ID	920.00 mm			Kettle ID	mm			Passlane Seal Rod No.	4						
Cross Baffle Type	Perpend.		Single-Seg.	%Cut (Diam)		25		Impingement Plate	Rectangular plate						
Spacing(c/c)	697.41 mm			Inlet	697.41 mm			No. of Crosspasses	6						
Rho-V2-Inlet Nozzle	2243.3 kg/m-s <sup>2</sup>		Shell Entrance	2483.8 kg/m-s <sup>2</sup>		Shell Exit	4670.1 kg/m-s <sup>2</sup>								
			Bundle Entrance	943.17 kg/m-s <sup>2</sup>		Bundle Exit	1222.9 kg/m-s <sup>2</sup>								
Weight/Shell	6736.6 kg		Filled with Water	9861.2 kg		Bundle	3895.1 kg								
Notes:				Thermal Resistance, %		Velocities, m/s		Flow Fractions							
				Shell		1.12		Shellside		0.47		A		0.031	
				Tube		93.24		Tubeside		0.30		B		0.645	
				Fouling		5.37		Crossflow		0.50		C		0.143	
				Metal		0.26		Window		0.89		E		0.090	
												F		0.092	

Service of Unit		Item No.																
Type	AES	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel	1 Series												
Surf/Unit (Gross/Eff)	180.46 / 176.97	m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97	m <sup>2</sup>											
<b>PERFORMANCE OF ONE UNIT</b>																		
Fluid Allocation		Shell Side			Tube Side													
Fluid Name		158			240***													
Fluid Quantity, Total		76.011			14.125													
Vapor (In/Out)		0.00			0.00													
Liquid		100.00			100.00													
Temperature (In/Out)		30.00			44.78													
Density		995.23			995.12													
Viscosity		0.7972			0.7908													
Specific Heat		4.2232			4.2236													
Thermal Conductivity		0.6182			0.6188													
Critical Pressure																		
Inlet Pressure		415.00			628.11													
Velocity					0.47													
Pressure Drop, Allow/Calc		100.00			13.568													
Average Film Coefficient		5954.7			83.88													
Fouling Resistance (min)		0.000200			0.000500													
Heat Exchanged		0.1218 MegaWatts		MTD (Corrected)	12.1	C	Overdesign 15.01 %											
Transfer Rate, Service		56.83 W/m <sup>2</sup> -K		Calculated	65.36	W/m <sup>2</sup> -K	Clean 68.96 W/m <sup>2</sup> -K											
<b>CONSTRUCTION OF ONE SHELL</b>				Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)														
Design Pressure		kPaG		Shell Side		Tube Side												
Design Temperature		C		68.00		178.00												
No Passes per Shell		1		4														
Flow Direction		Downward		Downward														
Connections		In mm		1 @ 254.51				1 @ 97.180										
Size & Rating		Out mm		1 @ 254.51				1 @ 97.180										
Tube No.		530.00		OD	25.400 mm		Thk(Avg)	2.108 mm		Length	4.267 m		Pitch	31.750 mm		Tube pattern	90	
Tube Type		Plain		Material		Carbon steel		Pairs seal strips		2		Passlane Seal Rod No.		4				
Shell ID		920.00 mm		Kettle ID		mm		Impingement Plate		Rectangular plate								
Cross Baffle Type		Perpend. Single-Seg.		%Cut (Diam)		25		No. of Crosspasses		6								
Spacing(c/c)		697.41 mm		Inlet		697.41 mm		Shell Exit		4669.3 kg/m-s <sup>2</sup>								
Rho-V <sup>2</sup> -Inlet Nozzle		2243.1 kg/m-s <sup>2</sup>		Shell Entrance		2483.5 kg/m-s <sup>2</sup>		Bundle Exit		1222.7 kg/m-s <sup>2</sup>								
Weight/Shell		6736.6 kg		Bundle Entrance		943.06 kg/m-s <sup>2</sup>		Bundle		3895.1 kg								
Notes:				Filled with Water		9861.2 kg												
				Thermal Resistance, %				Velocities, m/s		Flow Fractions								
				Shell		1.10		Shellside		0.47		A		0.031				
				Tube		93.43		Tubeside		0.30		B		0.645				
				Fouling		5.23		Crossflow		0.50		C		0.143				
				Metal		0.25		Window		0.89		E		0.090				
												F		0.092				



HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer	Job No.
Address	Reference No.
Plant Location	Proposal No.
Service of Unit	Date 9/14/2019 Rev
Size 920 x 4267 mm Type AES Horizontal	Item No.
Surf/Unit (Gross/Eff) 1082.8 / 1061.8 m2 Shell/Unit 6	Connected In 1 Parallel 6 Series
	Surf/Shell (Gross/Eff) 180.46 / 176.97 m2

PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation	Shell Side	Tube Side
Fluid Name	158	240***
Fluid Quantity, Total kg/hr	273640	50849
Vapor (In/Out)		
Liquid	273640	50849
Steam	273640	50849
Water		
Noncondensables		
Temperature (In/Out) C	30.00 / 40.00	150.00 / 40.00
Specific Gravity	0.9957 / 0.9923	0.8538 / 0.9259
Viscosity mN-s/m2	0.7972 / 0.6514	1.5956 / 50.114
Molecular Weight, Vapor		
Molecular Weight, Noncondensables		
Specific Heat kJ/kg-C	4.2232 / 4.2267	2.3175 / 1.7823
Thermal Conductivity W/m-C	0.6182 / 0.6315	0.1477 / 0.1668
Latent Heat kJ/kg		
Inlet Pressure kPa	415.00	704.30
Velocity m/s	0.47	0.31
Pressure Drop, Allow/Calc kPa	100.00 / 80.987	100.00 / 104.31
Fouling Resistance (min) m2-K/W	0.000200	0.000500
Heat Exchanged 3208897 W		MTD (Corrected) 43.9 C
Transfer Rate, Service 68.75 W/m2-K	Clean 83.92 W/m2-K	Actual 78.46 W/m2-K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side	Tube Side	Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design/Test Pressure kPaG		589.98 /	766.97 /	
Design Temperature C		68.00	178.00	
No Passes per Shell		1	4	
Corrosion Allowance mm		3.175	3.175	
Connections	In mm	1 @ 254.51	1 @ 97.180	
Size & Rating	Out mm	1 @ 254.51	1 @ 97.180	
	Intermediate	@	@	
Tube No. 530	OD 25.400 mm	Thk(Avg) 2.108 mm	Length 4.267 m	Pitch 31.750 mm
Tube Type Plain		Material Carbon steel		Tube pattern 90
Shell	ID 920.00 OD 949.42 mm	Shell Cover		(Remove.)
Channel or Bonnet		Channel Cover		
Tubesheet-Stationary		Tubesheet-Floating		
Floating Head Cover		Impingement Plate Rectangular plate		
Baffles-Cross	Type	%Cut (Diam) 25	Spacing(c/c) 697.41	Inlet 697.41 mm
Baffles-Long		Seal Type		
Supports-Tube		U-Bend		Type None
Bypass Seal Arrangement 2 pairs seal strips		Tube-Tubesheet Joint		
Expansion Joint		Type		
Rho-V2-Inlet Nozzle kg/m-s2		Bundle Entrance	Bundle Exit	kg/m-s2
Gaskets-Shell Side		Tube Side		
-Floating Head				
Code Requirements			TEMA Class	
Weight/Shell kg	Filled with Water	kg	Bundle	kg

Remarks:

Customer	Job No.		
Address	Reference No.		
Plant Location	Proposal No.		
Service of Unit	Date	9/14/2019	Rev
Size	Item No.		
Surf/Unit (Gross/Eff)	920 x 4267 mm	Type AES	Horizontal
	180.46 / 178.97 m <sup>2</sup>	Shell/Unit 1	Connected In 1 Parallel 1 Series
			Surf/Shell (Gross/Eff) 180.46 / 178.97 m <sup>2</sup>

### PERFORMANCE OF ONE UNIT

		Shell Side		Tube Side	
Fluid Allocation		158		240***	
Fluid Name		273640		50849	
Fluid Quantity, Total	kg/hr	273640		50849	
Vapor (In/Out)					
Liquid		273640	273640	50849	50849
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	35.48	40.00	150.00	103.63
Specific Gravity		0.9939	0.9923	0.8538	0.8846
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7117	0.6514	1.5956	5.6979
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2269	4.2267	2.3175	2.1116
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6257	0.6315	0.1477	0.1560
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	kPa	347.38		704.30	
Velocity	m/s	0.47		0.32	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	13.369	100.00	8.370
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000200		0.000500	
Heat Exchanged	1452934 W			MTD (Corrected) 87.5 C	
Transfer Rate, Service	93.81 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	117.75 W/m <sup>2</sup> -K	Actual	107.62 W/m <sup>2</sup> -K

### CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side		Tube Side		Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design/Test Pressure	kPaG	589.98	/	766.97	/	
Design Temperature	C	68.00		178.00		
No Passes per Shell		1		4		
Corrosion Allowance	mm	3.175		3.175		
Connections	In mm	1 @	254.51	1 @	97.180	
Size & Rating	Out mm	1 @	254.51	1 @	97.180	
	Intermediate	@	@	@	@	

Tube No.	530	OD	25.400 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.267 m	Pitch	31.750 mm
Tube Type	Plain	Material			Carbon steel	Tube pattern 90			
Shell	Carbon steel	ID	920.00	OD	949.42 mm	Shell Cover		(Remove.)	
Channel or Bonnet		Tubesheet-Stationary		Channel Cover		Tubesheet-Floating			
Floating Head Cover		Impingement Plate		Rectangular plate					
Baffles-Cross		Type	Single-Seg.	%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	697.41	Inlet	697.41 mm
Baffles-Long		Seal Type		None					
Supports-Tube		U-Bend		Type None					
Bypass Seal Arrangement	2	pairs seal strips		Tube-Tubesheet Joint		Expanded (No groove)			
Expansion Joint		Type							
Rho-V2-Inlet Nozzle	2247.0	kg/m-s <sup>2</sup>	Bundle Entrance		944.70	Bundle Exit	1226.7	kg/m-s <sup>2</sup>	
Gaskets-Shell Side		Tube Side							
-Floating Head									
Code Requirements		TEMA Class						R	
Weight/Shell	6736.6	kg	Filled with Water	9861.2	kg	Bundle	3895.1	kg	

Remarks:

Customer	Job No.		
Address	Reference No.		
Plant Location	Proposal No.		
Service of Unit	Date	9/14/2019	Rev
Size	920 x 4267 mm	Type	AES Horizontal
Surf/Unit (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1
		Connected In	1 Parallel 1 Series
		Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>

### PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		158		240***	
Fluid Quantity, Total	kg/hr	273640		50849	
Vapor (In/Out)					
Liquid		273640	273640	50849	50849
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	33.18	35.48	103.63	78.15
Specific Gravity		0.9947	0.9939	0.8846	0.9013
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7458	0.7117	5.6979	11.202
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2259	4.2289	2.1116	1.9859
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6228	0.6257	0.1580	0.1604
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	kPa	380.84		695.93	
Velocity	m/s	0.47		0.31	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	13.455	100.00	10.682
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000200		0.000500	
Heat Exchanged	738114 W			MTD (Corrected)	55.8 C
Transfer Rate, Service	74.72 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	90.62 W/m <sup>2</sup> -K	Actual	84.50 W/m <sup>2</sup> -K

### CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side		Tube Side		Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design/Test Pressure	kPaG	589.98 /		766.97 /		
Design Temperature	C	68.00		178.00		
No Passes per Shell		1		4		
Corrosion Allowance	mm	3.175		3.175		
Connections	In mm	1 @ 254.51		1 @ 97.180		
Size & Rating	Out mm	1 @ 254.51		1 @ 97.180		
	Intermediate	@		@		

Tube No.	530	OD	25.400 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.267 m	Pitch	31.750 mm		
Tube Type	Plain		Material			Carbon steel	Tube pattern			90	
Shell	Carbon steel		ID	920.00	OD	949.42 mm	Shell Cover	(Remove.)			
Channel or Bonnet						Channel Cover					
Tubesheet-Stationary						Tubesheet-Floating					
Floating Head Cover						Impingement Plate	Rectangular plate				
Baffles-Cross			Type	Single-Seg.	%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	697.41	Inlet	697.41 mm	
Baffles-Long						Seal Type	None				
Supports-Tube						U-Bend	Type				None
Bypass Seal Arrangement	2	pairs seal strips					Tube-Tubesheet Joint	Expanded (No groove)			
Expansion Joint						Type					
Rho-V2-Inlet Nozzle	2245.3	kg/m-s <sup>2</sup>		Bundle Entrance	943.98	Bundle Exit	1224.7	kg/m-s <sup>2</sup>			
Gaskets-Shell Side						Tube Side					
						-Floating Head					
Code Requirements						TEMA Class	R				
Weight/Shell	6736.6	kg		Filled with Water	9861.2	kg		Bundle	3895.1	kg	

Remarks:

Customer	Job No.		
Address	Reference No.		
Plant Location	Proposal No.		
Service of Unit	Date	9/14/2019	Rev
Size	Item No.		
Surf/Unit (Gross/Eff)	920 x 4267 mm	Type AES	Horizontal
	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>	Shell/Unit 1	Connected In 1 Parallel 1 Series
			Surf/Shell (Gross/Eff) 180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>

### PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation	Shell Side		Tube Side	
Fluid Name	158		240***	
Fluid Quantity, Total	273640		50849	
Vapor (In/Out)				
Liquid	273640	273640	50849	50849
Steam				
Water				
Noncondensables				
Temperature (In/Out)	C	31.80 / 33.18	78.15	62.15
Specific Gravity		0.9951 / 0.9947	0.9013	0.9117
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7674 / 0.7458	11.202	18.895
Molecular Weight, Vapor				
Molecular Weight, Noncondensables				
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2249 / 4.2259	1.9859	1.9023
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6207 / 0.6226	0.1604	0.1631
Latent Heat	kJ/kg			
Inlet Pressure	kPa	374.34	685.25	
Velocity	m/s	0.47	0.30	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00 / 13.504	100.00	14.455
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000200	0.000500	
Heat Exchanged	439968 W		MTD (Corrected) 37.2 C	
Transfer Rate, Service	66.84 W/m <sup>2</sup> -K	Clean 80.63 W/m <sup>2</sup> -K	Actual 75.74 W/m <sup>2</sup> -K	

### CONSTRUCTION OF ONE SHELL

	Shell Side	Tube Side	Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design/Test Pressure	kPaG 589.98 /	766.97 /	
Design Temperature	C 68.00	178.00	
No Passes per Shell	1	4	
Corrosion Allowance	mm 3.175	3.175	
Connections	In mm 1 @ 254.51	1 @ 97.180	
Size & Rating	Out mm 1 @ 254.51	1 @ 97.180	
	Intermediate @	@	

Tube No.	530	OD	25.400 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.267 m	Pitch	31.750 mm
Tube Type	Plain	Material			Carbon steel	Tube pattern 90			
Shell	Carbon steel	ID	920.00	OD	949.42 mm	Shell Cover	(Remove.)		
Channel or Bonnet					Channel Cover				
Tubesheet-Stationary					Tubesheet-Floating				
Floating Head Cover					Impingement Plate	Rectangular plate			
Baffles-Cross		Type	Single-Seq.	%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	697.41	Inlet	697.41 mm
Baffles-Long		Seal Type			None				
Supports-Tube		U-Bend				Type None			
Bypass Seal Arrangement	2	pairs seal strips	Tube-Tubesheet Joint			Expanded (No groove)			
Expansion Joint		Type							
Rho-V2-Inlet Nozzle	2244.3	kg/m-s <sup>2</sup>	Bundle Entrance	943.57	Bundle Exit	1223.8	kg/m-s <sup>2</sup>		
Gaskets-Shell Side		Tube Side							
-Floating Head									
Code Requirements					TEMA Class	R			
Weight/Shell	6736.6	kg	Filled with Water	9981.2	kg	Bundle	3895.1	kg	

Remarks:

Reprinted with Permission (v7.00 SP1)



HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer				Job No.			
Address				Reference No.			
Plant Location				Proposal No.			
Service of Unit				Date	9/14/2019	Rev	
Size	920 x 4267 mm	Type	AES Horizontal	Connected In	1	Parallel	1 Series
Surf/Unit (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>		

PERFORMANCE OF ONE UNIT

		Shell Side		Tube Side	
Fluid Allocation		158		240***	
Fluid Name		273640		50849	
Fluid Quantity, Total	kg/hr				
Vapor (In/Out)					
Liquid		273640	273640	50849	50849
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	30.94	31.80	62.15	51.75
Specific Gravity		0.9954	0.9951	0.9117	0.9184
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7815	0.7674	18.895	28.583
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2242	4.2249	1.9023	1.8464
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6198	0.6207	0.1631	0.1649
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	kPa	387.88		670.79	
Velocity	m/s	0.47		0.30	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	13.535	100.00	18.964
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000200		0.000500	
Heat Exchanged	275750 W			MTD (Corrected)	25.3 C
Transfer Rate, Service	61.69 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	74.57 W/m <sup>2</sup> -K	Actual	70.37 W/m <sup>2</sup> -K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side		Tube Side		Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design/Test Pressure	kPaG	589.98 /		766.97 /		
Design Temperature	C	68.00		178.00		
No Passes per Shell		1		4		
Corrosion Allowance	mm	3.175		3.175		
Connections	In mm	1 @ 254.51		1 @ 97.180		
Size & Rating	Out mm	1 @ 254.51		1 @ 97.180		
	Intermediate	@		@		

Tube No.	530	OD	25.400 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.267 m	Pitch	31.750 mm	
Tube Type	Plain		Material			Carbon steel	Tube pattern			90
Shell	Carbon steel		ID	920.00	OD	949.42 mm	Shell Cover		(Remove.)	
Channel or Bonnet						Channel Cover				
Tubesheet-Stationary						Tubesheet-Floating				
Floating Head Cover						Impingement Plate		Rectangular plate		
Baffles-Cross			Type	Single-Seq.	%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	697.41	Inlet	697.41 mm
Baffles-Long						Seal Type		None		
Supports-Tube						U-Bend		Type		None
Bypass Seal Arrangement	2	pairs seal strips		Tube-Tubesheet Joint		Expanded (No groove)				
Expansion Joint						Type				
Rho-V2-Inlet Nozzle	2243.7	kg/m-s <sup>2</sup>		Bundle Entrance		943.32	Bundle Exit		1223.3 kg/m-s <sup>2</sup>	
Gaskets-Shell Side						Tube Side				
-Floating Head										
Code Requirements						TEMA Class		R		
Weight/Shell	6736.6	kg		Filled with Water	9861.2	kg		Bundle	3895.1 kg	

Remarks:

Customer	Job No.		
Address	Reference No.		
Plant Location	Proposal No.		
Service of Unit	Date	9/14/2019	Rev
Size	920 x 4267 mm	Type	AES Horizontal
Surf/Unit (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>	Shell/Unit	1
		Connected In	1 Parallel 1 Series
		Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m <sup>2</sup>

### PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation	Shell Side		Tube Side	
Fluid Name	158		240***	
Fluid Quantity, Total	273640		50849	
Vapor (In/Out)				
Liquid	273640	273640	50849	50849
Steam				
Water				
Noncondensables				
Temperature (In/Out)	C	30.38	30.94	51.75
Specific Gravity		0.9956	0.9954	0.9184
Viscosity	mN-s/m <sup>2</sup>	0.7908	0.7815	28.583
Molecular Weight, Vapor				
Molecular Weight, Noncondensables				
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2236	4.2242	1.8464
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6188	0.6196	0.1649
Latent Heat	kJ/kg			
Inlet Pressure	kPa	401.43		651.83
Velocity	m/s	0.47		0.30
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	13.555	100.00
Fouling Resistance (min)	m <sup>2</sup> -K/W	0.000200		0.000500
Heat Exchanged	180322 W	MTD (Corrected)		17.4 C
Transfer Rate, Service	58.59 W/m <sup>2</sup> -K	Clean	71.01 W/m <sup>2</sup> -K	Actual 67.19 W/m <sup>2</sup> -K

### CONSTRUCTION OF ONE SHELL

	Shell Side	Tube Side	Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design/Test Pressure	kPaG	589.98 /	766.97 /
Design Temperature	C	68.00	178.00
No Passes per Shell		1	4
Corrosion Allowance	mm	3.175	3.175
Connections	In mm	1 @ 254.51	1 @ 97.180
Size & Rating	Out mm	1 @ 254.51	1 @ 97.180
	Intermediate	@	@



Tube No.	530	OD	25.400 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.267 m	Pitch	31.750 mm	
Tube Type	Plain		Material		Carbon steel	Tube pattern		90		
Shell	Carbon steel		ID	920.00	OD	949.42 mm	Shell Cover	(Remove.)		
Channel or Bonnet							Channel Cover			
Tubesheet-Stationary							Tubesheet-Floating			
Floating Head Cover							Impingement Plate	Rectangular plate		
Baffles-Cross	Type		Single-Seq.		%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	697.41	Inlet	697.41 mm
Baffles-Long					Seal Type	None				
Supports-Tube					U-Bend			Type	None	
Bypass Seal Arrangement	2	pairs seal strips			Tube-Tubesheet Joint	Expanded (No groove)				
Expansion Joint					Type					
Rho-V2-Inlet Nozzle	2243.3	kg/m-s <sup>2</sup>			Bundle Entrance	943.17	Bundle Exit	1222.9	kg/m-s <sup>2</sup>	
Gaskets-Shell Side					Tube Side					
					-Floating Head					
Code Requirements							TEMA Class	R		
Weight/Shell	6736.6	kg	Filled with Water	9861.2	kg	Bundle	3895.1	kg		

Remarks:

Customer	Job No.		
Address	Reference No.		
Plant Location	Proposal No.		
Service of Unit	Date	9/14/2019	Rev
Size	920 x 4267 mm	Type AES	Horizontal
Surf/Unit (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m2	Shell/Unit	1
		Connected In	1 Parallel 1 Series
		Surf/Shell (Gross/Eff)	180.46 / 176.97 m2

### PERFORMANCE OF ONE UNIT

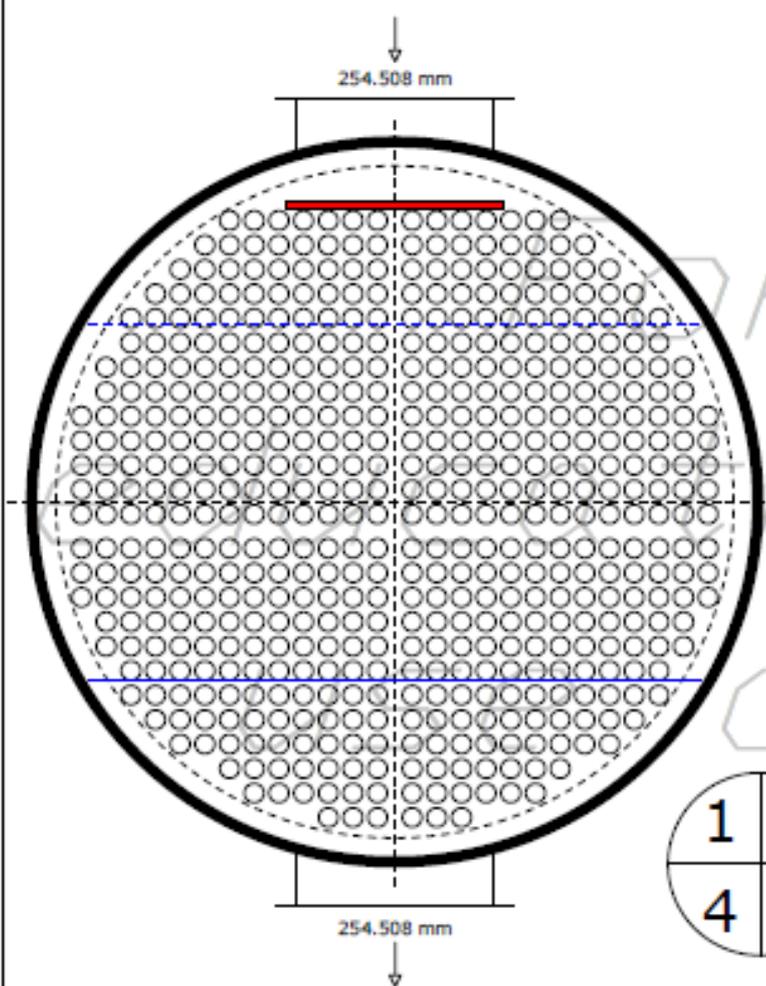
		Shell Side		Tube Side	
Fluid Allocation		158		240***	
Fluid Name		273640		50849	
Fluid Quantity, Total	kg/hr	273640		50849	
Vapor (In/Out)					
Liquid		273640	273640	50849	50849
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	30.00	30.38	44.78	40.00
Specific Gravity		0.9957	0.9956	0.9228	0.9259
Viscosity	mN-s/m2	0.7972	0.7908	39.322	50.114
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	4.2232	4.2236	1.8085	1.7823
Thermal Conductivity	W/m-C	0.6182	0.6188	0.1660	0.1668
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	kPa	415.00		628.11	
Velocity	m/s	0.47		0.30	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	100.00	13.668	100.00	28.118
Fouling Resistance (min)	m2-K/W	0.000200		0.000500	
Heat Exchanged	121811 W			MTD (Corrected)	12.1 C
Transfer Rate, Service	56.83 W/m2-K	Clean	68.96 W/m2-K	Actual	65.36 W/m2-K

### CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side		Tube Side		Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design/Test Pressure	kPaG	589.98	/	766.97	/	
Design Temperature	C	68.00		178.00		
No Passes per Shell		1		4		
Corrosion Allowance	mm	3.175		3.175		
Connections	In mm	1 @ 254.51		1 @ 97.180		
Size & Rating	Out mm	1 @ 254.51		1 @ 97.180		
	Intermediate	@		@		

Tube No.	530	OD	25.400 mm	Thk(Avg)	2.108 mm	Length	4.267 m	Pitch	31.750 mm	
Tube Type	Plain		Material		Carbon steel		Tube pattern 90			
Shell	Carbon steel		ID	920.00	OD	949.42 mm	Shell Cover	(Remove.)		
Channel or Bonnet							Channel Cover			
Tubesheet-Stationary							Tubesheet-Floating			
Floating Head Cover							Impingement Plate	Rectangular plate		
Baffles-Cross	Type		Single-Seq.		%Cut (Diam)	25	Spacing(c/c)	697.41	Inlet	697.41 mm
Baffles-Long					Seal Type	None				
Supports-Tube					U-Bend	Type None				
Bypass Seal Arrangement	2	pairs seal strips		Tube-Tubesheet Joint	Expanded (No groove)					
Expansion Joint					Type					
Rho-V2-Inlet Nozzle	2243.1	kg/m-s2		Bundle Entrance	943.06	Bundle Exit	1222.7	kg/m-s2		
Gaskets-Shell Side					Tube Side					
-Floating Head										
Code Requirements					TEMA Class R					
Weight/Shell	6736.6	kg		Filled with Water	9861.2	kg		Bundle	3895.1	kg

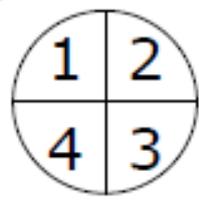
Remarks:

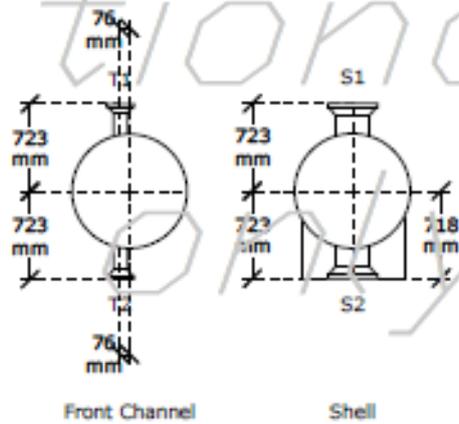
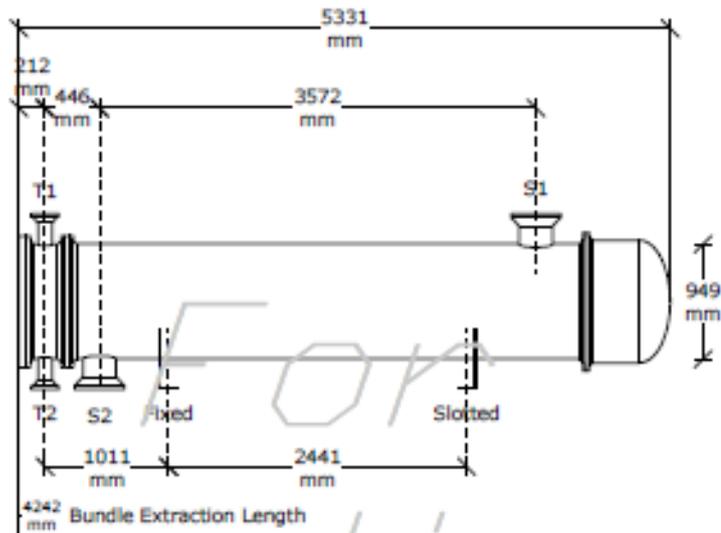


TEMA type	AES
Shell ID	920.001 mm
Actual OTL	872.095 mm
Height under inlet nozzle	69.475 mm
Height under outlet nozzle	37.803 mm
Tube type	Plain
Tube OD	25.400 mm
Tube pitch	31.750 mm
Tube layout angle	90 deg
Tubes	530
Tube positions available	530
Tubes removed for tie rods	0
Tie rods	8
Seal strip pairs	2
Passlane seal rods	4
Tube Passes	4
Parallel passlane width	18.972 mm
Perpendicular passlane width	18.972 mm
Baffle cut % diameter	25

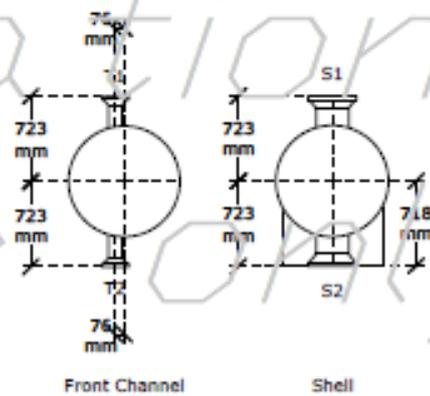
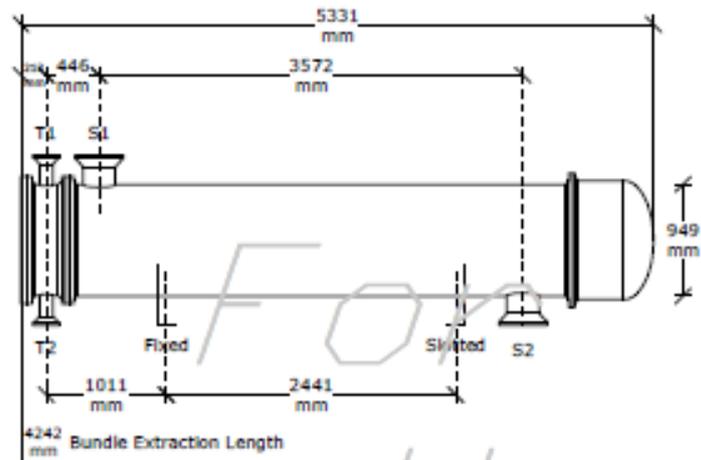
TUBEPASS DETAILS		
Pass	Rows	Tubes
1	13	145
2	13	145
3	12	120
4	12	120

- SYMBOL LEGEND**
- Tube
  - Dummy Short Tube
  - ▲ Dummy Long Tube
  - ⊙ Plugged Tube
  - ⊗ Tie Rod
  - Seal Rod
  - Impingement Rod

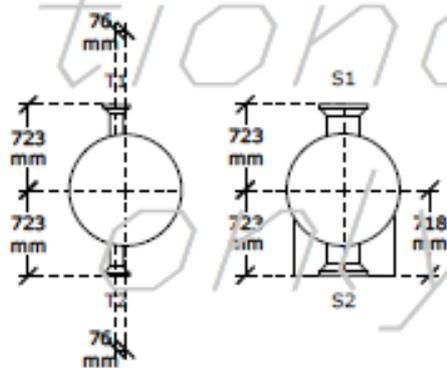
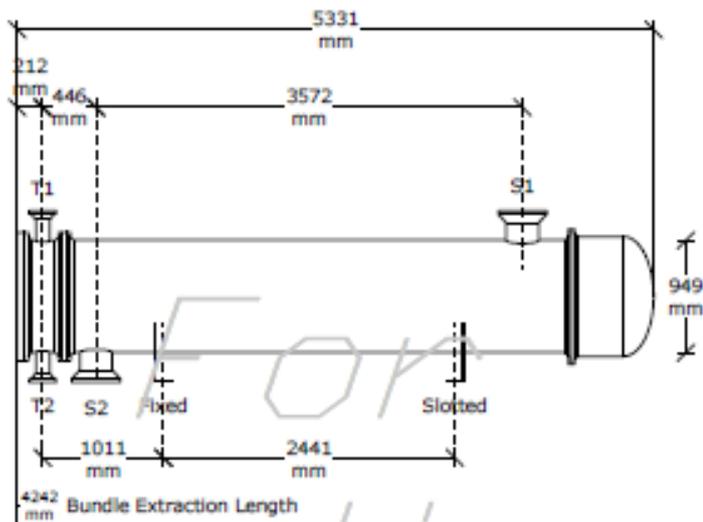




Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	273.05		Pres (kPaG)	589.98	766.973	Bundle	3895	Customer		
S2 Outlet	273.05		Temp (C)	68	178	Dry	6737	Item		
T1 Inlet	114.3		Passes	1	4	Wet	9861	Service		
T2 Outlet	114.3		Thick (mm)	14.712	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



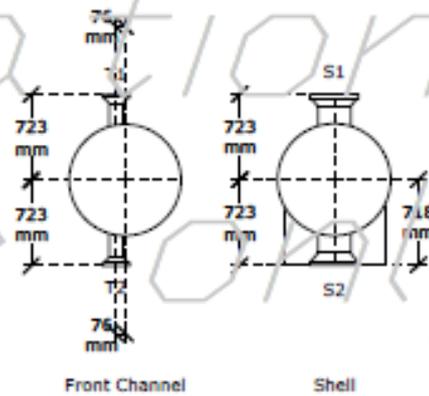
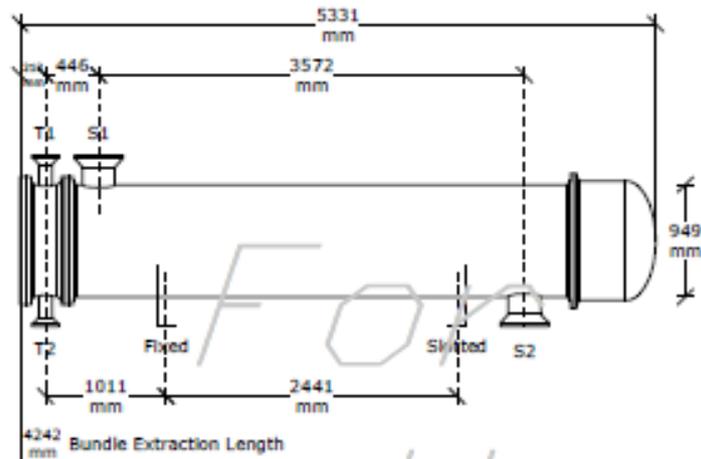
Nozzles	OD. mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	273.05		Pres (kPaG)	589.98	766.973	Bundle	3895	Customer		
S2 Outlet	273.05		Temp (C)	68	178	Dry	6737	Item		
T1 Inlet	114.3		Passes	1	4	Wet	9861	Service		
T2 Outlet	114.3		Thick (mm)	14.712	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



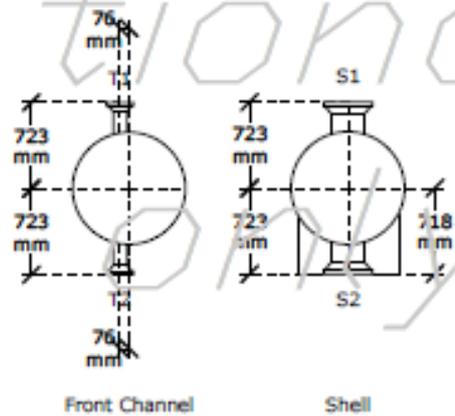
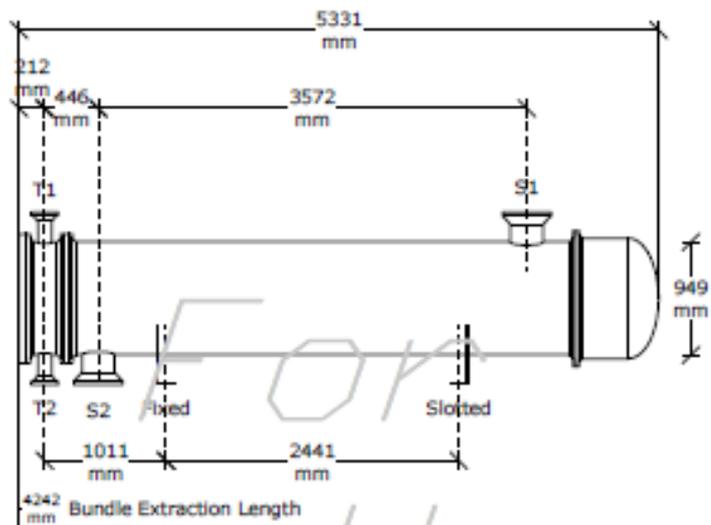
Front Channel

Shell

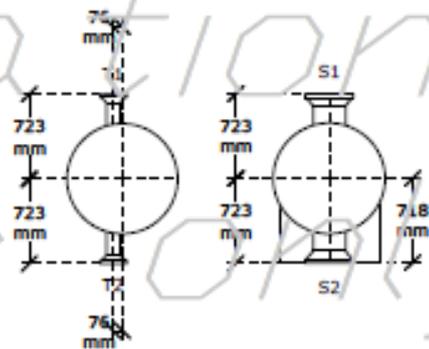
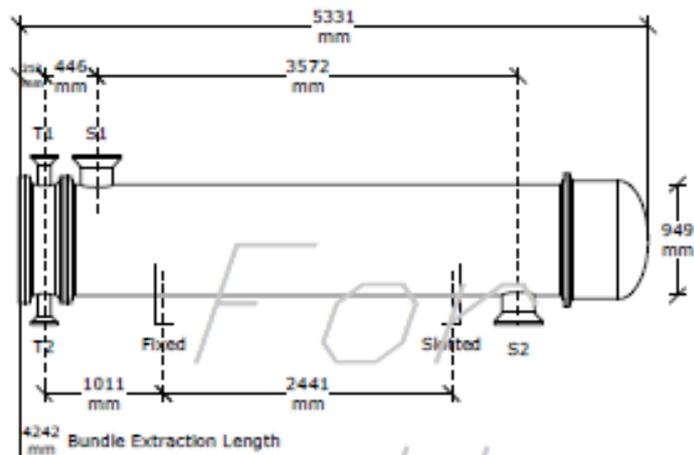
Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	273.05		Pres (kPaG)	589.98	766.973	Bundle	3895	Customer		
S2 Outlet	273.05		Temp (C)	68	178	Dry	6737	Item		
T1 Inlet	114.3		Passes	1	4	Wet	9861	Service		
T2 Outlet	114.3		Thick (mm)	14.712	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



Nozzles	QD. mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	273.05		Pres (kPaG)	589.98	766.973	Bundle	3895	Customer		
S2 Outlet	273.05		Temp (C)	68	178	Dry	6737	Item		
T1 Inlet	114.3		Passes	1	4	Wet	9861	Service		
T2 Outlet	114.3		Thick (mm)	14.712	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	273.05		Pres (kPaG)	589.98	766.973	Bundle	3895	Customer		
S2 Outlet	273.05		Temp (C)	68	178	Dry	6737	Item		
T1 Inlet	114.3		Passes	1	4	Wet	9861	Service		
T2 Outlet	114.3		Thick (mm)	14.712	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



Front Channel

Shell

Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	273.05		Pres (kPaG)	589.98	766.973	Bundle	3895	Customer		
S2 Outlet	273.05		Temp (C)	68	178	Dry	6737	Item		
T1 Inlet	114.3		Passes	1	4	Wet	9861	Service		
T2 Outlet	114.3		Thick (mm)	14.712	2.108			TEMA	AES	Setting Plan
								Date	9/14/2019	By
								Diagram		Rev



**G2-PR-HDE-006-0**

Pág.: 1 De: 6

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS INTERCAMBIADOR E-106

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

Service of Unit		Item No.			
Type	AJ12S	Orientation	Horizontal	Connected In	1 Parallel 1 Series
Surf/Unit (Gross/Eff)	122.01 / 119.79	m2	Shell/Unit 1	Surf/Shell (Gross/Eff)	122.01 / 119.79 m2

### PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		5		entrada agua	
Fluid Quantity, Total		0.9627		7.5630	
Vapor (In/Out)		100.00	63.45	0.00	0.00
Liquid		0.00	36.55	100.00	100.00
Temperature (In/Out)		108.70	40.00	30.00	38.00
Density		0.1097	0.0658 V/L	995.23	992.62
Viscosity		0.0104	0.0082 V/L	0.7972	0.6770
Specific Heat		1.8829	1.7511 V/L	4.2232	4.2269
Thermal Conductivity		0.0221	0.0181 V/L	0.6182	0.6290
Critical Pressure					
Inlet Pressure		9.000		415.00	
Velocity					
Pressure Drop, Allow/Calc					
		2.670	45.03	100.00	0.26
Average Film Coefficient		107.00		1356.2	
Fouling Resistance (min)		0.000400		0.000500	
Heat Exchanged		0.2555 MegaWatts	MTD (Corrected)	26.5 C	Overdesign 9.32 %
Transfer Rate, Service		80.37 W/m2-K	Calculated	87.85 W/m2-K	Clean 96.68 W/m2-K

### CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side		Tube Side		Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design Pressure		372.83		484.68		
Design Temperature		136.70		66.00		
No Passes per Shell		1		4		
Flow Direction		Downward		Upward		
Connections	In mm	1 @ 547.67	1 @ 77.927			
Size & Rating	Out mm	2 @ 288.90	1 @ 77.927			
	Liq. Out mm	1 @ 49.251	1 @			

Tube No.	418.00	OD	25.400	mm	Thk(Avg)	2.769	mm	Length	3.658	m	Pitch	33.866	mm	Tube pattern	90
Tube Type	Plain		Material		Carbon steel		Pairs seal strips		2						
Shell ID	914.40		mm		Kettle ID		mm		Passlane Seal Rod No.		4				
Cross Baffle Type	Parallel		Single-Seg.		%Cut (Diam)		25		Impingement Plate		Rectangular plate				
Spacing(c/c)	368.11		mm		Inlet		368.11		mm		No. of Crosspasses		8		
Rho-V2-Inlet Nozzle	152.31		kg/m-s2		Shell Entrance		214.87		kg/m-s2		Shell Exit		53.20		kg/m-s2
					Bundle Entrance		1233.3		kg/m-s2		Bundle Exit		23.74		kg/m-s2
Weight/Shell	6248.9		kg		Filled with Water		9153.8		kg		Bundle		3469.8		kg

Notes:		Thermal Resistance, %		Velocities, m/s		Flow Fractions	
		Shell	82.11	Shellside	45.03	A	0.134
		Tube	8.28	Tubeside	0.26	B	0.571
		Fouling	9.13	Crossflow	45.72	C	0.110
		Metal	0.48	Window	50.20	E	0.117
						F	0.068

Customer	Job No.
Address	Reference No.
Plant Location	Proposal No.
Service of Unit	Date 9/14/2019 Rev
Size 914.4 x 3658 mm Type AJ12S Horizontal	Item No.
Surf/Unit (Gross/Eff) 122.01 / 119.79 m <sup>2</sup> Shell/Unit 1	Connected In 1 Parallel 1 Series
	Surf/Shell (Gross/Eff) 122.01 / 119.79 m <sup>2</sup>

## PERFORMANCE OF ONE UNIT

		Shell Side		Tube Side	
Fluid Allocation		5		entrada agua	
Fluid Name					
Fluid Quantity, Total kg/hr		3465.8		27227	
Vapor (In/Out)		3465.8	2199.1		
Liquid			1266.7	27227	27227
Steam					
Water					
Noncondensables					
Temperature (In/Out) C		108.70	40.00	30.00	38.00
Specific Gravity			0.8094	0.9957	0.9931
Viscosity mN-s/m <sup>2</sup>		0.0104	0.0082 V/L 1.0420	0.7972	0.6770
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat kJ/kg-C		1.8829	1.7511 V/L 2.0895	4.2232	4.2269
Thermal Conductivity W/m-C		0.0221	0.0181 V/L 0.1457	0.6182	0.6290
Latent Heat kJ/kg		325.78	404.08		
Inlet Pressure kPa			9.000		415.00
Velocity m/s			45.03		0.26
Pressure Drop, Allow/Calc kPa		2.670	2.675	100.00	3.354
Fouling Resistance (min) m <sup>2</sup> -K/W			0.000400		0.000500
Heat Exchanged 255542 W				MTD (Corrected) 28.5 C	
Transfer Rate, Service 80.37 W/m <sup>2</sup> -K		Clean 96.68 W/m <sup>2</sup> -K		Actual 87.85 W/m <sup>2</sup> -K	

## CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side		Tube Side		Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)
Design/Test Pressure kPaG		372.83 /		494.68 /		
Design Temperature C		136.70		66.00		
No Passes per Shell		1		4		
Corrosion Allowance mm		3.600		3.600		
Connections	In mm	1 @ 547.67		1 @ 77.927		
	Out mm	2 @ 288.90		1 @ 77.927		
	Rating Intermediate	@		@		
Tube No. 418	OD 25.400 mm	Thk(Avg) 2.789 mm	Length 3.658 m	Pitch 33.866 mm		
Tube Type Plain		Material Carbon steel		Tube pattern 90		
Shell Carbon steel	ID 914.40	OD 939.80 mm	Shell Cover (Remove.)			
Channel or Bonnet			Channel Cover			
Tubesheet-Stationary			Tubesheet-Floating			
Floating Head Cover			Impingement Plate Rectangular plate			
Baffles-Cross	Type Single-Seq.	%Cut (Diam) 25	Spacing(c/c) 368.11	Inlet 368.11 mm		
Baffles-Long		Seal Type None				
Supports-Tube		U-Bend		Type None		
Bypass Seal Arrangement 2 pairs seal strips		Tube-Tubesheet Joint Expanded (No groove)				
Expansion Joint		Type				
Rho-V2-Inlet Nozzle 152.31 kg/m-s <sup>2</sup>		Bundle Entrance 1233.3	Bundle Exit 23.74 kg/m-s <sup>2</sup>			
Gaskets-Shell Side		Tube Side				
-Floating Head						
Code Requirements			TEMA Class R			
Weight/Shell 6248.9 kg	Filled with Water	9153.8 kg	Bundle 3469.8 kg			

Remarks:

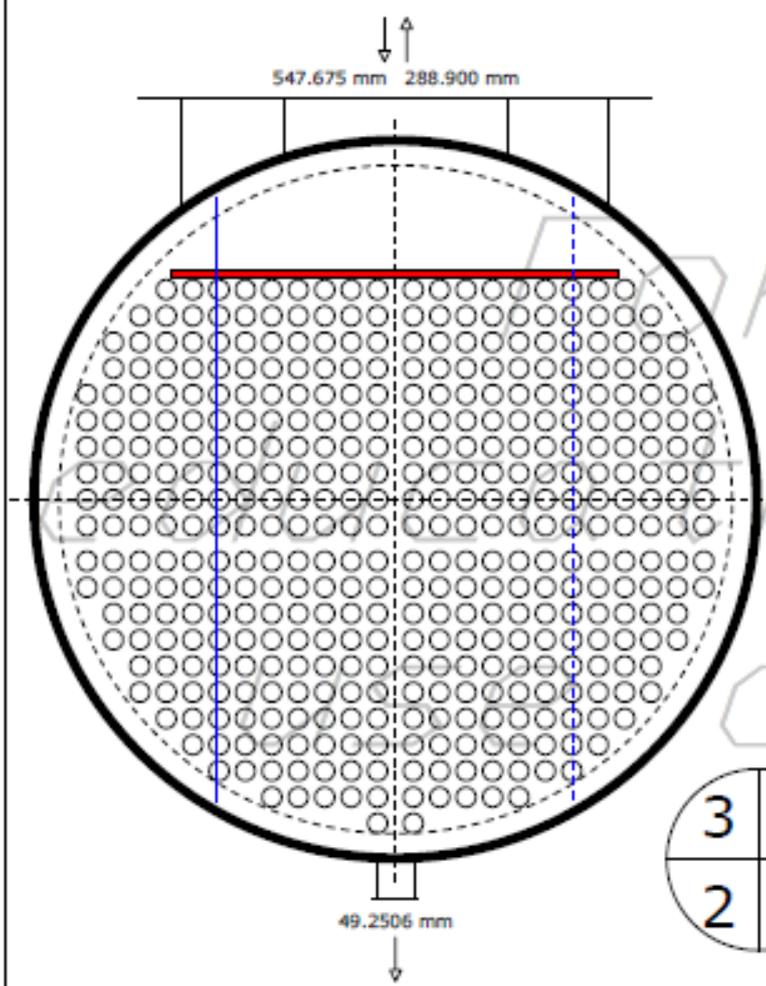
**Rating - Horizontal Multipass Flow TEMA AJ12S Shell With Single-Segmental Baffles**

Shellside condition		Cond. Vapor	(Level 2.3000)	
Axial stress loading	(MPa)	0.000	Added mass factor	
Beta		2.717	1.394	
<b>Position In The Bundle</b>		<b>Inlet</b>	<b>Center</b>	<b>Outlet</b>
Length for natural frequency	(m)	0.736	0.736	1.059
Length/TEMA maximum span	(-)	0.392	0.392	0.564
Number of spans	(-)	4	6	4
Tube natural frequency	(Hz)	125.1	115.9	91.0 +
Shell acoustic frequency	(Hz)	154.4 +	0.0	0.0
<b>Flow Velocities</b>		<b>Inlet</b>	<b>Center</b>	<b>Outlet</b>
Window parallel velocity	(m/s)	44.31	42.99	46.84
Bundle crossflow velocity	(m/s)	39.92	39.58	22.47
Bundle/shell velocity	(m/s)	26.37	25.59	14.52
<b>Fluidelastic Instability Check</b>		<b>Inlet</b>	<b>Center</b>	<b>Outlet</b>
Log decrement	HTRI	0.025	0.027	0.025
Critical velocity	(m/s)	332.14	341.46	164.91
Baffle tip cross velocity ratio	(-)	0.1535	0.1481	0.1740
Average crossflow velocity ratio	(-)	0.1202	0.1159	0.1363
<b>Acoustic Vibration Check</b>		<b>Inlet</b>	<b>Center</b>	<b>Outlet</b>
Vortex shedding ratio	(-)	4.102	0.000	0.000
Chen number	(-)	1245	0	0
Turbulent buffeting ratio	(-)	2.694	0.000	0.000
<b>Tube Vibration Check</b>		<b>Inlet</b>	<b>Center</b>	<b>Outlet</b>
Vortex shedding ratio	(-)	6.112	6.060	3.440
Parallel flow amplitude	(mm)	0.000	0.001	0.000
Crossflow amplitude	(mm)	0.001	0.001	0.005
Tube gap	(mm)	8.466	8.466	8.466
Crossflow RHO-V-SQ	(kg/m-s <sup>2</sup> )	174.75	177.09	52.37
<b>Bundle Entrance/Exit (analysis at first tube row)</b>			<b>Entrance</b>	<b>Exit</b>
Fluidelastic instability ratio	(-)		0.319	0.115
Vortex shedding ratio	(-)		16.237	2.907
Crossflow amplitude	(mm)		0.00121	0.00492
Crossflow velocity	(m/s)		106.06	18.99
Tubesheet to inlet/outlet support	(mm)		None	None
<b>Shell Entrance/Exit Parameters</b>			<b>Entrance</b>	<b>Exit</b>
Impingement device			Rectangular plate	-
Flow area	(m <sup>2</sup> )		0.198	0.163
Velocity	(m/s)		44.27	28.43
RHO-V-SQ	(kg/m-s <sup>2</sup> )		214.87	53.20
Shell type	AJ12S	Baffle type	Single-Seg.	
Tube type	Plain	Baffle layout	Parallel	
Pitch ratio	1.3333	Tube diameter, (mm)	25.400	
Layout angle	90	Tube material	Carbon steel	
Number U-Bend supports		Supports/baffle space	0	
		Use deresonating baffles	No	

**Program Messages**

+ Frequency ratios are based upon lowest natural or acoustic frequency

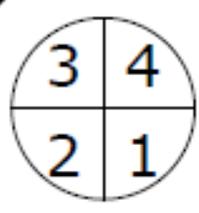
\* Items with asterisk exceed a conservative lower limit for vibration-free design. Review your case using the procedure described in Online Help; You may find that a vibration problem is unlikely.

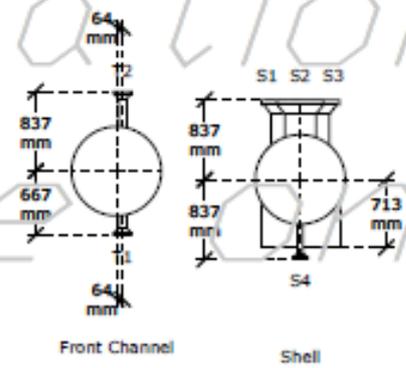
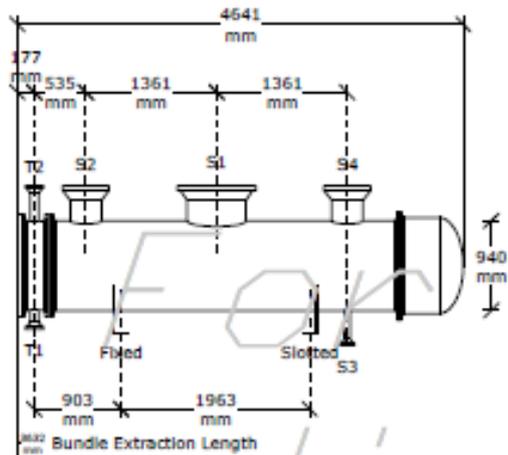


TEMA type	AJ12S
Shell ID	914.400 mm
Actual OTL	863.383 mm
Height under inlet nozzle	160.873 mm
Height under outlet nozzle	173.573 mm
Tube type	Plain
Tube OD	25.400 mm
Tube pitch	33.866 mm
Tube layout angle	90 deg
Tubes	418
Tube positions available	418
Tubes removed for tie rods	0
Tie rods	8
Seal strip pairs	2
Passlane seal rods	4
Tube Passes	4
Parallel passlane width	20.440 mm
Perpendicular passlane width	20.440 mm
Baffle cut % diameter	25

TUBEPASS DETAILS		
Pass	Rows	Tubes
1	11	96
2	11	96
3	10	113
4	10	113

- SYMBOL LEGEND
- Tube
  - Dummy Short Tube
  - Dummy Long Tube
  - ⊙ Plugged Tube
  - ⊗ Tie Rod
  - Seal Rod
  - Impingement Rod





Nozzles	OD, mm	Rating	Design	Shell	Tube	Weight	kg	Company	ITBA	Ref
S1 Inlet	609.6		Pres (kPaG)	372.827	484.675	Bundle	3470	Customer		
S2 Outlet	323.85		Temp (C)	136.7	66	Dry	6249	Item		
S3 Outlet	60.325		Passes	1	4	Wet	9154	Service		
S4 Outlet	323.85		Thick (mm)	12.7	2.769			TEMA	A1125	Setting Plan
T1 Inlet	88.9							Date	9/14/2019	By
T2 Outlet	88.9							Diagram		Rev

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS DE EYECTOR EJ-101****HOJA DE DATOS DE EYECTOR EJ-101****UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APROBO



G2-PR-HDEJ-001-0

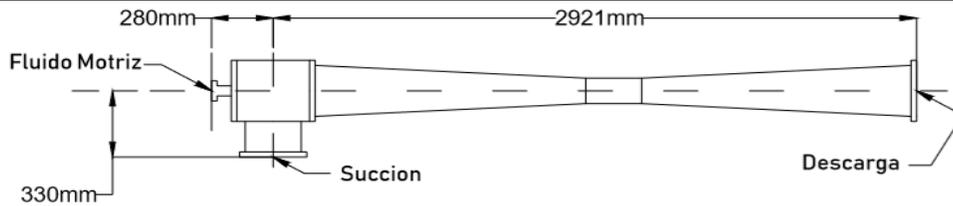
Página: 2 de 2

Rev: 0

CLIENTE PROYECTO DE PLANTAS  
 PROYECTO UNIDAD DE DESTILACION AL VACIO

**HOJA DE DATOS**

NO. DE IDENTIFICACIÓN EJ-101  
 TÍTULO EYECTOR DE PRIMERA ETAPA  
 SERVICIO VAPOR MEDIA PRESION  
 CASO OPERACIÓN NORMAL  
 CANTIDAD 3 (Nota 2)



(Nota1)

**DATOS DE PROCESO****CONDICIONES DE SUCCION**

PRESION SUCCION (kPaA)	6,33
TEMPERATURA SUCCION (°C)	40

**CAUDALES MASICOS Y PROPIEDADES DE COMPONENTES (100% FLOW)**

No	NOMBRE	CAUDAL (kg/hr)	Mw	Calor Latente (kJ/kg)	Calor Especifico (kJ/kg-°C)
1	Vapor de Agua	1257,9	18	2417	1,865
2	HC Condensable	771,4	118,1	436,5	2,148
3	HC No Condensable	169,8	34,6	555,1	1,798

**CONDICIONES DE DESCARGA**

RELACION DE COMPRESION OPERATIVA	5
PRESION MAXIMA DE DESCARGA (kPaA)	47,5 (Nota 1)
TEMPERATURA MAXIMA DE DESCARGA (°C)	148,5

**CONDICIONES DE SERVICIO DE VAPOR**

PRESION OPERATIVA (barg)	8,987
TEMPERATURA OPERATIVA (°C)	190
PRESION MINIMA SOSTENIDA (barg)	8,088
TEMPERATURA MAX SOSTENIDA (°C)	200

**REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS**

MATERIALES	(Nota 1)		
PRESION DISEÑO CUERPO EYECTOR (barg)	3,5	TEMPERATURA (°C)	136,7
PRESION DISEÑO CUERPO ENTRADA VAPOR (barg)	10,697	TEMPERATURA (°C)	218

**CONEXIONES**

CONEXION	Tamaño	Material	RATING	Presión
SUCCION	10 (Nota 1)	in	RATING	150 #
FLUIDO MOTRIZ	2 (Nota 1)	in	RATING	150 #
DESCARGA	10 (Nota 1)	in	RATING	150 #

**NOTAS:**

- 1.- A SER DEFINIDO POR EL VENDEDOR.
- 2.- DISEÑADOS PARA OPERAR AL 50% DE CAPACIDAD

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS DE EYECTOR EJ-102****HOJA DE DATOS DE EYECTOR EJ-102****UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APROBO



G2-PR-HDEJ-002-0

Página: 2 de 2

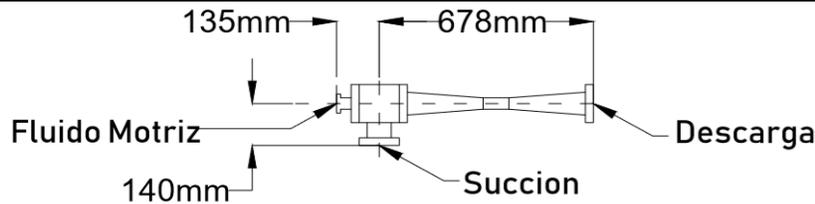
Rev: 0

CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS**

NO. DE IDENTIFICACIÓN	EJ-102
TÍTULO	EYECTOR DE SEGUNDA ETAPA
SERVICIO	VAPOR MEDIA PRESION
CASO	OPERACIÓN NORMAL
CANTIDAD	3 (Nota 2)



(Nota 1)

**DATOS DE PROCESO****CONDICIONES DE SUCCION**

PRESION SUCCION (kPaA)	28,5
TEMPERATURA SUCCION (°C)	60

**CAUDALES MASICOS Y PROPIEDADES DE COMPONENTES (100% FLOW)**

No	NOMBRE	CAUDAL (kg/hr)	Mw	Calor Latente (kJ/kg)	Calor Especifico (kJ/kg-°C)
1	Vapor de Agua	374,53	18	2341	1,934
2	HC Condensable	438,2	113,5	383,1	1,973
3	HC No Condensable	169,7	33,57	531,7	1,881

**CONDICIONES DE DESCARGA**

RELACION DE COMPRESION OPERATIVA	5
PRESION MAXIMA DE DESCARGA (kPaA)	213,75 (Nota 1)
TEMPERATURA MAXIMA DE DESCARGA (°C)	173,7

**CONDICIONES DE SERVICIO DE VAPOR**

PRESION OPERATIVA (barg)	8,987
TEMPERATURA OPERATIVA (°C)	190
PRESION MINIMA SOSTENIDA (barg)	8,088
TEMPERATURA MAX SOSTENIDA (°C)	200

**REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS**

MATERIALES	(Nota 1)		
PRESION DISEÑO CUERPO EYECTOR (barg)	3,5	TEMPERATURA (°C)	136,7
PRESION DISEÑO CUERPO ENTRADA VAPOR (barg)	10,697	TEMPERATURA (°C)	218

**CONEXIONES**

GAS DE SUCCION	3 (Nota 1)	in	RATING	150 #
FLUIDO MOTRIZ	1 1/2 (Nota 1)	in	RATING	150 #
DESCARGA	3 (Nota 1)	in	RATING	150 #

**NOTAS:**

1.- A SER DEFINIDO POR EL VENDEDOR.

2.- DISEÑADOS PARA OPERAR AL 50% DE CAPACIDAD



**G2-PR-HDF-001-0**

Pág.: 1 De: 7

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS DE HORNO F-101

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	17/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



# G2-PR-HDF-001-0

CLIENT: ITBA  
 PROJECT: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

Purchaser/Owner: **ITBA** Item N°.: **F-101**  
 Service: **Vaporización del crudo** Location: **Bahía Blanca**

1 \*Unit: **Horno de destilación al vacío** \*N° Required: **1**  
 2 Manufacturer: \_\_\_\_\_ Reference: \_\_\_\_\_  
 3 Type of Heater: **Horno cilíndrico vertical**  
 4 \*Total Heater Operation Duty: MW **8,44**

### PROCESS DESIGN CONDITIONS

*Operating Case		Design				Rev
Total heater Design Duty	MW	9,29				
Inlet Pressure	kPa	600				
Outlet pressure	kPa	100				
Heater Section		Radiante	Shield	Bare	Thin-fin	
*Service		Vaporización del crudo				
*Heat Absorption	MW	6,44	0,86	0,42	1,57	
*Fluid		Crudo de fondo de topping				
*Flow Rate	kg/h	147730	147730	147730	147730	
*Total Pressure Drop	kPa	500				
*Avg. Rad. Sect. Flux Density, Allowable	W/m2	31600				
Avg. Rad. Sect. Flux Density, Calculated	W/m2	31600				
*Minimum velocity	kg/s/m2	1700	1	1	2,5	
*Velocity Limitation	kg/s/m2	2200	3	3	3	
Process Fluid Mass Velocity	kg/s/m2	2202	1,07	1,20	2,82	
*Fouling Factor	m2°C/W	Nota 1				
*Coking Allowance	mm	6	-	-	-	

*Inlet Conditions:					
*Temperature	°C	355,9	348,7	345,2	331,9
*Liquid Flow	kg/h	146804,4	146901,3	147730	147730
*Vapor Flow	kg/h	925,6	828,7	-	-
*Liquid Density	kg/m3	750,9 / 6,39	760 / 6,021	760	760
*Viscosity, (Liquid/Vapor)	cP	0,452 / 0,02	0,498 / 0,02	0,498	0,498
*Specific heat, (Liquid/Vapor)	kJ/kg°C	2,967 / 2,66	2,93 / 2,62	2,93 / -	2,93 / -
*Thermal Conductivity, (Liquid/Vapor)	W/mK	0,11 / 0,04	0,12 / 0,0435	0,12 / -	0,12 / -

*Outlet Conditions:					
*Temperature	°C	380	355,9	348,7	345,2
*Liquid Flow	kg/h	86410	146804,4	146901,3	147730
*Vapor Flow	kg/h	61320,0	925,6	828,7	-
*Liquid Density	kg/m3	792 / 0,790	750,9 / 6,39	760 / 6,021	760
*Viscosity, (Liquid/Vapor)	cP	0,995 / 0,01	0,452 / 0,02	0,498 / 0,02	0,498
*Specific heat, (Liquid/Vapor)	kJ/kg°C	2,97 / 2,755	2,967 / 2,66	2,93 / 2,62	2,93 / -
*Thermal Conductivity, (Liquid/Vapor)	W/mK	0,125 / 0,03	0,11 / 0,04	0,12 / 0,0435	0,12 / -

40 **Special Requirements:**  
 41 \*Distillation Data or Feed Composition: **Se encuentra en las bases de diseño**  
 42 \*Short Term Operating Conditions: \_\_\_\_\_  
 43 \_\_\_\_\_  
 44 \_\_\_\_\_

45 **Nota 1: La norma especifica no agregar fouling por coking en esta zona**  
 46 \_\_\_\_\_  
 47 \_\_\_\_\_  
 48 \_\_\_\_\_  
 49 \_\_\_\_\_  
 50 \_\_\_\_\_  
 51 \_\_\_\_\_  
 52 \_\_\_\_\_  
 53 \_\_\_\_\_  
 54 \_\_\_\_\_  
 55 \_\_\_\_\_



CLIENT: ITBA
PROJECT: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

HOJA DE DATOS

COMBUSTION DESIGN CONDITIONS

Table with 3 columns: Parameter, Unit, Value. Includes rows for Operating Case, Type of Fuel, Excess Air, Heat Release (LHV), Fuel Efficiency Calculated(LHV), Radiant Section, Shield Section, Bare Section, Thin Fin Section, Flue Gas Temperature, Flue Gas Quantity, Ambient Air temperature, and Altitude Above Sea Level.

FUEL CHARACTERISTICS

Table with 6 columns: Parameter, Fuel gas, Composition, Mole %, Other Type, and Value. Includes rows for Gas Type, LHV, HHV, Press. @ Burner, Temp. @ Burner, Molecular Weight, and detailed composition for N2, CO2, CO, C1, C2, C3, C4, C5+, O2, and H2O.

BURNER DATA

Table with 4 columns: Parameter, Value, Unit, and Additional Info. Includes rows for Manufacturer (John Zink), Type (Natural draft), Series (LNC-Series), Location (Floor), Model (16), Orientation (Upfiring), Heat Release per Burner (2,56 MW), Pressure Drop (0,075 kPa), Distances (1,674 m Horizontal, 1,926 m Horizontal), Pilot Type, Ignition Method, Flame Scanners (4 burners), and Required Emissions (NOx <80 ppm, CO, SOx, Particulates).

Nota 2: La composición del fuel gas es estimativa



CLIENT: ITBA  
 PROJECT: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS**

**MECHANICAL DESIGN CONDITIONS** Rev

*Plot Limitations: -		*Stack Limitations: <b>No</b>	
*Tube Limitations: -		*Noise Limitations: <b>No</b>	
*Structural Design Data: Wind Velocity km/h <b>22</b>		*Wind Occurance: <b>Noroeste</b>	
Snow Load: mm -		*Seismic Zone: <b>No</b>	
*Min./Normal/Max. Ambient Air Temperature °C <b>0/35/38</b>		*Relative Humidity % <b>74</b>	

Heater Section:	<b>RADIANT</b>	<b>SHIELD</b>	<b>BARE</b>	<b>THIN FIN</b>
Service:	<b>Vaporización del crudo</b>			

**Coil Design:**

*Design Basis: Tube Wall Thickness (Code or Spec.)	<b>SCH 40</b>	<b>SCH 40</b>	<b>SCH 40</b>	<b>SCH 40</b>
Rupture Strength (minimum or Average)				
*Design Pressure kPa	<b>771</b>			
*Design Fluid Temperature °C	<b>408</b>	<b>383,94</b>	<b>376,71</b>	<b>373,2</b>
*Tube Temperature Allowance °C	<b>650</b>	<b>650</b>	<b>455</b>	<b>455</b>
*Maximum Tube Temperature °C	<b>512,7</b>	<b>366,7</b>	<b>362,4</b>	<b>385,5</b>
*Maximum Calculated Inside Film Temperature °C	<b>404,9</b>	<b>362,95</b>	<b>358,88</b>	<b>375,36</b>
*Inside Film Coefficient W/m2.K	<b>3017,4</b>	<b>2257,5</b>	<b>2206,3</b>	<b>2206,3</b>

**Coil Arrangement:**

Tube Orientation: Vertical or Horizontal	<b>Vertical</b>	<b>Horizontal</b>	<b>Horizontal</b>	<b>Horizontal</b>
*Tube Material (ASTM Specification and Grade)	<b>5% Cr+ 0,5% Mo steel</b>	<b>5% Cr+ 0,5% Mo steel</b>	<b>Carbon Steel</b>	<b>Carbon Steel</b>
Tube Outside Diameter mm	<b>168,3</b>	<b>168,3</b>	<b>168,3</b>	<b>168,3</b>
Tube Wall Thickness mm	<b>7,112</b>	<b>7,112</b>	<b>7,112</b>	<b>7,112</b>
Number of Flow Passes	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Nbr. of Tubes / Nbr. of Tube Rows	<b>43</b>	<b>16 / 2</b>	<b>16 / 2</b>	<b>56 / 7</b>
Nbr. of Tubes per Row (Convection Section)	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
Overall Tube Length m	<b>9,48</b>	<b>4,18</b>	<b>4,18</b>	<b>4,18</b>
Effective Tube Length m	<b>9</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>
Bare Tubes: Nbr.	<b>43</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>
Total Exposed Surface m2	<b>204,6</b>	<b>31,3</b>	<b>31,3</b>	<b>-</b>
Extended Surface Tubes: Nbr.	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>56</b>
Total Exposed Surf. m2	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>665,2</b>
Tubes Layout	<b>-</b>	<b>Triangular equilátero</b>	<b>Triangular equilátero</b>	<b>Triangular equilátero</b>
Tube Spacing, Cent. To Cent Horizontal mm	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>305</b>
Diagonal mm	<b>-</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>305</b>
Vertical mm	<b>-</b>	<b>264,1</b>	<b>264,1</b>	<b>264,1</b>
Spacing Tube Cent. To Furnace Wall mm	<b>252,4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Corbels (YES or NO)	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>
Corbel Width mm	<b>-</b>	<b>152,4</b>	<b>152,4</b>	<b>152,4</b>

**Description of Extended Surface:**

*Type: (Studs/Serrated Fins/Solid Fin)	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>Solid Fin</b>
Material				<b>Carbon Steel</b>
Dimensions: Height mm				<b>19,1</b>
Thickness mm				<b>1,3</b>
Spacing mm				<b>8,5</b>
Maximum Tip Temperature, (Calculated) °C				<b>418,47</b>
Maximum Tip Temperature, (Allowed) °C				<b>455</b>

**Plug Type Headers:**

*Type				
*Material (ASTM Specification and Grade)				
Nominal Rating				
*Location (One or Both Ends)				
*Welded or Rolled Joint				

CLIENT: ITBA

PROJECT: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS**

MECHANICAL DESIGN CONDITIONS (Cont'd)						Rev				
2	Heater Section	<b>RADIANT</b>	<b>SHIELD</b>	<b>BARE</b>	<b>THIN FIN</b>					
3	Service	Vaporización del crudo								
4	<b>Return Bends:</b>									
5	Type	Radio corto 180°	Radio corto 180°	Radio corto 180°	Radio corto 180°					
6	*Material (ASTM Specification and Grade)	5% Cr+ 0,5% steel	5% Cr+ 0,5% steel	Carbon steel	Carbon steel					
7	Nominal Rating or Schedule	40	40	40	40					
8	Location (F.B.=Fire Box, H.B.=Header Box)	F.B.	H.B.	H.B.	H.B.					
9	<b>Terminals and or Manifolds:</b>									
10	*Type (Bev.=Beveled, Man.= Manifold, Flg.=Flanged)	/								
11	*Inlet: Material (ASTM Specification and Grade)									
12	Size									
13	Schedule or Thickness									
14	Nbr. of Terminals									
15	Flange Material (ASTM Spec. And Grade)									
16	Flange Size and Rating									
17	*Outlet: Material (ASTM Specification and Grade)									
18	Size									
19	Schedule or Thickness									
20	Nbr. of Terminals									
21	Flange Material (ASTM Spec. And Grade)									
22	Flange Size and Rating									
23	*Manifold to tube conn. (Welded, extruded, etc.)									
24	Manifold Location (Inside or Outside Header Box)									
25	<b>Crossovers:</b>									
26	*Welded or Flanged					*by Vendor				
27	*Pipe Material (ASTM Specification and Grade)									
28	Pipe Size									
29	Pipe Schedule or Thickness									
30	*Flange Material									
31	Flange Size / Rating									
32	*Location (Internal/External)									
33	Fluid Temperature (Max) °C									
34	<b>Tube Supports:</b>									
35	Location (Ends, Top, Bottom)	*by Vendor								
36	Material (ASTM Specification and Grade)									
37	Design Metal Temperature °C									
38	Thickness in									
39	Insulation: Thickness in									
40	Material									
41	Anchor (Material and Type)									
42	<b>Intermediate Tube Supports:</b>									
43	*Material (ASTM Specification and Grade)	*by Vendor								
44	Design Metal Temperature °C									
45	Thickness in									
46	Spacing m									
47	<b>Tube Guides:</b>									
48	Location	*by Vendor								
49	*Material									
50	Type/Spacing									
51	<b>Header Boxes:</b>									
52	Location	Hinged Door/Bolted Panel								
53	Casing Material	_____	Thickness	in	_____					
54	Lining Material	_____	Thickness	in	_____					
55	Anchor (Material and Type)	_____								
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										

CLIENT: ITBA  
 PROJECT: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS**

**1 MECHANICAL DESIGN CONDITIONS (Cont'd) Rev**

**2 Stack or Stack Stub:**

3 N°:	<u>1</u>	Self-Supported or Guyed:	<u>Autoportante</u>	Location:	<u>sobre sección convección</u>
4 Casing Material:	<u>Steel</u>	Thickness	in <u>-</u>	*Minimum Thickness in	<u>-</u>
5 Inside Metal Diameter	m <u>1,27</u>	Total Furnace Height	m <u>27,37</u>	Stack Length	m <u>14,56</u>
6 Lining Material:					
7 Anchor (Material and Type):					
8 *Extent of Lining:	Internal or External:				
9 Design Flue Gas Vel.	m/s <u>7,6</u>	Exit Flue Gas Temperature °C	<u>332,1</u>		

**11 Dampers:**

12 Location	<b>Chimenea</b>			
13 Type (Control, Tight Shut-Off, etc.)				
14 Material: Blade				
15 Shaft				
16 Multiple / Single Leaf				
17 *Provision for Operation (Manual or Automatic)	<b>Manual</b>			
18 *Type of Operator (Cable or Pneumatic)				

**19 Platforms:**

20 *Location	Nbr.	Width	Length/Arc	Stairs/Ladder	Access From
21		<b>By Vendor</b>			
22					
23					
24					
25					
26					
27					

**28 Doors:**

29 Type	Nbr.	Location	Size	Bolted/Hinged
30 *Access		<b>No aplica</b>		
31				
32 *Observation				
33				
34 *Tube Removal				
35				

**36 Miscelaneous:**

37 Instrument Connections:	Nbr.	Size	Type
38 *Combustion Air: Temperature °C		<b>Ver P&amp;IDs 3 y 4</b>	
39 Pressure barg			
40 *Flue Gas: Temperature °C			
41 Pressure barg			
42 *Flue Gas Sample			
43 *Snuffing Steam/Purge			
44 *O2 Analyzer			
45 *Vents/Drains			
46 *Process Fluid Temperature °C			
47 *Tubeskin Thermocouples			
48 *NOX Analyzer			
49 *SOX Analyzer			

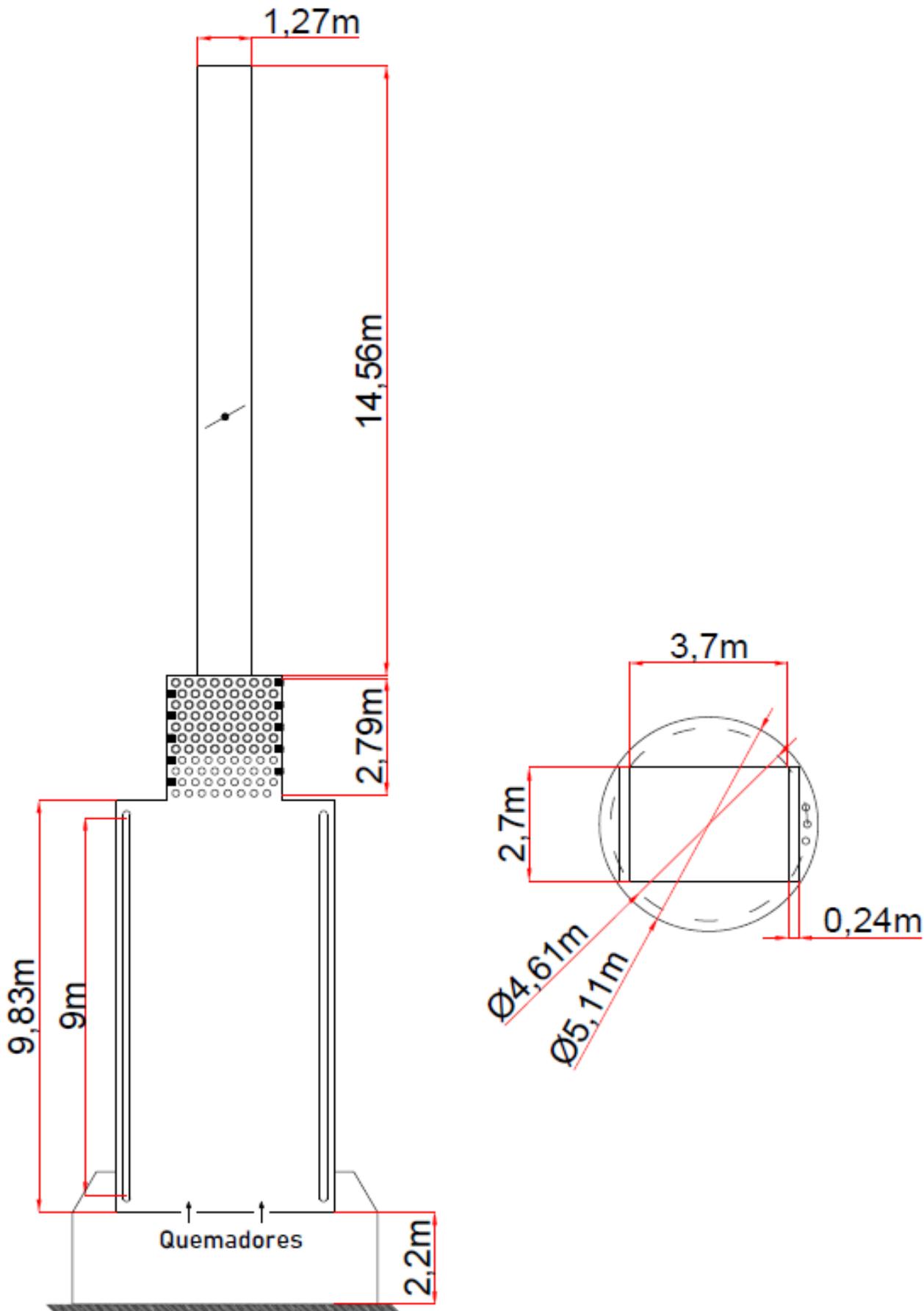
**50 \*Painting Requirements:**

51 Insulation	<b>No</b>	<b>By vendor</b>
52 *Internal Coating:		
53 *Galvanizing Requirements		
54 Are Painters Trolley and Rail Included	<input type="radio"/> YES <input type="radio"/> NO	
55 *Special Equipment: Sootblowers:		
56 Air Preheater:	<b>No</b>	
57 Fan (s):	<b>No</b>	
58 Other:	-	
59		
60		

CLIENT: ITBA  
PROJECT: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

HOJA DE DATOS

SKETCH





**G2-PR-HDP-001-0**

Pág.: 1 De: 4

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

### HOJA DE DATOS DE BOMBA P-101 A/B

### UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



# G2-PR-HDP-001-0

Página: 2 De: 4

Rev: 0

CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS  
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS BOMBA P-101 A/B

NOTE: Information to be completed by:  Purchaser  Manufacturer Service: **Bomba pump around LVGO**

Aplicable to:  Proposals  Purchase  As Built  
Aplicable std.:  API 610 10th ed.  ANSI B73.1  Other  
Pump Mfr: **Flowserve**  
Size & Type: **Centrifuga**  
Nr. Stages: **2**  
Serial Nr.: **WDR8**

Nr. Pumps Required: **2** Nr. Motor Driven: **2** Nr. Turbine Driven: \_\_\_\_\_  
Pump Item Nr.: **P-101 A/B** Pump Item Nr.: \_\_\_\_\_  
Motor Item Nr.: **by detail engineer** Turbine Item Nr.: \_\_\_\_\_  
Motor Provided By: \_\_\_\_\_ Turbine Provided By: \_\_\_\_\_  
Motor Mounted By: \_\_\_\_\_ Turbine Mounted By: \_\_\_\_\_

LIQUID	OPERATING CONDITIONS	SITE CONDITIONS
Name: <b>HC</b>	Capacity (m³/h): <b>17,5</b>	Temperature: Max <b>38</b> Min. <b>0</b> °C
Pumping Temperature (°C): Normal <b>161</b> Max. <b>189</b> Min. <b>10</b>	Normal <b>15,9</b> Rated <b>17,5</b> Min <b>0</b>	Rel. Humidity: Max <b>74</b> Min. <b>-</b> %
Spec. Grav. @ <b>161</b> °C <b>0,777</b>	Disch. Pres. (barg): <b>4,07</b>	Altitude: _____ m
Vapor Pres. @ <b>161</b> °C <b>0,11</b> bara	Suct. Pres. (barg): <b>1,09</b>	<input type="radio"/> Indoor <input type="radio"/> Heated <input type="radio"/> Roof
Viscosity @ <b>161</b> °C <b>0,53</b> cP	Max. <b>2,8</b> Rated <b>1,09</b>	<input checked="" type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Unheated <input checked="" type="radio"/> Sun
Corrosion / Erosion Caused By: _____	Diff. Pres. (bar): <b>2,98</b>	Area Classification: _____
Remarks: _____	Diff. Head. (m): <b>39,17</b>	Other: _____
	NPSH Available (m): <b>23,84</b>	Remarks: _____

### PERFORMANCE (TO BE COMPLETED BY MANUFACTURER)

Prop. Curve No.: **by detail engineer** Min. Continuous Flow (m³/): **3,8** NPSH Required (m): **2,2**  
Speed (r/min.): **2960** Thermal --- Stable  
Efficiency (%): **59,9** Max. Head, Rated Imp. (m): **53,02** 3% Head Drop  
Rated Power (kW): **2,42** Max. Power, Rated Imp. (kW): **2,83** Suction Specific Speed(US): \_\_\_\_\_  
Remarks: \_\_\_\_\_

### CONSTRUCTION (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Nozzles	Size	Rating	Facing	Location	Misc.Conn	Size	Location
Suction	<b>3"</b>	<b>#150</b>			Drain (Suct/Disch)	<b>3/4</b>	
Discharge	<b>2"</b>	<b>#150</b>			Vent		

Casing Mount:  Foot  Centerline  Bracket  Near Centerline  Inline  Vertical  Sump  Vertical Barrel

Impeller Diameter (mm): Rated **127** Max. **145** Min **109**  
Rotation (Viewed From CPLG):  CW  CCW  Overh.

Imp. Mount:  Btwn. Brgs  Overh.

Casing Split:  Axial  Radial

Casing Type:  Single Volute  Diffuser  Double Volute  Staggered

Packing: Manufacturer \_\_\_\_\_ Type \_\_\_\_\_  
Size / N° Rings \_\_\_\_\_  
Mechanical Seal: Type \_\_\_\_\_ API code \_\_\_\_\_ Manufacturer \_\_\_\_\_  
Model \_\_\_\_\_ Manufacturer Code \_\_\_\_\_

Bearings (Type/N°): Radial **Ball** Thrust **Ball**

Lubrication Type:  Grease  Oil Ring  Product  Flood  Flinger  Pressure (ver nota 3)

Coupling: Manufacturer \_\_\_\_\_ Type \_\_\_\_\_

Driver Half-Coupling Mounted By:  Pump Mfr  Driver Mfr  Purchaser

Gland Type/Matl: \_\_\_\_\_  
Gland Plate Taps Required:  Quench  Flush  Drain  Vent

5.- Max. Allowable Pressure (bar.g): **24,7**  
Hydrostatic Test Pressure (bar.g): **62**  
Remarks: \_\_\_\_\_

### NOTES

- 1.-
- 2.-
- 3.-
- 4.-
- 5.-



CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

HOJA DE DATOS BOMBA P-101 A/B

MATERIALS (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Table H-1 Class S-6
Barrel / Case A278/A278M Class 30
Impeller A278/A278M Class 30
Case / Imp. Wear Rings A278
Shaft A216/A216M Gr WCB
Sleeve A278/A278M Class 30
Material / Type
API 610 Std. N° Flowserve
Remarks:

AUXILIARY PIPING (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Seal Flush Piping Plan
Auxiliary Flush Plan
Cooling Water Piping Plan
Tubing Carbon Steel
Pipe Stainless Steel
Piping Assembly:
Threaded Flanged
Seal Welded Socket Welded
m3/h kPa
Sight Flow Indicators Required
Total Cooling Water Req'd (m3/h)
Packing Cooling Injection Required
m3/h kPa
Remarks:

INSPECTION AND TEST (TO BE COMPLETED BY PURCHASER)

TEST NON - WIT WIT OBSERVED
Performance
Hydrostatic
NPSH
Shop Inspection
Dismantle and Inspect After Test
Material Cert.
Casting Repair Procedure Approval
Inspection Req'd For Nozzle Welds.
Mag. Particle
Dye Penetrant
Inspection Req'd For Castings:
Radiographic
Ultrasonic
Inspection Req'd for
Mag. Particle
Dye Pe
Radiographic
Ultrasonic
Remarks:

MOTOR DRIVER (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

by detail eng HP 2960 r/min
Frame by vendor
Volts / Phase / Hertz 380 / 3 / 50
Type
Enclosure
Temperature Rise (°C)
Full Load AMPS
Locked Rotor AMPS
Insulation
Manufacturer
Bearings
Lube
Vertical Shaft
Vertical Thrust Capacity (N) (Kg)
Up Down
Remarks:

VERTICAL PUMPS (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Pit or Sump Depth (m)
Pump Length (m)
Min. Submergence Req'd (m)
Guide Bushings:
Bowl
Line Shaft
Guide Bushing Lube
Water
Oil
Grease
Producto
Float and Road:
Cbn Stl
SS
Brz
None
Pump Thrust (N)
At Min Flow
At Design Flow
At Runout
03-abr
Remarks:

MASSES (TO BE COMPLETED BY MANUFACTURER)

Mass of Pump (kg)
Mass of Baseplate (kg)
Mass of Motor (kg)
Mass of Gear (kg)
Total Mass (kg)
Remarks:

ADDITIONAL INFORMATION

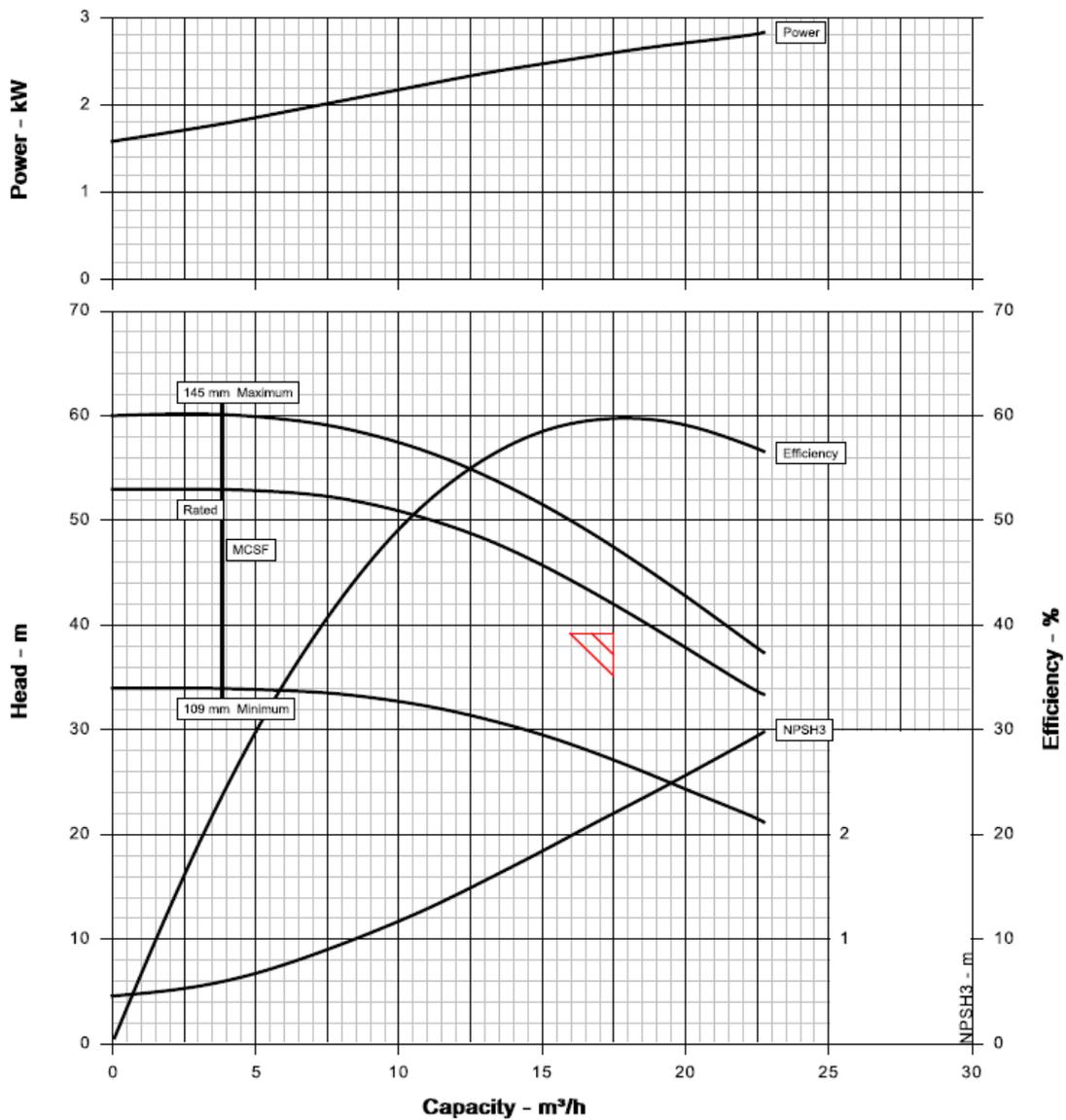
- 1.- Se debe aplicar API 610.
2.-
3.-
4.-
5.-
6.-



CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS  
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### HOJA DE DATOS BOMBA P-101 A/B

#### CURVAS





**G2-PR-HDP-002-0**

Pág.: 1 De: 4

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

### HOJA DE DATOS DE BOMBA P-102 A/B

### UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



# G2-PR-HDP-002-0

Página: 2 De: 4

Rev: 0

CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS  
 PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS BOMBA P-102 A/B

NOTE: Information to be completed by:  Purchaser  Manufacturer Service: **Bomba producto LVGO**

Applicable to:  Proposals Applicable std.:  API 610 10th ed. Pump Mfr: **Flowserve**  
 Purchase  ANSI B73.1 Size & Type: **Centrifuga**  
 As Built  Other Nr. Stages: **7**  
 Serial Nr.: **WDR4-IND**

Nr. Pumps Required: **2** Nr. Motor Driven: **2** Nr. Turbine Driven: \_\_\_\_\_  
 Pump Item Nr.: P-102 A/B Pump Item Nr.: \_\_\_\_\_  
 Motor Item Nr.: by detail engineer Turbine Item Nr.: \_\_\_\_\_  
 Motor Provided By: \_\_\_\_\_ Turbine Provided By: \_\_\_\_\_  
 Motor Mounted By: \_\_\_\_\_ Turbine Mounted By: \_\_\_\_\_

LIQUID	OPERATING CONDITIONS	SITE CONDITIONS
Name: HC	Capacity (m³/h): <b>7,0</b>	Temperature: Max <b>38</b> Min. <b>0</b> °C
Pumping Temperature (°C): Normal <b>161</b> Max. <b>189</b> Min. <b>10</b>	Norma <b>6,37</b> Rated <b>7,0</b> Min <b>0</b>	Rel. Humidity: Max <b>74</b> Min. <b>-</b> %
Spec. Grav. @ <b>161</b> °C: <b>0,777</b>	Disch. Pres. (barg): <b>7,57</b>	Altitude: m
Vapor Pres. @ <b>161</b> °C: <b>0,11</b> bara	Suct. Pres. (barg): <b>0,95</b>	<input type="radio"/> Indoor <input type="radio"/> Heated <input type="radio"/> Roof
Viscosity @ <b>161</b> °C: <b>0,53</b> cP	Max. <b>2,66</b> Rated <b>0,95</b>	<input checked="" type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Unheated <input checked="" type="radio"/> Sun
Corrosion / Erosion Caused By: _____	Diff. Pres. (bar): <b>6,62</b>	Area Classification: _____
Remarks: _____	Diff. Head. (m): <b>86,81</b>	Other: _____
	NPSH Available (m): <b>24,40</b>	Remarks: _____

### PERFORMANCE (TO BE COMPLETED BY MANUFACTURER)

Prop. Curve No. **by detail engineer** Min. Continuous Flow (m³): **1,9** NPSH Required (m): **1,0**  
 Speed (r/min.): **2960** Thermal --- Stable 3% Head Drop  
 Efficiency (%): **47,8** Max. Head, Rated Imp. (m): **104,28** Suction Specific Speed(US): \_\_\_\_\_  
 Rated Power (kW): **2,69** Max. Power, Rated Imp. (kW): **3,11**  
 Remarks: \_\_\_\_\_

### CONSTRUCTION (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Nozzles	Size	Rating	Facing	Location	Misc.Conn	Size	Location
Suction	2"	#150			Drain (Suct/Disch)	3/4	
Discharge	2"	#150			Vent		
					Pres. Gage		
					Warm Up		
Casing Mount: Foot <input type="checkbox"/>		Impeller Diameter (mm)			Bearings (Type/Nº)		
<input checked="" type="checkbox"/> Centerline <input type="checkbox"/> Bracket		Rated <b>104</b> Max. <b>118</b> Min <b>90</b>			Radial <b>Ball</b>		
<input type="checkbox"/> Near Centerline <input type="checkbox"/> Inline		Rotation (Viewed From CPLG) <input type="checkbox"/> CW			Thrust <b>Ball</b>		
<input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Sump		Imp. Mount <input type="checkbox"/> Btwn. Brgs <input checked="" type="checkbox"/> Overh.			Lubrication Type: <input checked="" type="checkbox"/> API 614		
<input type="checkbox"/> Vertical Barrel		Packing: _____			<input checked="" type="checkbox"/> Grease <input type="checkbox"/> Oil Ring <input type="checkbox"/> Product		
Casing Split <input type="checkbox"/> Axial <input checked="" type="checkbox"/> Radial		Manufacturer: _____			<input type="checkbox"/> Flood <input type="checkbox"/> Flinger <input type="checkbox"/> Pressure		
Casing Type: <input checked="" type="checkbox"/> Single Volute		Type: _____			Coupling: _____ (ver nota 3)		
<input type="checkbox"/> Diffuser		Size / Nº Rings: _____			Manufacturer: _____		
<input type="checkbox"/> Double Volute		Mechanical Seal: _____			Type: _____		
<input type="checkbox"/> Staggered		Type: _____					
		API code: _____			Driver Half-Coupling Mounted By:		
Max. Allowable Pressure (bar.g): <b>16</b>		Manufacturer: _____			<input type="radio"/> Pump Mfr <input type="radio"/> Driver Mfr <input checked="" type="radio"/> Purchaser		
Hydrostatic Test Pressure (bar.g): <b>41,4</b>		Model: _____			Gland Type/Matl		
Remarks: _____		Manufacturer Code: _____			Gland Plate Taps Required:		
					<input type="radio"/> Quench <input type="radio"/> Flush <input type="radio"/> Drain <input type="radio"/> Vent		

### NOTES

- 1.-
- 2.-
- 3.-
- 4.-
- 5.-



G2-PR-HDP-002-0

Página: 3 De: 4

Rev: 0

CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

HOJA DE DATOS BOMBA P-102 A/B

MATERIALS (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Table with 4 columns: Item, Material/Type, Quantity, and Remarks. Includes items like Table H-1 Class, Barrel / Case, Impeller, Case / Imp. Wear Rings, Shaft, Sleeve, and API 610 Std. N°.

AUXILIARY PIPING (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form for auxiliary piping details including Seal Flush Piping Plan, Auxiliary Flush Plan, Cooling Water Piping Plan, and various material and assembly options.

INSPECTION AND TEST (TO BE COMPLETED BY PURCHASER)

Form for inspection and test requirements, including Performance, Hydrostatic, NPSH, Casting Repair Procedure Approval, and Inspection Req'd for various components.

MOTOR DRIVER (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form for motor driver specifications including HP, r/min, Temperature Rise, Bearings, Lube, Full Load AMPS, Locked Rotor AMPS, Insulation, and Vertical Thrust Capacity.

VERTICAL PUMPS (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form for vertical pump details including Pit or Sump Depth, Pump Length, Min. Submergence, Guide Bushings, Lube, and Pump Thrust.

MASSES (TO BE COMPLETED BY MANUFACTURER)

Form for mass specifications including Mass of Pump, Mass of Baseplate, Mass of Motor, Mass of Gear, and Total Mass.

ADDITIONAL INFORMATION

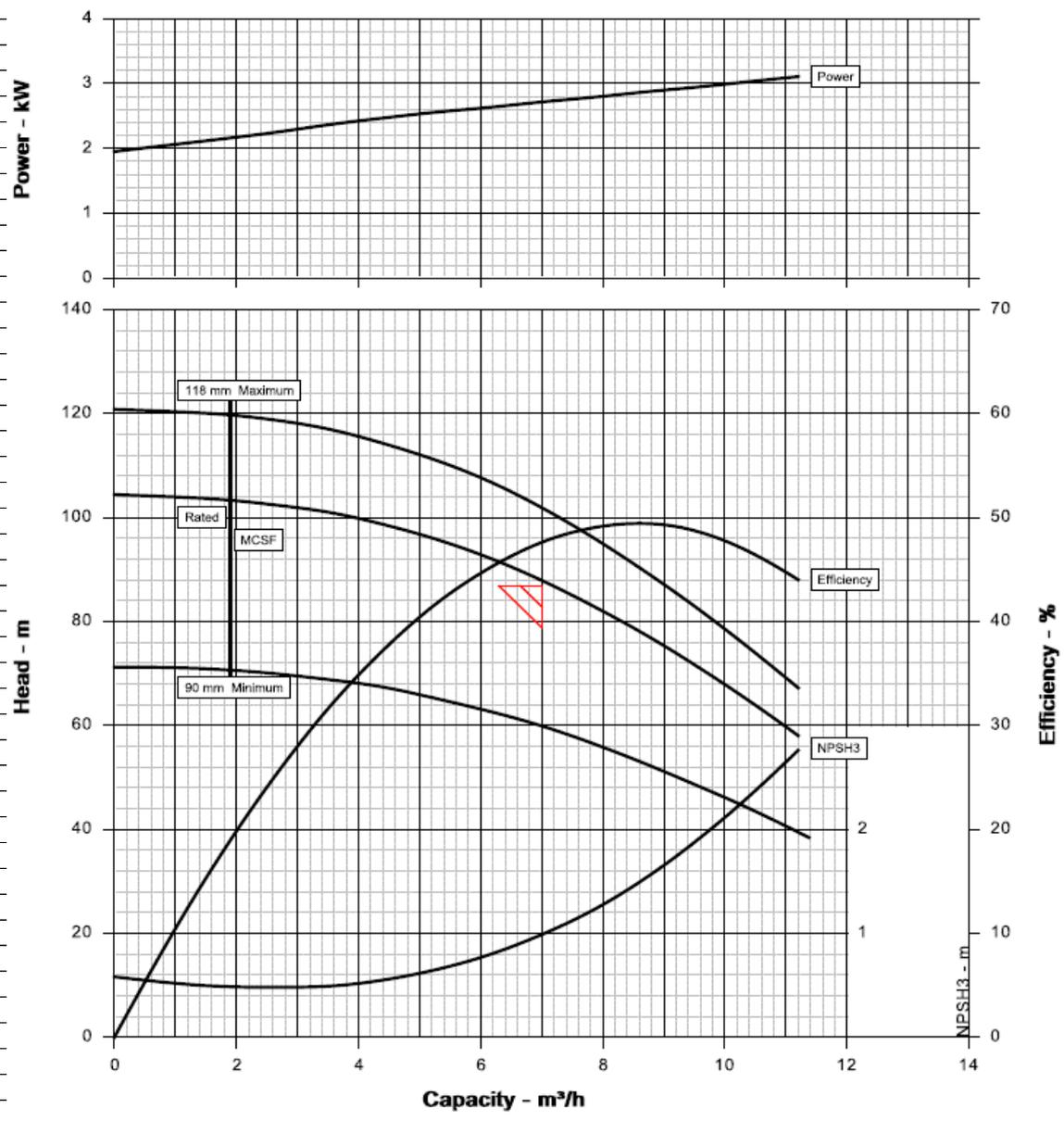
Form for additional information with numbered lines 1-6.



CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS  
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### HOJA DE DATOS BOMBA P-102 A/B

#### CURVAS





**G2-PR-HDP-003-0**

Pág.: 1 De: 4

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

### HOJA DE DATOS DE BOMBA P-103 A/B

### UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



G2-PR-HDP-003-0

Página: 2 De: 4

Rev: 0

CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

HOJA DE DATOS BOMBA P-103 A/B

NOTE: Information to be completed by: Purchaser Manufacturer Service: Bomba de pump around MVGO

Aplicable to: Proposals Purchase As Built
Aplicable std.: API 610 10th ed. ANSI B73.1 Other
Pump Mfr: Flowserve
Size & Type: Centífuga
Nr. Stages: 1
Serial Nr.: 1.5HPX15A

Nr. Pumps Required: 2
Nr. Motor Driven: 2
Nr. Turbine Driven:
Pump Item Nr.: P-103 A/B
Motor Item Nr.: by detail engineer
Motor Provided By:
Motor Mounted By:

Table with 3 columns: LIQUID, OPERATING CONDITIONS, and SITE CONDITIONS. Includes fields for Name, Capacity, Temperature, Pumping Temperature, Disch. Pres., Suct. Pres., Viscosity, Corrosion, etc.

PERFORMANCE (TO BE COMPLETED BY MANUFACTURER)

Prop. Curve No.: by detail engineer
Speed (r/min.): 1475
Efficiency (%): 20
Rated Power (kW): 5,63
Min. Continuous Flow (m³/h): 4,0
NPSH Required (m): 1,0
Max. Head, Rated Imp. (m): 39,48
Max. Power, Rated Imp. (kW): 6,21

CONSTRUCTION (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Nozzles: Suction 2", Discharge 2"
Casing Mount: Foot, Centerline, Near Centerline, Vertical, Vertical Barrel
Casing Split: Axial, Radial
Casing Type: Single Volute, Diffuser, Double Volute, Staggered
Impeller Diameter (mm): Rated 353, Max. 400, Min. 320
Rotation: CW, CCW, Overh.
Packing: Manufacturer, Type, Size / N° Rings
Mechanical Seal: Type, API code, Manufacturer, Model, Manufacturer Code
Misc. Conn: Drain (Suct/Disch) 3/4, Vent, Pres. Gage, Warm Up
Bearings (Type/N°): Radial Ball, Thrust Ball
Lubrication Type: Grease, Oil Ring, Flinger, Product, Pressure (ver nota 3)
Coupling: Manufacturer, Type
Driver Half-Coupling Mounted By: Pump Mfr, Driver Mfr, Purchaser
Gland Type/Matl:
Gland Plate Taps Required: Quench, Flush, Drain, Vent

NOTES

- 1.-
2.-
3.-
4.-
5.-



G2-PR-HDP-003-0

Página: 3 De: 4

Rev: 0

CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

HOJA DE DATOS BOMBA P-103 A/B

MATERIALS (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Table with specifications for materials including Table H-1 Class, Barrel / Case, Impeller, Case / Imp. Wear Rings, Shaft, Sleeve, Baseplate, Material / Type, and API 610 Std. N°.

AUXILIARY PIPING (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form for auxiliary piping specifications including Seal Flush Piping Plan, Auxiliary Flush Plan, Cooling Water Piping Plan, and various tubing and pipe options.

INSPECTION AND TEST (TO BE COMPLETED BY PURCHASER)

Form for inspection and test requirements including Performance, Hydrostatic, NPSH, Casting Repair Procedure Approval, and Inspection Req'd for various components.

MOTOR DRIVER (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form for motor driver specifications including HP, r/min, Temperature Rise, Bearings, Lube, Full Load AMPS, Locked Rotor AMPS, Insulation, and Vertical Thrust Capacity.

VERTICAL PUMPS (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form for vertical pump specifications including Pit or Sump Depth, Pump Length, Min. Submergence, Guide Bushings, Line Shaft, Float and Road, and Pump Thrust.

MASSES (TO BE COMPLETED BY MANUFACTURER)

Form for mass specifications including Mass of Pump, Mass of Baseplate, Mass of Motor, Mass of Gear, and Total Mass.

ADDITIONAL INFORMATION

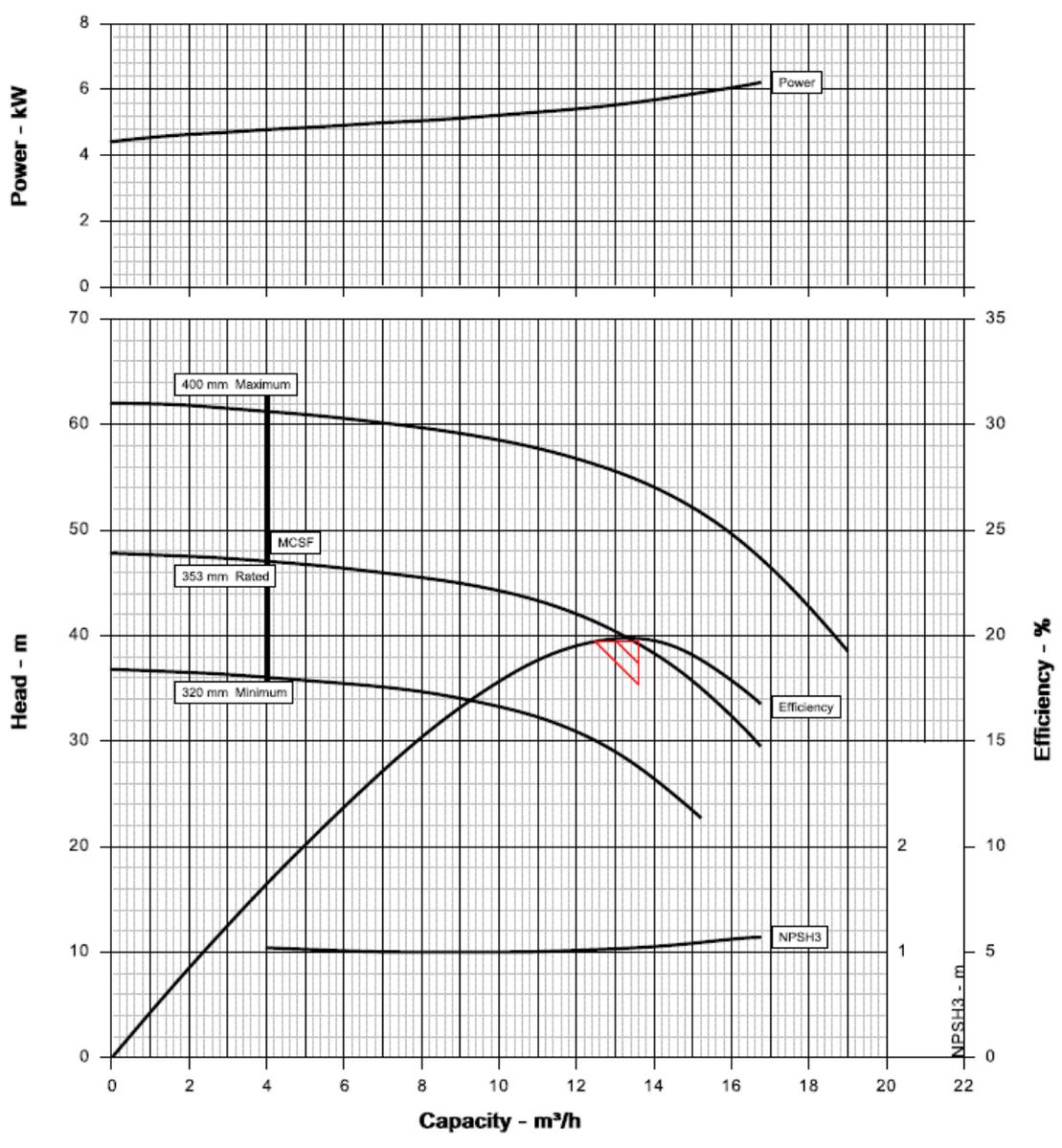
Form for additional information with numbered points 1-6.



CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS  
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### HOJA DE DATOS BOMBA P-103 A/B

#### CURVAS





**G2-PR-HDP-004-0**

Pág.: 1 De: 4

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

### HOJA DE DATOS DE BOMBA P-104 A/B

### UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



# G2-PR-HDP-004-0

Página: 2 De: 4

Rev: 0

CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS  
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS BOMBA P-104 A/B

NOTE: Information to be completed by:  Purchaser  Manufacturer Service: **Bomba producto MVGO**

Aplicable to:  Proposals  Purchase  As Built  
 Aplicable std.:  API 610 10th ed.  ANSI B73.1  Other

Pump Mfr: **Flowserve**  
 Size & Type: **Centrífuga**  
 Nr. Stages: **1**  
 Serial Nr.: **1.5HPXM12A-IND**

Nr. Pumps Required: **2** Nr. Motor Driven: **2** Nr. Turbine Driven: \_\_\_\_\_  
 Pump Item Nr.: P-104 A/B Pump Item Nr.: \_\_\_\_\_  
 Motor Item Nr.: by detail engineer Turbine Item Nr.: \_\_\_\_\_  
 Motor Provided By: \_\_\_\_\_ Turbine Provided By: \_\_\_\_\_  
 Motor Mounted By: \_\_\_\_\_ Turbine Mounted By: \_\_\_\_\_

LIQUID		OPERATING CONDITIONS		SITE CONDITIONS	
Name	HC	Capacity (m³/h)	4,13	Temperature: Max	38 Min. 0 °C
Pumping Temperature (°C)		Norma	3,75 Rated 4,13 Min 0	Rel. Humidity: Max	74 Min. - %
Normal	223,6 Max. 252 Min. 10	Disch. Pres. (barg)	7,52	Altitude	m
Spec. Grav.	@ 223,6 °C: 0,773	Suct. Pres. (barg)	0,73	<input type="radio"/> Indoor <input type="radio"/> Heated <input type="radio"/> Roof	
Vapor Pres.	@ 223,6 °C: 0,12 bara	Max.	2,44 Rated 0,73	<input checked="" type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Unheated <input checked="" type="radio"/> Sun	
Viscosity	@ 223,6 °C: 0,32 cP	Diff. Pres. (bar)	6,79	Area Classification	
Corrosion / Erosion Caused By:		Diff. Head. (m)	89,59	Other	
Remarks:		NPSH Available (m)	21,34	Remarks:	

### PERFORMANCE (TO BE COMPLETED BY MANUFACTURER)

Prop. Curve No. by detail engineer Min. Continuous Flow (m³) 0,5 NPSH Required (m): 1,0  
 Speed (r/min.) 2960 Thermal --- Stable 3% Head Drop  
 Efficiency (%) 5,5 Max. Head, Rated Imp. (m) 109,79 Suction Specific Speed(US)  
 Rated Power (kW) 14,2 Max. Power, Rated Imp. (kW) 15,6  
 Remarks:

### CONSTRUCTION (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Nozzles	Size	Rating	Facing	Location	Misc.Conn	Size	Location
Suction	2"	#150			Drain (Suct/Disch)	3/4	
Discharge	2"	#150			Vent		

Casing Mount:  Foot  Centerline  Near Centerline  Vertical  Vertical Barrel  
 Bracket  Inline  Sump

Impeller Diameter (mm) Rated 262 Max. 279 Min 251  
 Rotation (Viewed From CPLG)  CW  CCW  Overh.

Imp. Mount  Btwn. Brgs  Overh.

Casing Split  Axial  Radial  
 Casing Type:  Single Volute  Diffuser  Double Volute  Staggered

Packing: Manufacturer \_\_\_\_\_ Type \_\_\_\_\_ Size / N° Rings \_\_\_\_\_  
 Mechanical Seal: Type \_\_\_\_\_ API code \_\_\_\_\_ Manufacturer \_\_\_\_\_ Model \_\_\_\_\_ Manufacturer Code \_\_\_\_\_

Bearings (Type/N°) Radial **Ball** Thrust **Ball**  
 Lubrication Type:  Grease  Oil Ring  Product  Flinger  Pressure (ver nota 3)  
 Coupling: Manufacturer \_\_\_\_\_ Type \_\_\_\_\_

Driver Half-Coupling Mounted By:  Pump Mfr  Driver Mfr  Purchaser  
 Gland Type/Matl \_\_\_\_\_  
 Gland Plate Taps Required:  Quench  Flush  Drain  Vent

Max. Allowable Pressure (bar.g) 41,7  
 Hydrostatic Test Pressure (bar.g) 70,5  
 Remarks:

### NOTES

- 1.-
- 2.-
- 3.-
- 4.-
- 5.-



G2-PR-HDP-004-0

Página: 3 De: 4

Rev: 0

CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

HOJA DE DATOS BOMBA P-104 A/B

MATERIALS (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Table with 4 columns: Item, Material/Type, Material/Type, Material/Type. Includes items like Table H-1 Class, Barrel / Case, Impeller, Case / Imp. Wear Rings, Shaft, Sleeve, Baseplate, Material / Type, API 610 Std. N°.

AUXILIARY PIPING (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form with multiple columns for piping types: Seal Flush Piping Plan, Auxiliary Flush Plan, Cooling Water Piping Plan. Includes options for tubing, pipe, carbon steel, stainless steel, etc.

INSPECTION AND TEST (TO BE COMPLETED BY PURCHASER)

Form with columns for TEST, NON - WIT, WIT OBSERVED, Casting Repair Procedure Approval, Inspection Req'd for. Includes options for Performance, Hydrostatic, NPSH, etc.

MOTOR DRIVER (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form with columns for motor specifications: by detail eng, HP, 2960 r/min, Frame, by vendor, Volts / Phase / Hertz, 380 / 3 / 50, Type, Enclosure, etc.

VERTICAL PUMPS (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form with columns for pump specifications: Pit or Sump Depth (m), Pump Length (m), Min. Submergence Req'd (m), Guide Bushings, Float and Road, etc.

MASSES (TO BE COMPLETED BY MANUFACTURER)

Form with columns for mass measurements: Mass of Pump (kg), Mass of Baseplate (kg), Mass of Motor (kg), Mass of Gear (kg), Total Mass (kg), Remarks.

ADDITIONAL INFORMATION

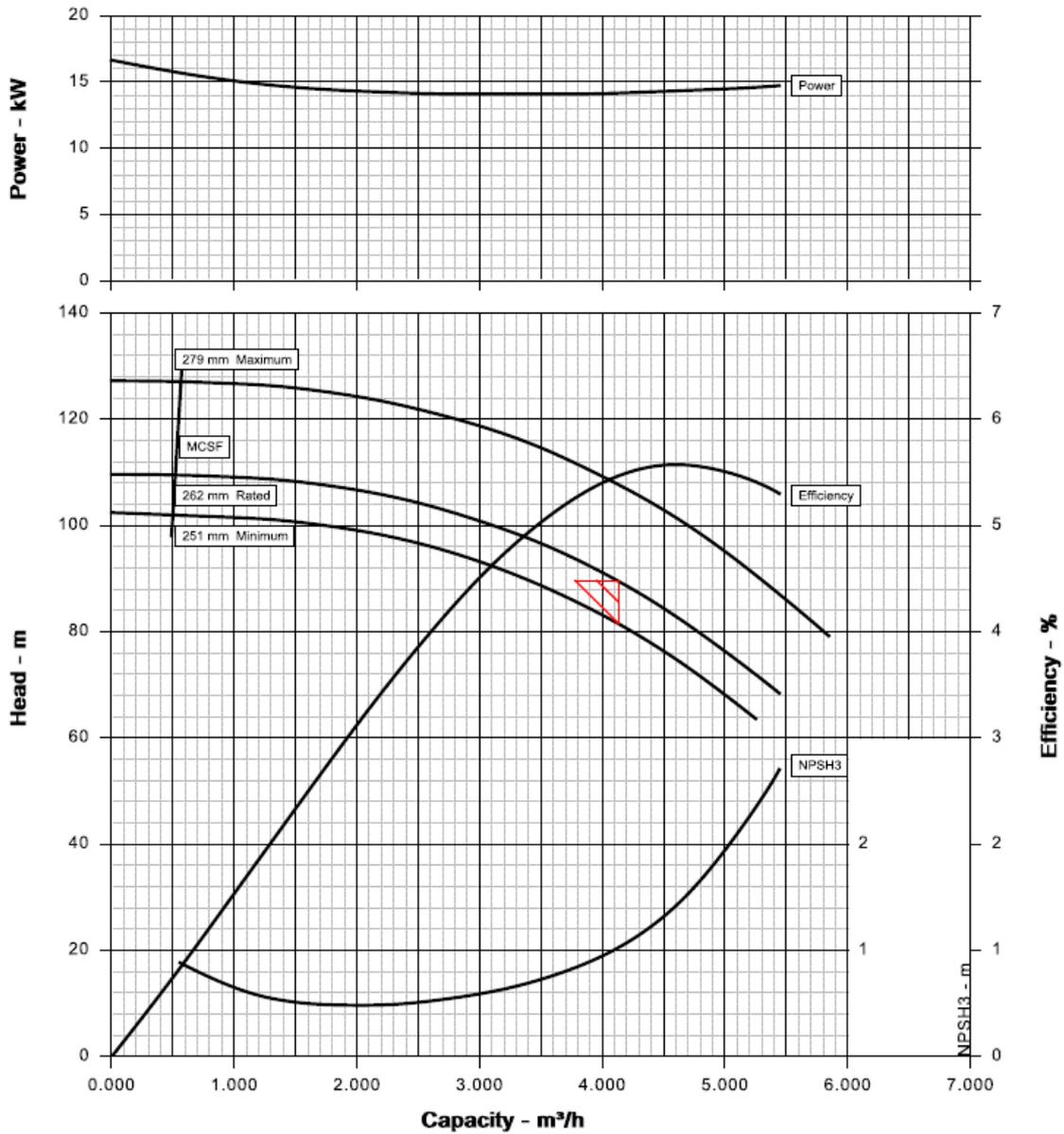
Form with numbered list items 1.- to 6.- for additional information.



CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS  
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### HOJA DE DATOS BOMBA P-104 A/B

#### CURVAS





**G2-PR-HDP-005-0**

Pág.: 1 De: 4

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

### HOJA DE DATOS DE BOMBA P-105 A/B

### UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



# G2-PR-HDP-005-0

Página: 2 De: 4

Rev: 0

CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS  
 PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS BOMBA P-105 A/B

NOTE: Information to be completed by:  Purchaser  Manufacturer Service: **Bomba pump around HVGO**

Aplicable to:  Proposals  Purchase  As Built  
 Aplicable std.:  API 610 10th ed.  ANSI B73.1  Other

Pump Mfr: **Flowserve**  
 Size & Type: **Centrífuga**  
 Nr. Stages: **1**  
 Serial Nr.: **4HPX8B**

Nr. Pumps Required: **2** Nr. Motor Driven: **2** Nr. Turbine Driven: \_\_\_\_\_  
 Pump Item Nr.: P-105 A/B Pump Item Nr.: \_\_\_\_\_  
 Motor Item Nr.: by detail engineer Turbine Item Nr.: \_\_\_\_\_  
 Motor Provided By: \_\_\_\_\_ Turbine Provided By: \_\_\_\_\_  
 Motor Mounted By: \_\_\_\_\_ Turbine Mounted By: \_\_\_\_\_

LIQUID		OPERATING CONDITIONS		SITE CONDITIONS	
Name	HC	Capacity (m³/h)	<b>174,4</b>	Temperature: Max	<b>38</b> Min. <b>0</b> °C
Pumping Temperature (°C)		Norma	<b>159</b> Rated <b>174,4</b> Min <b>0</b>	Rel. Humidity: Max	<b>74</b> Min. <b>-</b> %
Normal	<b>298,6</b> Max. <b>327</b> Min. <b>10</b>	Disch. Pres. (barg)	<b>3,08</b>	Altitude	m
Spec. Grav.	@ <b>298,6</b> °C: <b>0,747</b>	Suct. Pres. (barg)	<b>0,12</b>	<input type="radio"/> Indoor <input type="radio"/> Heated <input type="radio"/> Roof	
Vapor Pres.	@ <b>298,6</b> °C: <b>0,13</b> bara	Max.	<b>1,83</b> Rated <b>0,12</b>	<input checked="" type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Unheated <input checked="" type="radio"/> Sun	
Viscosity	@ <b>298,6</b> °C: <b>0,16</b> cP	Diff. Pres. (bar)	<b>2,96</b>	Area Classification	
Corrosion / Erosion Caused By:		Diff. Head. (m)	<b>40,35</b>	Other	
Remarks:		NPSH Available (m)	<b>13,67</b>	Remarks:	

### PERFORMANCE (TO BE COMPLETED BY MANUFACTURER)

Prop. Curve No. **by detail engineer** Min. Continuous Flow (m³) **60,0** NPSH Required (m): **3,2**  
 Speed (r/min.) **2950** Thermal --- Stable 3% Head Drop  
 Efficiency (%) **76,1** Max. Head, Rated Imp. (m) **49,69** Suction Specific Speed(US) \_\_\_\_\_  
 Rated Power (kW) **18,8** Max. Power, Rated Imp. (kW) **20,5**  
 Remarks: \_\_\_\_\_

### CONSTRUCTION (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Nozzles	Size	Rating	Facing	Location	Misc.Conn	Size	Location
Suction	<b>6"</b>	<b>#150</b>			Drain (Suct/Disch)	<b>3/4</b>	
Discharge	<b>6"</b>	<b>#150</b>			Vent		
					Pres. Gage		
					Warm Up		

Casing Mount:  Foot  Impeller Diameter (mm)  
 Centerline  Bracket Rated **193** Max. **214** Min **165**  
 Near Centerline  Inline Rotation (Viewed From CPLG)  CW  
 Vertical  Sump  CCW  
 Vertical Barrel Imp. Mount  Btwn. Brgs  Overh.

Casing Split:  Axial  Radial  
 Packing: \_\_\_\_\_  
 Casing Type:  Single Volute Manufacturer: \_\_\_\_\_  
 Diffuser Type: \_\_\_\_\_  
 Double Volute Size / N° Rings: \_\_\_\_\_  
 Staggered Mechanical Seal: \_\_\_\_\_  
 Type: \_\_\_\_\_  
 API code: \_\_\_\_\_  
 Manufacturer: \_\_\_\_\_  
 Model: \_\_\_\_\_  
 Manufacturer Code: \_\_\_\_\_

Max. Allowable Pressure (bar.g) **37,5**  
 Hydrostatic Test Pressure (bar.g) **62,1**  
 Remarks: \_\_\_\_\_

Bearings (Type/Nº)  
 Radial **Ball**  
 Thrust **Ball**  
 Lubrication Type:  Grease  Oil Ring  Product  API 614  
 Flood  Flinger  Pressure  
 Coupling: \_\_\_\_\_ (ver nota 3)  
 Manufacturer: \_\_\_\_\_  
 Type: \_\_\_\_\_

Driver Half-Coupling Mounted By:  
 Pump Mfr  Driver Mfr  Purchaser  
 Gland Type/Matl \_\_\_\_\_  
 Gland Plate Taps Required:  
 Quench  Flush  Drain  Vent

### NOTES

- 1.-
- 2.-
- 3.-
- 4.-
- 5.-



G2-PR-HDP-005-0

Página: 3 De: 4

Rev: 0

CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

HOJA DE DATOS BOMBA P-105 A/B

MATERIALS (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Table with 4 columns: Item, Material/Type, Material/Type, Material/Type. Includes items like Table H-1 Class, Barrel / Case, Impeller, Case / Imp. Wear Rings, Shaft, Sleeve, Baseplate, Material / Type, API 610 Std. N°.

AUXILIARY PIPING (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form with multiple columns for piping types: Seal Flush Piping Plan, Auxiliary Flush Plan, Cooling Water Piping Plan. Includes options for Tubing, Pipe, Carbon Steel, Stainless Steel, External Seal Flush Fluid, Sight Flow Indicators Required, Total Cooling Water Req'd, Packing Cooling Injection Required.

INSPECTION AND TEST (TO BE COMPLETED BY PURCHASER)

Form with columns for TEST, NON - WIT, WIT OBSERVED, Casting Repair Procedure Approval, Inspection Req'd for. Includes options for Performance, Hydrostatic, NPSH, Shop Inspection, Dismantle and Inspect After Test, Mag. Particle, Radiographic, Ultrasonic, Dye Penetrant.

MOTOR DRIVER (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form with columns for Motor specifications: by detail eng, HP, r/min, Temperature Rise, Bearings, Lube, by vendor, Full Load AMPS, Locked Rotor AMPS, Insulation, Vertical Shaft, Vertical Thrust Capacity, Enclosure, Manufacture.

VERTICAL PUMPS (TO BE COMPLETED BY PURCHASER AND MANUFACTURER)

Form with columns for Pump specifications: Pit or Sump Depth, Pump Length, Min. Submergence, Guide Bushings, Guide Bushing Lube, Float and Road, Pump Thrust.

MASSES (TO BE COMPLETED BY MANUFACTURER)

Table with 2 columns: Mass (kg) and Remarks. Rows include Mass of Pump, Mass of Baseplate, Mass of Motor, Mass of Gear, Total Mass.

ADDITIONAL INFORMATION

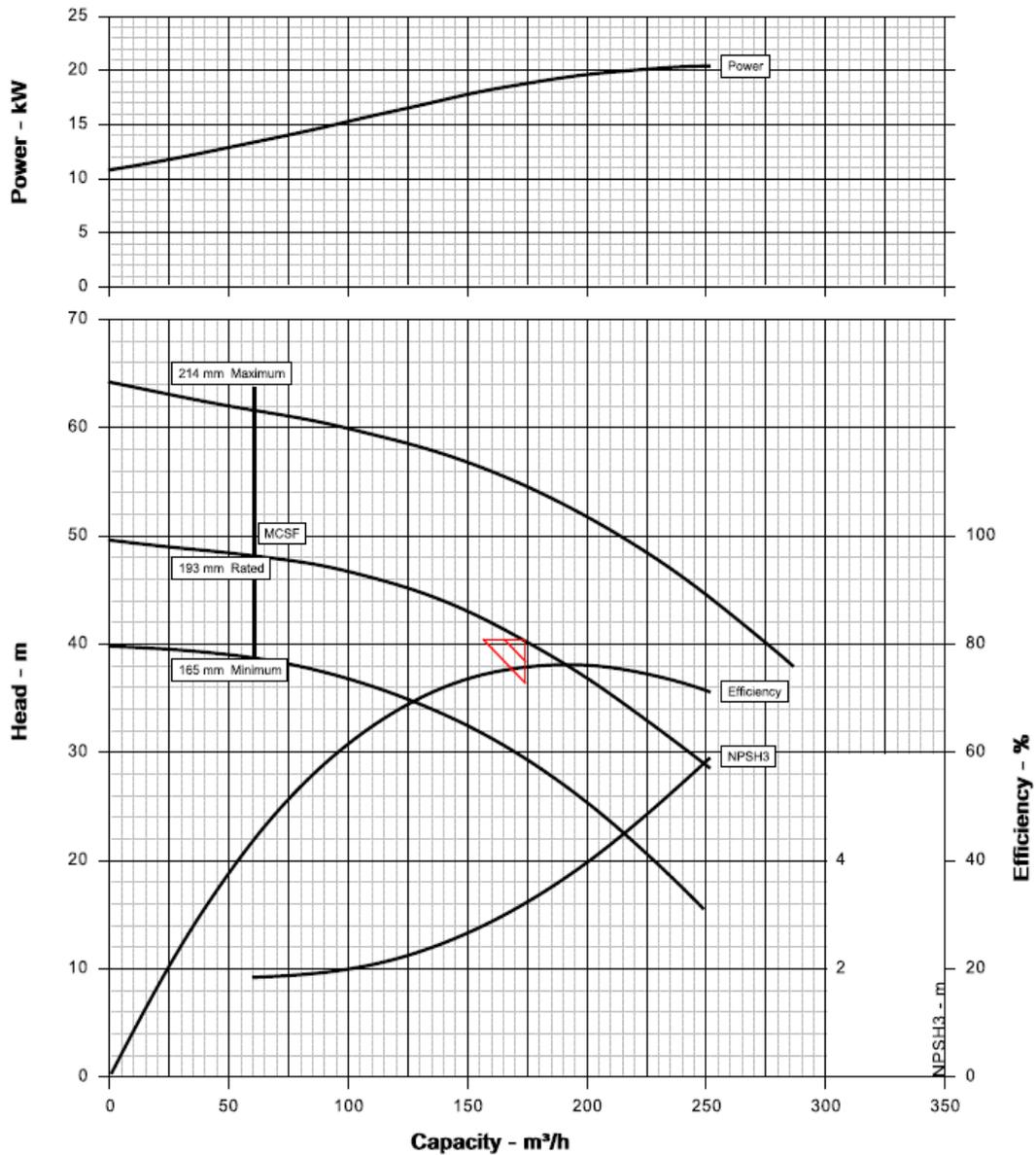
Numbered list for additional information: 1.- Se debe aplicar API 610. 2.- 3.- 4.- 5.- 6.-



CLIENTE: PROYECTO DE PLANTAS  
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### HOJA DE DATOS BOMBA P-105 A/B

#### CURVAS





**G2-PR-HDT-001-0**

Pág.: 1 De: 11

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO T-101

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR
0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS**

La columna de destilación al vacío está formada por 4 zonas de empaque y una de platos de orificio. Como primera aproximación se utilizó la herramienta Tray Sizing de UNISIM para estimar el diámetro interno de la torre. En la Tabla 1 a continuación, se muestran los datos obtenidos. El empaque de la zona de LVGO y MVGO tiene el mismo diámetro interno. Las zonas de HVGO y la Zona de lavado tienen diámetros distintos, en el diseño de la torre se tomará el que sea mayor y se utilizará en ambas zonas.

**Tabla 1:** Tray Sizing Utility para estimar el diámetro interno de la torre de las zonas empacadas.

Section	LVGO	MVGO	HVGO	Zona de lavado
Internals	Packed	Packed	Packed	Packed
Section Diameter [m]	1.524	1.524	3.353	2.896
Max Flooding [%]	56.90	68.10	52.37	65.29
X-Sectional Area [m2]	1.824	1.824	8.829	6.585
Section Height [m]	3.587	2.869	2.606	1.676
Section DeltaP [kPa]	0.2002	0.2295	0.1233	0.1233
DP per Length [kPa/m]	6.829e-002	9.788e-002	5.791e-002	9.002e-002
Flood Gas Vel. [m3/h-m2]	3.752e+004	3.413e+004	2.485e+004	2.465e+004
Flood Gas Vel. [m/s]	10.42	9.480	6.902	6.848
Est. # Pieces of Packing				
Est. Mass of Packing [kg]				
Est. Packing Cost (US\$)				
HETP [m]	0.7174	0.7174	0.8688	0.8378
HETP Correlation	Frank	Frank	Frank	Frank
Packing Correlation	Robbins	Robbins	Robbins	Robbins
Packing Type	Flexipac (Meta	Flexipac (Meta	Flexipac (Me	Flexipac (Metal :

Para la zona de stripping se utilizaron platos de orificio. Los parámetros obtenidos al utilizar la herramienta de Unisim se encuentran en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Tray Sizing Utility para estimar el diámetro interno de la torre de la zona de platos de orificios.

Section	Vapor
Internals	Sieve
Section Diameter [m]	1.981
Max Flooding [%]	79.84
X-Sectional Area [m2]	3.083
Section Height [m]	0.4600
Section DeltaP [kPa]	0.4283
Number of Flow Paths	1
Flow Length [mm]	1397
Flow Width [mm]	1802
Max DC Backup [%]	29.92
Max Weir Load [m3/h-m]	63.20
Max DP/Tray [kPa]	0.428
Tray Spacing [mm]	460.0
Total Weir Length [mm]	1405
Weir Height [mm]	6.750
Active Area [m2]	2.517
DC Clearance [mm]	40.00
DC Area [m2]	0.2828
Side Weir Length [m]	1.405
Hole Area [m2]	0.2537
Estimated # of Holes/Valves	2242

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS**

Luego utilizando el software KG-TOWER se obtuvieron datos más rigurosos.

Tabla 3: Parámetros obtenidos con el software KG-TOWER para las zonas de empaque de la columna.

		Load 1	Load 2	Load 3	Load 4
<b>Zone</b>		LVGO	MVGO	HVGO	Zona de Lavado
<b>Description</b>		Plato 4	Plato 9	Plato 14	Plato 16
<b>Tray or Bed Number</b>					
<b>Vapor</b>					
<b>Mass Rate</b>	kg/hr	8309.12	12041.51	76728.99	71617.12
<b>Density</b>	kg/m3	0.213371	0.284023	0.667801	0.675705
<b>Actual Vol.Flow</b>	m3/s	10.82	11.78	31.92	29.44
<b>Viscosity</b>	cP	0.010043	0.011357	0.00883	0.009289
<b>Min. Rate</b>	%	80.00	80.00	80.00	80.00
<b>Max. Rate</b>	%	120.00	120.00	120.00	120.00
<b>Liquid</b>					
<b>Mass Rate</b>	kg/hr	17204.09	13170.3	12085.41	9473.55
<b>Density</b>	kg/m3	779.15592	774.46151	747.0694	743.73452
<b>Volume Rate</b>	m3/hr	22.080	17.006	16.177	12.738
<b>Surface Tension</b>	dyne/cm	26.318	24.950	21.108	21.058
<b>Viscosity</b>	cP	0.57779	0.364349	0.16332	0.215537
<b>Min. Rate</b>	%	80.00	80.00	80.00	80.00
<b>Max. Rate</b>	%	120.00	120.00	120.00	120.00
<b>System Factor</b>	1.00	Load OK	Load OK	Load OK	Load OK
<b>Rates :</b>		Min	Design	Max	

		Load 1	Load 2	Load 3	Load 4
<b>Zone</b>		LVGO	MVGO	HVGO	Zona de Lavado
<b>Description</b>		Plato 4	Plato 9	Plato 14	Plato 16
<b>Bed Number</b>					
<b>Packing Type</b>		FLEXIPAC® HC® (Metal)	FLEXIPAC® HC® (Metal)	FLEXIPAC® HC® (Metal)	FLEXIPAC® HC® (Metal)
<b>Packing Size</b>		2.2Y	2.2Y	350Y	350Y
					
	<b>Effic.</b>				
<b>Tower Diameter</b>	mm	1600.00	1600.00	3400.00	3400.00
<b>Number of Layers</b>		0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Packing height</b>	mm	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Capacity, Const. Liq.</b>	%	55.52	67.08	67.00	62.11
<b>System Limit</b>	%	52.55	67.08	65.43	60.85
<b>Fs</b>	m/s*(kg/m3) <sup>0.5</sup>	2.49	3.12	2.87	2.67
<b>Cv</b>	m/s	0.089	0.112	0.105	0.098
<b>Liquid Load</b>	m3/hr/m2	10.98	8.46	1.78	1.40
<b>Pressure Drop</b>	mbar/m	1.066	1.763	3.202	2.740
<b>Rates :</b>		Min	Design	Max	

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS**

Se puede observar que los valores obtenidos de los diámetros internos de las zonas son mayores a los que se obtuvieron con UNISIM. El tipo de empaque de las zonas de LVGO y MVGO es FLEXIPAC HC (Metal) 2.2Y y el diámetro interno de la torre es 1600 mm.

El tipo de empaque de las zonas de HVGO y la zona de lavado es FLEXIPAC HC (Metal) 350Y y el diámetro interno de la torre es 3400 mm.



Figura 1: Empaque FLEXIPAC HC Metal.

Tabla 4: Parámetros obtenidos con el software KG-TOWER para la zona de platos de orificios de la columna. Se puede observar que el valor obtenido del diámetro interno es mayor al que se obtuvo con UNISIM.

Tray Information		Downcomers and Weirs	
Tray Type	SIEVE	Width Top	240.00 mm
Tower Diameter	2900.00 mm	Kickback	0.00 mm
Number of Passes	1	Width Bottom	240.00 mm
<b>Active Area</b>		Swept Back Weir	0.00 mm
Hole Diameter	12.000 mm	Swept Weir Clearance	0.00 mm
Hole Quantity	8000	Sump Depth	0.00 mm
Hole Density	1314.77 #/m2	Sump Width	0.00 mm
Active Area	6.085 m2	Weir Height	6.75 mm
Open Area	14.87 %	Downcomer Clearance	40.00 mm
Punch Direction	<input checked="" type="checkbox"/> Down	Downcomer Radius	0.00 mm
Tray No.    Tray Spacing		<b>Downcomer Areas</b>	
Load 1    19	460.00 mm	Net Top Area	0.260 m2
		Gross Top Area	0.260 m2
		Net Bottom Area	0.260 m2
		Exit Area	0.064 m2
		Receive Area	0.260 m2
		<b>Weir Lengths</b>	
		Top Weir Length	1598.00 mm
		Override Weir Length	1598.00 mm
		% Blocked	0.00 %
		Bottom Edge Length	1598.00 mm
		Override Edge Length	1598.00 mm
		% Blocked	0.00 %
Design O.K.		<b>Inlet Weirs</b>	

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

El diámetro interno de la torre para la zona de platos de orificios es 2900 mm. Los orificios tienen 12 mm de diámetro, la distancia entre platos es 460 mm.



Figura 2: Plato de orificios TRITON TRAY.



### G2-PR-HDT-001-0

Doc. Nr.

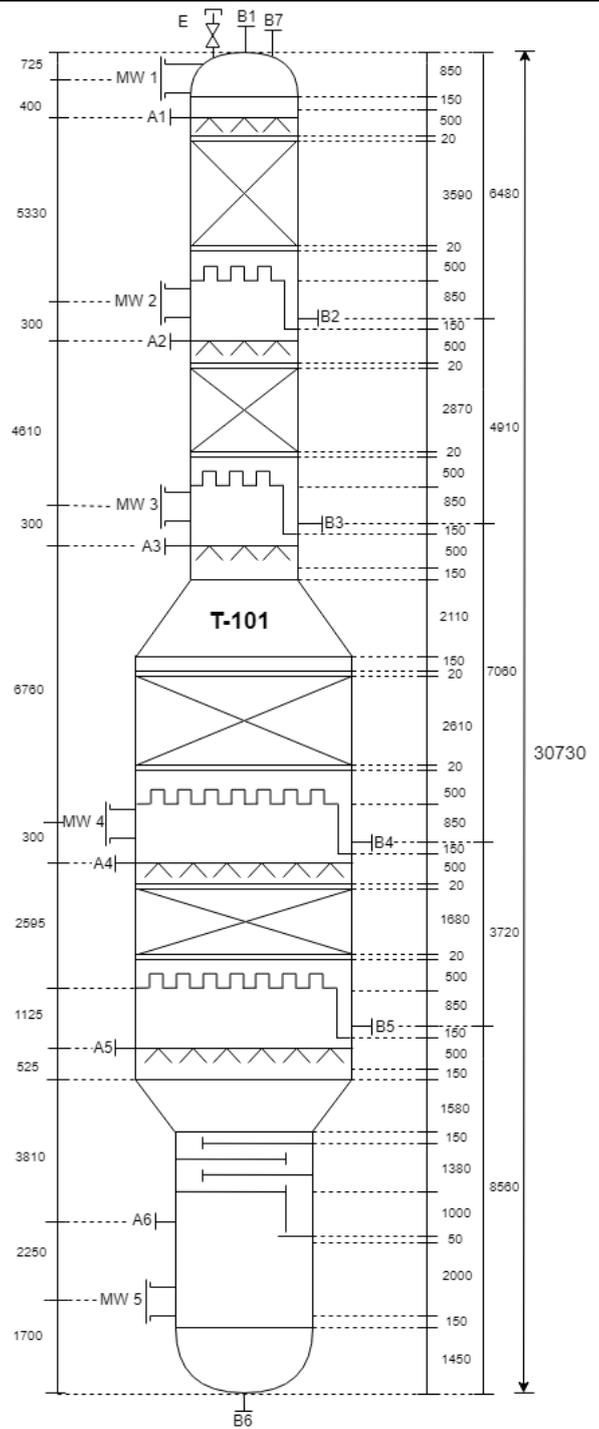
Rev. 0

**CLIENTE:** PROYECTO DE PLANTA  
**LOCALIZACIÓN:** ITBA  
**UNIDAD:** UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### COLUMNA (Empacada)

Fecha	Por	Rev.	Apb.	Page
				6/11

1					Rev.
2	NO. DE IDENTIFICACIÓN T-101				
3	TÍTULO TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO				
4	CASO OPERACIÓN NORMAL				
5		OPERACIÓN	Rev.	DISEÑO	Rev.
6	PRESIÓN	kPa		kPa	
7	TOPE	9,333		450	
8	FONDO	14,67		450	
9	TEMPERATURA	°C		°C	
10	TOPE	108,7		136,7	
11	FONDO	372,6		400,6	
12		CARCASA	Rev.	INTERNOS	Rev.
13		DOMOS			
14	MATERIAL	ACERO AL		ACERO INOXIDABLE	
15		CARBONO			
16	Espesor (mm)	12,24			
17	CORROSIÓN PERMISIBLE(mm)	3,6			Rev.
18					
19	FLUIDO EN EL FONDO, DENSIDAD @ T=372,6 °C 812,0 kg/m3				
20	AISLAMIENTO: PARA CONSERVACIÓN DEL CALOR 5 IN				
21					
22	ELEVACIÓN INFERIOR SOBRE EL SUELO: 2,2 m				
23	ALTURA TOTAL DE LA TORRE: 30,73 m				
24					
25	NOTAS:				
26	LA COLUMNA CONTIENE 4 ZONAS DE EMPAQUE Y UNA ZONA DE				
27	PLATOS DE ORIFICIOS.				
28					
29					
30					
31					
32					
33	CONEXIONES				
34	REF.	N°	φ(in)	RATING	SERVICIO
35	A1	206	2	150	ENTRADA 1: PUMP AROUND LVGO
36	A2	207	2	150	ENTRADA 2: PUMP AROUND MVGO
37	A3	208	8	150	ENTRADA 3: PUMP AROUND HVGO
38	A4	204	2	150	ENTRADA 4: OIL WASH
39	A5	004	28	150	ENTRADA 5: ALIMENTACIÓN
40	A6	102	10	150	ENTRADA 6: VAPOR
41	B1	005	24	150	SALIDA 1: A SISTEMA DE EYECTORES
42	B2	201	3	150	SALIDA 2: LVGO
43	B3	202	2	150	SALIDA 3: MVGO
44	B4	203	8	150	SALIDA 4: HVGO
45	B5	003	2	150	SALIDA 5: SLOP WAX
46	B6	205	8	150	SALIDA 6: RESIDUO DE VACÍO
47	B7	xxx	3	150	SALIDA 7: PSV
48	E	xxx	2	150	VENTEO
49	MW1		24		MAN HOLE 1
50	MW2		24		MAN HOLE 2
51	MW3		24		MAN HOLE 3
52	MW4		24		MAN HOLE 4
53	MW5		24		MAN HOLE 5
54					
55					
56					



<b>CLIENTE:</b> PROYECTO DE PLANTA	<b>COLUMNA (Empacada)</b>	Rev.	Fecha	Por	Rev.	Apb.	Page
<b>LOCALIZACIÓN:</b> ITBA		0					7/11
<b>UNIDAD:</b> UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO		1					
		2					
		3					
	4						

1								Rev.
2	NO. DE IDENTIFICACIÓN	T-101						
3								
4	TÍTULO DE LA COLUMNA	TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO						
5								
6	CASO	OPERACIÓN NORMAL						
7								
8	SECCIÓN	LVGO						
9								
10	NÚMERO DE PLATOS TEÓRICOS	5						
11								
12	HETP	0,7174 m						
13								
14	TIPO DE EMPAQUE	FLEXIPAC HC 2.2Y						
15								
16	MATERIAL	METAL						
17								
18	DIÁMETRO INTERNO DE LA COLUMNA	1,6 m						
19								
20	TURN DOWN REQUERIDO	80% DE OPERACIÓN NORMAL						
21								

22	<b>CONDICIONES DE OPERACION HACIA LA COLUMNA EMPACADA</b>							Rev.
23								
24								
25	MATERIAL	ACERO AL CARBONO						
26								

27	PRODUCTOS	V1	V2	L1	L2	Rev.	ESQUEMA
28	TEMPERATURA °C	160,9	126,7	108,7	150,7		
29	PRESIÓN kPa	10,52	9,33	9,33	10,52		
30	DENSIDAD kg/m3	0,2243	0,1545	807,1	776,3		
31	VISCOSIDAD cP	1,03E-02	1,02E-02	0,9235	0,5511		
32	TENSION SUPERFICIAL dyne/cm	-	-	23,19	20,07		
33	CAUDAL MÁSSICO kg/h	8741	5453	14348	17636		
34	PESO MOLECULAR	74,7	53,3	214,9	216,7		
35	CAIDA DE PRESIÓN PERMISIBLE kPa					1,78	

36	<b>DISTRIBUIDORES</b>			
37	PRIMER DISTRIBUIDOR: ALIMENTACION A LA COLUMNA-A1			
38		V	L	Rev.
39	TEMPERATURA °C	-	75,9	
40	PRESIÓN kPa	-	10,81	
41	DENSIDAD kg/m3	-	837,2	
42	VISCOSIDAD cP	-	1,802	
43	TENSION SUPERFICIAL dyne/cm	-	26,42	
44	CAUDAL MÁSSICO kg/h	-	12360	
45	PESO MOLECULAR	-	228,7	

47	<b>PLATO DE RETIRO</b>							
48	PRIMER RETIRO: SALIDA DE LA COLUMNA - B1				PRIMER RETIRO: SALIDA DE LA COLUMNA - B2			
49		V	L	Rev.		V	L	Rev.
50	TEMPERATURA °C	108,7	-		TEMPERATURA °C	-	160,9	
51	PRESIÓN kPa	9,333	-		PRESIÓN kPa	-	10,81	
52	DENSIDAD kg/m3	0,1137	-		DENSIDAD kg/m3	-	776,2	
53	VISCOSIDAD cP	0,0104	-		VISCOSIDAD cP	-	0,5330	
54	TENSION SUPERFICIAL dyne/cm	-	-		TENSION SUPERFICIAL dyne/cm	-	19,78	
55	CAUDAL MÁSSICO kg/h	3466	-		CAUDAL MÁSSICO kg/h	-	17304	
56	PESO MOLECULAR	38,64	-		PESO MOLECULAR	-	228,7	

58	<b>NOTAS:</b>							Rev.
59	1) Se verificó el diseño para 80% y 120% de la operación normal.							
60	2) La caída de presión de la zona tiene en cuenta la pérdida de carga del plato de retiro total.							
61								
62								
63								
64								



## G2-PR-HDT-001-0

Doc. Nr.

Rev. 0

<b>CLIENTE:</b> PROYECTO DE PLANTA	<b>COLUMNA (Empacada)</b>	Rev.	Fecha	Por	Rev.	Apb.	Page	
<b>LOCALIZACIÓN:</b> ITBA		0						<b>8/11</b>
<b>UNIDAD:</b> UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO		1						
		2						
		3						
	4							

1			Rev.
2	NO. DE IDENTIFICACIÓN	T-101	
3			
4	TÍTULO DE LA COLUMNA	TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO	
5			
6	CASO	OPERACIÓN NORMAL	
7			
8	SECCIÓN	MVGO	
9			
10	NUMERO DE PLATOS TEÓRICOS	4	
11			
12	HETP	0,7174 m	
13			
14	TIPO DE EMPAQUE	FLEXIPAC HC 2.2Y	
15			
16	MATERIAL	METAL	
17			
18	DIÁMETRO INTERNO DE LA COLUMNA	1,6 m	
19			
20	TURN DOWN REQUERIDO	80% DE OPERACIÓN NORMAL	
21			

**CONDICIONES DE OPERACION HACIA LA COLUMNA EMPACADA** Rev.

22									
23									
24									
25	MATERIAL	ACERO AL CARBONO							
26									
27	PRODUCTOS	V1	V2	L1	L2	Rev.	ESQUEMA		
28	TEMPERATURA °C	223,5	207,0	195,5	217,5				
29	PRESIÓN kPa	12,00	11,11	11,11	12,00				
30	DENSIDAD kg/m3	0,2892	0,2583	785,8	772,9				
31	VISCOSIDAD cP	1,15E-02	1,13E-02	0,4496	0,3451				
32	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	-	19,38	18,11				
33	CAUDAL MÁSICO kg/h	12062	10992	12121	13191				
34	PESO MOLECULAR	96,9	90,2	289,1	296,1				
35	CAIDA DE PRESION PERMISIBLE kPa	1,48							

**36 DISTRIBUIDORES**

<b>37 PRIMER DISTRIBUIDOR: ALIMENTACIÓN A LA COLUMNA-A2</b>				
		V	L	Rev.
39	TEMPERATURA °C	-	153,5	
40	PRESIÓN kPa	-	12,30	
41	DENSIDAD kg/m3	-	822,9	
42	VISCOSIDAD cp	-	0,8915	
43	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	22,84	
44	CAUDAL MÁSICO kg/h	-	9538	
45	PESO MOLECULAR	-	304	

**47 PLATO DE RETIRO**

<b>48 PRIMER RETIRO: SALIDA DE LA COLUMNA - B3</b>				
		V	L	Rev.
50	TEMPERATURA °C	-	223,5	
51	PRESIÓN kPa	-	12,30	
52	DENSIDAD kg/m3	-	772,7	
53	VISCOSIDAD cp	-	0,3236	
54	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	17,96	
55	CAUDAL MÁSICO kg/h	-	12438	
56	PESO MOLECULAR	-	304	

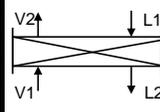
**58 NOTAS:** Rev.

59	1) Se verificó el diseño para 80% y 120% de la operación normal.	
60	2) La caída de presión de la zona tiene en cuenta la pérdida de carga del plato de retiro total.	
61		
62		
63		
64		

<b>CLIENTE:</b> PROYECTO DE PLANTA	<b>COLUMNA (Empacada)</b>	Rev.	Fecha	Por	Rev.	Apb.	Page
<b>LOCALIZACIÓN:</b> ITBA		0					9/11
<b>UNIDAD:</b> UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO		1					
		2					
	3						
		4					

1									Rev.
2	NO. DE IDENTIFICACIÓN	T-101							
3									
4	TÍTULO DE LA COLUMNA	TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO							
5									
6	CASO	OPERACIÓN NORMAL							
7									
8	SECCIÓN	HVGO							
9									
10	NÚMERO DE PLATOS TEÓRICOS	3							
11									
12	HETP	0,8688 m							
13									
14	TIPO DE EMPAQUE	FLEXIPAC HC 350Y							
15									
16	MATERIAL	METAL							
17									
18	DIÁMETRO INTERNO DE LA COLUMNA	3,4 m							
19									
20	TURN DOWN REQUERIDO	80% DE OPERACIÓN NORMAL							
21									

22	<b>CONDICIONES DE OPERACION HACIA LA COLUMNA EMPACADA</b>								Rev.
23									
24									
25	MATERIAL	ACERO AL CARBONO							
26									

27	PRODUCTOS	V1	V2	L1	L2	Rev.	ESQUEMA
28	TEMPERATURA °C	352,1	270,6	239,3	298,6		
29	PRESIÓN kPa	13,18	12,59	12,59	13,18		
30	DENSIDAD kg/m3	0,6678	0,4752	783,5	747,1		
31	VISCOSIDAD cP	8,83E-03	9,63E-03	0,3328	0,1633		
32	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	-	18,05	14,83		
33	CAUDAL MÁSSICO kg/h	76729	33029	140223	12085		
34	PESO MOLECULAR	256,0	166,0	348,8	365,8		
35	CAIDA DE PRESION PERMISIBLE kPa					0,89	

36	<b>DISTRIBUIDORES</b>			
37	PRIMER DISTRIBUIDOR: ALIMENTACIÓN A LA COLUMNA-A3			
38		V	L	Rev.
39	TEMPERATURA °C	-	213,6	
40	PRESIÓN kPa	-	13,18	
41	DENSIDAD kg/m3	-	809,0	
42	VISCOSIDAD cp	-	0,5062	
43	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	20,22	
44	CAUDAL MÁSSICO kg/h	-	118500	
45	PESO MOLECULAR	-	365,8	

46	<b>PLATO DE RETIRO</b>			
47	PRIMER RETIRO: SALIDA DE LA COLUMNA - B4			
48		V	L	Rev.
49	TEMPERATURA °C	-	298,6	
50	PRESIÓN kPa	-	13,18	
51	DENSIDAD kg/m3	-	747,1	
52	VISCOSIDAD cp	-	0,1633	
53	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	14,83	
54	CAUDAL MÁSSICO kg/h	-	171830	
55	PESO MOLECULAR	-	365,8	

57	<b>NOTAS:</b>								Rev.
58	1) Se verificó el diseño para 80% y 120% de la operación normal.								
59	2) La caída de presión de la zona tiene en cuenta la pérdida de carga del plato de retiro total.								
60									
61									
62									
63									
64									



## G2-PR-HDT-001-0

Doc. Nr.

Rev. 0

<b>CLIENTE:</b> PROYECTO DE PLANTA	<b>COLUMNA (Empacada)</b>	Rev.	Fecha	Por	Rev.	Apb.	Page	
<b>LOCALIZACIÓN:</b> ITBA		0						<b>10/11</b>
<b>UNIDAD:</b> UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO		1						
		2						
		3						
	4							

1			Rev.
2	NO. DE IDENTIFICACIÓN	T-101	
3			
4	TÍTULO DE LA COLUMNA	TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO	
5			
6	CASO	OPERACIÓN NORMAL	
7			
8	SECCIÓN	ZONA DE LAVADO	
9			
10	NUMERO DE PLATOS TEÓRICOS	2	
11			
12	HETP	0,8378 m	
13			
14	TIPO DE EMPAQUE	FLEXIPAC HC 350Y	
15			
16	MATERIAL	METAL	
17			
18	DIÁMETRO INTERNO DE LA COLUMNA	3,4 m	
19			
20	TURN DOWN REQUERIDO	80% DE OPERACIÓN NORMAL	
21			

22	<b>CONDICIONES DE OPERACION HACIA LA COLUMNA EMPACADA</b>		Rev.
23			
24			
25	MATERIAL	ACERO AL CARBONO	
26			

PRODUCTOS	V1	V2	L1	L2	Rev.	ESQUEMA	
28	TEMPERATURA °C	371,5	366,5	352,1	366,5		
29	PRESIÓN kPa	13,78	13,48	13,48	13,78		
30	DENSIDAD kg/m3	0,6757	0,673	744	743,7		
31	VISCOSIDAD cP	9,29E-03	9,12E-03	0,1961	0,2155		
32	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	-	13,7	13,43		
33	CAUDAL MÁSSICO kg/h	71617	73871	11727	9474		
34	PESO MOLECULAR	255,9	258,3	448,8	473,1		
35	CAÍDA DE PRESION PERMISIBLE kPa						0,59

36	<b>DISTRIBUIDORES</b>			
37	PRIMER DISTRIBUIDOR: ALIMENTACIÓN A LA COLUMNA-A4			
38		V	L	Rev.
39	TEMPERATURA °C	-	298,6	
40	PRESIÓN kPa	-	13,18	
41	DENSIDAD kg/m3	-	747,2	
42	VISCOSIDAD cp	-	0,1633	
43	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	14,83	
44	CAUDAL MÁSSICO kg/h	-	2500	
45	PESO MOLECULAR	-	365,8	

46	<b>PLATO DE RETIRO</b>			
47	PRIMER RETIRO: SALIDA DE LA COLUMNA - B5			
48		V	L	Rev.
49				
50	TEMPERATURA °C	-	371,5	
51	PRESIÓN kPa	-	14,07	
52	DENSIDAD kg/m3	-	746,6	
53	VISCOSIDAD cp	-	0,2497	
54	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	13,43	
55	CAUDAL MÁSSICO kg/h	-	4000	
56	PESO MOLECULAR	-	487,8	

57			Rev.
58	<b>NOTAS:</b>		
59	1) Se verificó el diseño para 80% y 120% de la operación normal.		
60	2) La caída de presión de la zona tiene en cuenta la pérdida de carga del plato de retiro total.		
61			
62			
63			
64			

<b>CLIENTE:</b> PROYECTO DE PLANTA <b>LOCALIZACIÓN:</b> ITBA <b>UNIDAD:</b> UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO	<b>COLUMNA</b> <b>(Platos de orificios)</b>	Rev.	Fecha	Por	Rev.	Apb.	Page
		0					11/11
		1					
		2					
		3					
4							

1			Rev.
2	NO. DE IDENTIFICACIÓN	T-101	
3			
4	TÍTULO DE LA COLUMNA	TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO	
5			
6	CASO	OPERACIÓN NORMAL	
7			
8	SECCIÓN	ZONA DE STRIPPING	
9			
10	NÚMERO DE PLATOS TEÓRICOS	2	
11			
12	DIÁMETRO INTERNO DE LA COLUMNA	2,9 m	
13			
14	DIÁMETRO DE LOS ORIFICIOS	12 mm	
15			
16	ESPACIO ENTRE PLATOS	460 mm	
17			
18	MATERIAL	METAL	
19			
20	TURNO DOWN REQUERIDO	80% DE OPERACIÓN NORMAL	
21			

22	<b>CONDICIONES DE OPERACION HACIA LA COLUMNA</b>		Rev.
23			
24			
25	MATERIAL	ACERO AL CARBONO	
26			

27	PRODUCTOS	V1	V2	L1	L2	Rev.		
28	TEMPERATURA °C	394,0	373,9	375,1	372,6			
29	PRESIÓN kPa	14,67	14,37	14,37	14,67			
30	DENSIDAD kg/m3	0,048	0,2938	806,9	812,0			
31	VISCOSIDAD cP	0,0241	0,0171	1,286	1,427			
32	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	-	14,69	14,93			
33	CAUDAL MÁSSICO kg/h	860	7457	71649	69206			
34	PESO MOLECULAR	18,02	117,8	639,3	649,4			
35	CAIDA DE PRESION PERMISIBLE kPa	0,6						
36	<b>DISTRIBUIDORES</b>							

37	<b>PRIMER DISTRIBUIDOR: ALIMENTACIÓN A LA COLUMNA-A5</b>				<b>SEGUNDO DISTRIBUIDOR: ALIMENTACION A LA COLUMNA-A6</b>			
38		V	L	Rev.		V	L	Rev.
39	TEMPERATURA °C	380,0	380,0		TEMPERATURA °C	400,0	-	
40	PRESIÓN kPa	14,67	14,67		PRESIÓN kPa	1000	-	
41	DENSIDAD kg/m3	0,7749	792,8		DENSIDAD kg/m3	3,262	-	
42	VISCOSIDAD cP	0,0084	1,011		VISCOSIDAD cP	0,0244	-	
43	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	13,94		TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	-	
44	CAUDAL MÁSSICO kg/h	56540	77950		CAUDAL MÁSSICO kg/h	860	-	
45	PESO MOLECULAR	285,2	606,3		PESO MOLECULAR	18,02	-	

47	<b>PLATO DE RETIRO</b>			
48	<b>PRIMER RETIRO: SALIDA DE LA COLUMNA - B6</b>			
49		V	L	Rev.
50	TEMPERATURA °C	-	372,6	
51	PRESIÓN kPa	-	14,67	
52	DENSIDAD kg/m3	-	812,0	
53	VISCOSIDAD cp	-	1,4270	
54	TENSIÓN SUPERFICIAL dyne/cm	-	14,93	
55	CAUDAL MÁSSICO kg/h	-	69206	
56	PESO MOLECULAR	-	649,4	

57				
58	<b>NOTAS:</b>			Rev.
59	1) Se verificó el diseño para 80% y 120% de la operación normal.			
60	2) La caída de presión de la zona tiene en cuenta la pérdida de carga del plato de retiro total.			
61				
62				
63				
64				



**G2-PR-HDV-001-0**

Pág.: 1 De: 2

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS SEPARADOR V-101

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MO	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

	Cliente: PROYECTO DE PLANTA Lugar: ITBA Proyecto: PROYECTO DE DESTILACIÓN AL VACÍO	Doc. N°. G2-PR-HD-001-0					
	<b>HOJA DE DATOS</b>		Rev. 0 1 2 3 4	Fecha    	Por    	Rev.    	Apd.    
<b>SEPARADOR TRIFÁSICO HORIZONTAL</b>							

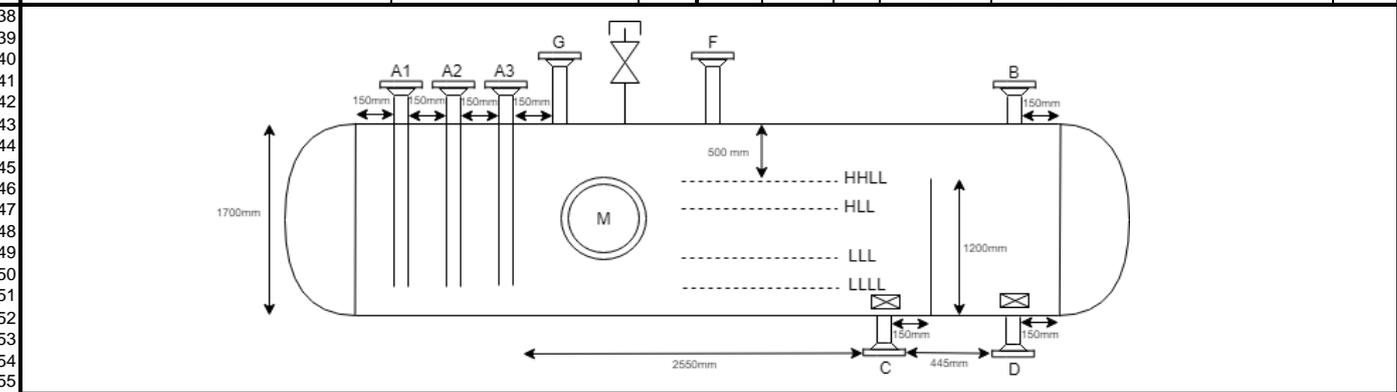
1	NUMERO DE TAG	V-101	Rev.	
2	NUMERO DE P&ID	G2-PR-PID-006		
3	SERVICIO	SEPARADOR DE HIDROCARBURO		
4	CASO			

		OPERACION	DISENO	Rev.	DIMENSIONES				Rev.
6					DIAMETRO INTERNO (ID)	1700	mm		
7					LONGITUD EFECTIVA	2550	mm		
8	PRESIÓN	barg	1,5	2,565	Topo-HHLL	500	mm		
9	TEMPERATURA	°C	35	63	HHLL	1200	mm	HHLL-HLL	230
10					HLL	970	mm	HLL-LLL	470
11	MATERIAL	ACERO AL CARBONO			NLL	735	mm	LLL-LLLL	270
12	ESPESOR	mm	4,57		LLL	500	mm	LLLL-Fondo	230
13	CORROSION PERMITIDA	mm	3,6		LLLL	230	mm	NLL	735
14	FLUIDO								

		OPERACION	DISENO	Rev.	RENDIMIENTO				Rev.
15	HC LIQ	FLUJO MÁSICO	kg/día	51.984,24					
16		FLUJO VOLUMÉTRICO	m3/día	40,18					
17	AGUA	DENSIDAD	kg/m3	799,5					
18		VISCOSIDAD	cP	0,8782					
19	AGUA	FLUJO MÁSICO	kg/día	241.636,56					
20		FLUJO VOLUMÉTRICO	m3/día	242,35					
21	AGUA	DENSIDAD	kg/m3	993,7					
22		VISCOSIDAD	cP	0,7185					

		OPERACION	DISENO	Rev.	SECCION DE INTERFASE		SECCION DE FASE ACEITOSA		Rev.
23	TIPO DE DISPOSITIVO DE SEPARACION				Tiempo de Residencia		Tiempo de Residencia		
24	TIPO DE DISPOSITIVO DE SEPARACION				HIL-LIL	10	min	HHLL-HLL	5
25	TIPO DE DISPOSITIVO DE SEPARACION							HLL-LLL	10
26	TIPO DE DISPOSITIVO DE SEPARACION							LLL-LLLL	5

REF.	N°	φ (in)	RATING	SERVICIO
A1	270	2	150	ENTRADA CONDENSADO E-106
A2	271	2	150	ENTRADA CONDENSADO E-107
A3	272	1	150	ENTRADA CONDENSADO E-108
B	278	1	150	SALIDA GAS
C	281	3	150	SALIDA AGUA OLEOSA
D	279	2	150	SALIDA HIDROCARBURO LIVIANO
E	xx	xx	150	VENTEO
F	309	4	150	PSV
G	xx	xx	150	ENTRADA DE FUEL GAS DE BLANKETING
MW	1	24	150	MAN HOLE



56	<b>NOTAS:</b>
57	
58	
59	
60	
61	



**G2-PR-MCHC-001-0**

Pág.: 1 De: 5

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

# **MEMORIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO**

## **UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	MO	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



## G2-PR-MCHC-001-0

Pág 2

### UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

De 5

TAG	Fase	ID	Sch	Clase	Rating	Área Tran.	Vol. Flowrate	Temp.	Presión Operativa	Presión Diseño	Densidad	Viscosidad	Factor Darcy (4f)	Re	Vel.	Vel. Erosión	Δ P	ρ.v2
		in	-	-	#	m2	ACT m3/h	°C	kPa	kPa	kg/m3	cP	-	-	m/s	m/s	kPa/100m	kg/(m.s2)
6"-HC-001-B4-H-4"	L	6,07	40	B4-	150	1,9,E-02	168,5	330,0	600,0	771,0	771,1	5,7E-01	1,6,E-02	5,2,E+05	2,5	7,0	25,6	4862,6
8"-HC-002-B4-H-4"	B	8,13	20	B4-	150	3,3,E-02	296,2	331,9	600,0	771,0	453,5	5,4E-01	1,6,E-02	4,2,E+05	2,5	9,2	10,6	2743,7
3"-LPS-100-B47-H-6"	V	3,07	40	B47-	150	4,8,E-03	205,5	400,0	600,0	771,0	1,9	2,4E-02	2,2,E-02	7,5,E+04	12,0	139,8	3,9	278,8
30"-HC-004-B4-H-7"	B	29,25	ST	B4-	150	4,3,E-01	73065,0	380,0	14,7	185,7	1,8	4,0E-01	1,7,E-02	1,6,E+05	46,8	143,7	4,6	4035,1
10"-MPS-102-B47-H-4"	V	10,13	30	B47-	150	5,2,E-02	263,7	400,0	1000,0	1171,0	3,3	2,4E-02	2,2,E-02	4,8,E+04	1,4	108,0	0,03	6,5
1"-HC-007-B47-B-"	L	0,82	160	B47-	150	3,4,E-04	2,5	35,2	600,0	771,0	799,7	8,8E-01	2,8,E-02	3,8,E+04	2,0	6,9	220,9	3296,3
3"-HC-201-B47-PP-2"	L	3,07	40	B47-	150	4,8,E-03	22,3	161,0	10,8	181,8	776,2	5,3E-01	2,0,E-02	1,5,E+05	1,3	7,0	16,7	1309,3
3"-HC-212-B47-PP-2"	L	3,07	40	B47-	150	4,8,E-03	15,9	161,0	245,6	416,6	776,5	5,3E-01	2,1,E-02	1,1,E+05	0,9	7,0	8,8	666,7
3"-HC-213-B47-PP-2"	L	3,07	40	B47-	150	4,8,E-03	6,4	161,0	245,6	416,6	776,5	5,3E-01	2,4,E-02	4,2,E+04	0,4	7,0	1,6	106,9
2"-HC-214-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	15,9	161,0	550,0	721,0	776,8	5,3E-01	2,1,E-02	1,7,E+05	2,3	7,0	89,3	4180,4
2"-HC-215-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	15,9	161,0	348,1	519,1	776,5	5,3E-01	2,1,E-02	1,7,E+05	2,3	7,0	89,2	4178,8
2"-HC-206-B47-B-"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	14,8	75,9	9,3	180,3	837,5	1,8E+00	2,4,E-02	4,9,E+04	2,2	6,7	94,1	3873,8
2"-HC-216-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	6,4	161,3	850,0	1021,0	777,2	5,3E-01	2,3,E-02	6,7,E+04	0,9	7,0	15,6	669,6
2"-HC-217-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	6,4	161,3	665,2	836,2	776,9	5,3E-01	2,3,E-02	6,7,E+04	0,9	7,0	15,6	669,6
2"-HC-220-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	6,4	161,3	623,5	794,5	776,9	5,3E-01	2,3,E-02	6,7,E+04	0,9	7,0	15,6	670,2
2"-HC-009-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	5,7	161,3	600,0	771,0	776,8	5,3E-01	2,3,E-02	6,0,E+04	0,8	7,0	12,8	542,2
2"-HC-218-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	5,7	161,3	623,5	794,5	776,9	5,3E-01	2,3,E-02	6,0,E+04	0,8	7,0	12,8	542,3
2"-HC-219-B47-B-"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	5,7	40,0	600,0	771,0	862,4	3,9E+00	3,3,E-02	9,0,E+03	0,8	6,6	20,2	603,7
2"-HC-202-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	16,1	223,5	12,3	183,3	772,7	3,2E-01	2,0,E-02	2,8,E+05	2,3	7,0	88,2	4255,5
2"-HC-221-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	12,3	223,6	189,9	360,9	773,1	3,2E-01	2,1,E-02	2,1,E+05	1,8	7,0	52,6	2502,8
2"-HC-222-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	3,8	223,6	189,9	360,9	773,1	3,2E-01	2,3,E-02	6,4,E+04	0,5	7,0	5,4	231,1
2"-HC-223-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	12,3	223,8	491,0	662,0	773,4	3,2E-01	2,1,E-02	2,1,E+05	1,8	7,0	52,5	2499,8
2"-HC-224-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	12,3	223,8	279,8	450,8	773,1	3,2E-01	2,1,E-02	2,1,E+05	1,8	7,0	52,6	2502,9
2"-HC-207-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	11,6	153,5	11,1	182,1	823,2	8,9E-01	2,3,E-02	7,7,E+04	1,7	6,8	53,8	2346,9
2"-HC-225-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	3,7	223,9	850,0	1021,0	774,1	3,2E-01	2,3,E-02	6,4,E+04	0,5	7,0	5,4	230,2
2"-HC-226-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9,E-03	3,8	223,9	635,0	806,0	773,6	3,2E-01	2,3,E-02	6,5,E+04	0,5	7,0	5,4	231,3



## G2-PR-MCHC-001-0

Pág

3

### UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

de:

5

TAG	Fase	ID	Sch	Clase	Rating	Área Tran.	Vol. Flowrate	Temp.	Presión Operativa	Presión Diseño	Densidad	Viscosidad	Factor Darcy (4f)	Re	Vel.	Vel. Erosión	Δ P	p.v2
		in	-	-	#	m2	ACT m3/h	°C	kPa	kPa	kg/m3	cP	-	-	m/s	m/s	kPa/100m	kg/(m.s2)
2"-HC-227-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	3,8	223,9	635,0	806,0	773,6	3,2E-01	2,3E-02	6,5E+04	0,5	7,0	5,4	231,3
2"-HC-228-B47-B-"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	3,8	40,0	600,0	771,0	900,0	1,4E+01	3,8E-02	1,7E+03	0,5	6,5	10,4	269,1
2"-HC-229-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	3,8	223,9	635,0	806,0	773,6	3,2E-01	2,3E-02	6,5E+04	0,5	7,0	5,4	231,3
2"-HC-010-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	3,2	223,9	600,0	771,0	773,5	3,2E-01	2,4E-02	5,5E+04	0,5	7,0	4,1	170,5
8"-HC-203-B4-PP-2"	L	8,13	20	B4-	150	3,3E-02	230,0	298,6	13,2	184,2	747,1	1,6E-01	1,5E-02	1,8E+06	1,9	7,1	9,6	2725,6
6"-HC-230-B47-PP-2"	L	6,07	40	B47-	150	1,9E-02	158,5	298,6	129,0	300,0	747,3	1,6E-01	1,5E-02	1,7E+06	2,4	7,1	20,8	4172,1
6"-HC-231-B47-PP-2"	L	6,07	40	B47-	150	1,9E-02	71,4	298,6	129,0	300,0	747,3	1,6E-01	1,6E-02	7,5E+05	1,1	7,1	4,4	845,7
6"-HC-232-B47-PP-2"	L	6,07	40	B47-	150	1,9E-02	158,5	298,8	430,0	601,0	747,7	1,6E-01	1,5E-02	1,7E+06	2,4	7,1	20,8	4172,3
6"-HC-233-B47-PP-2"	L	6,07	40	B47-	150	1,9E-02	158,5	298,8	238,1	409,1	747,4	1,6E-01	1,5E-02	1,7E+06	2,4	7,1	20,8	4170,3
6"-HC-208-B47-PP-2"	L	6,07	40	B47-	150	1,9E-02	146,4	213,0	12,6	183,6	809,2	5,0E-01	1,6E-02	5,4E+05	2,2	6,9	20,2	3852,1
4"-HC-234-B47-PP-2"	L	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	71,4	299,0	900,0	1071,0	748,7	1,6E-01	1,7E-02	1,1E+06	2,4	7,1	35,8	4363,6
4"-HC-235-B47-PP-2"	L	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	67,9	299,0	900,0	1071,0	748,7	1,6E-01	1,7E-02	1,1E+06	2,3	7,1	32,5	3948,5
2"-HC-236-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	3,3	299,0	900,0	1071,0	748,7	1,6E-01	2,2E-02	1,1E+05	0,5	7,1	3,9	176,5
2"-HC-204-B47-PP-2"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	3,4	299,1	13,5	184,5	726,9	1,6E-01	2,2E-02	1,1E+05	0,5	7,2	4,0	181,8
4"-HC-237-B47-PP-2"	L	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	67,9	299,0	757,5	928,5	748,7	1,6E-01	1,7E-02	1,1E+06	2,3	7,1	32,5	3948,5
4"-HC-238-B47-PP-2"	L	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	67,9	299,0	757,5	928,5	748,7	1,6E-01	1,7E-02	1,1E+06	2,3	7,1	32,5	3948,5
4"-HC-260-B47-PP-2"	L	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	67,9	299,0	757,5	928,5	748,7	1,6E-01	1,7E-02	1,1E+06	2,3	7,1	32,5	3948,5
4"-HC-011-B47-PP-2"	L	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	54,9	299,0	600,0	771,0	748,7	1,6E-01	1,7E-02	8,7E+05	1,9	7,1	21,4	2584,1
4"-HC-240-B47-PP-2"	L	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	59,6	150,0	704,3	875,3	853,4	1,6E+00	2,0E-02	1,1E+05	2,0	6,7	33,7	3464,1
4"-HC-241-B47-B-"	L	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	59,6	40,0	600,0	771,0	925,5	5,0E+01	4,1E-02	3,8E+03	2,0	6,4	74,5	3756,8
2"-HC-003-B47-H-4"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	5,4	371,6	14,1	185,1	746,0	2,5E-01	2,2E-02	1,1E+05	0,8	7,1	10,0	455,7
2"-HC-103-B47-H-4"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	5,4	371,6	700,0	871,0	746,0	2,5E-01	2,2E-02	1,1E+05	0,8	7,1	10,0	455,7
2"-HC-104-B47-H-4"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	5,4	371,9	600,0	771,0	746,0	2,5E-01	2,2E-02	1,1E+05	0,8	7,1	10,0	455,7
8"-HC-205-B47-PP-2"	L	7,98	20	B47-	150	3,2E-02	85,2	372,6	14,7	185,7	812,0	1,4E+00	2,0E-02	8,5E+04	0,7	6,8	2,1	436,8
6"-HC-242-B47-PP-2"	L	6,07	40	B47-	150	1,9E-02	85,1	372,9	750,0	921,0	813,2	1,4E+00	1,9E-02	1,1E+05	1,3	6,8	8,2	1308,0
6"-HC-243-B47-PP-2"	L	6,07	40	B47-	150	1,9E-02	85,1	373,0	650,0	821,0	813,1	1,4E+00	1,9E-02	1,1E+05	1,3	6,8	8,2	1308,2



## G2-PR-MCHC-001-0

Pág

4

### UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

de:

5

TAG	Fase	ID	Sch	Clase	Rating	Área Tran.	Vol. Flowrate	Temp.	Presión Operativa	Presión Diseño	Densidad	Viscosidad	Factor Darcy (4f)	Re	Vel.	Vel. Erosión	Δ P	ρ.v2
		in	-	-	#	m2	ACT m3/h	°C	kPa	kPa	kg/m3	cP	-	-	m/s	m/s	kPa/100m	kg/(m.s2)
6"-HC-244-B47-H-5"	L	6,07	40	B47-	150	1,9E-02	85,1	373,0	650,0	821,0	813,1	1,4E+00	1,9E-02	1,1E+05	1,3	6,8	8,2	1308,2
6"-HC-245-B47-PP-2"	L	6,07	40	B47-	150	1,9E-02	85,1	373,0	650,0	821,0	813,1	1,4E+00	1,9E-02	1,1E+05	1,3	6,8	8,2	1308,2
4"-HC-012-B47-PP-2"	L	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	72,4	150,0	600,0	771,0	955,2	4,6E+01	3,7E-02	5,2E+03	2,5	6,3	104,6	5734,8
6"-HC-013-B47-H-5"	L	6,07	40	B47-	150	1,9E-02	72,5	373,0	600,0	771,0	812,5	1,4E+00	2,0E-02	9,5E+04	1,1	6,8	6,1	947,2
24"-HC-005-B47-PP-2"	V	23,25	ST	B47-	150	2,7E-01	30477,0	108,7	9,3	180,3	0,1	1,0E-02	1,6E-02	2,1E+05	30,9	578,3	0,15	108,6
1"-HC-270-B47-B-"	L	0,82	160	B47-	150	3,4E-04	1,6	40,0	6,3	177,3	809,0	1,0E+00	3,0E-02	2,1E+04	1,3	6,9	97,9	1351,4
24"-HC-273-B47-B-"	V	23,25	ST	B47-	150	2,7E-01	33410,0	40,0	6,3	177,3	0,1	8,2E-03	1,7E-02	1,6E+05	33,9	760,1	0,11	75,6
24"-HC-274-B47-PP-2"	V	23,25	ST	B47-	150	2,7E-01	31395,0	120,5	31,7	202,7	0,0	2,0E-01	6,7E-02	9,6E+02	31,8	1939,4	0,06	10,2
8"-HC-275-B47-B-"	V	7,98	20	B47-	150	3,2E-02	2870,0	60,0	28,5	199,5	0,0	3,4E-01	4,9E-01	1,3E+02	24,7	2058,6	0,66	5,5
4"-HC-106-B47-PP-2"	V	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	786,3	190,0	1000,0	1171,0	5,0	1,5E-02	1,7E-02	9,0E+05	26,6	87,4	29,1	3522,0
10"-HC-276-B47-PP-2"	V	10,13	30	B47-	150	5,2E-02	5972,0	145,7	142,5	313,5	0,8	1,1E-02	1,5E-02	6,3E+05	31,9	215,3	2,4	834,6
4"-HC-105-B47-PP-2"	V	4,03	40	B47-	150	8,2E-03	807,3	190,0	1000,0	1171,0	5,0	1,5E-02	1,7E-02	9,0E+05	27,3	87,4	30,7	3712,7
2"-HC-271-B47-B-"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	5,4	60,0	28,5	199,5	965,1	5,3E-01	2,3E-02	7,1E+04	0,8	6,3	14,0	604,3
2"-HC-272-B47-B-"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	4,9	70,0	128,2	299,2	952,7	4,7E-01	2,3E-02	7,0E+04	0,7	6,3	11,1	478,0
2"-HC-277-B47-B-"	V	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	164,1	70,0	128,2	299,2	1,7	1,0E-02	2,1E-02	1,9E+05	23,9	151,7	20,0	945,8
2"-HC-006-B47-B-"	V	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	178,0	69,9	118,3	289,3	1,5	1,0E-02	2,1E-02	1,9E+05	26,0	158,1	21,7	1025,2
1"-HC-278-B47-B-"	V	0,82	160	B47-	150	3,4E-04	8,7	35,0	150,0	321,0	2,0	1,0E-02	2,9E-02	2,9E+04	7,2	138,6	7,1	102,8
1"-HC-014-B47-B-"	V	0,82	160	B47-	150	3,4E-04	2,9	35,0	140,0	311,0	0,4	4,0E-02	1,4E-01	4,5E+02	2,4	320,6	0,70	2,0
2"-HC-279-B47-B-"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	2,5	35,0	150,0	321,0	799,5	8,8E-01	2,9E-02	1,6E+04	0,4	6,9	3,0	103,2
1"-HC-280-B47-B-"	L	0,82	160	B47-	150	3,4E-04	2,5	35,2	700,0	871,0	799,8	8,8E-01	2,8E-02	3,8E+04	2,0	6,9	220,9	3296,9
1"-HC-007-B47-B-"	L	0,82	160	B47-	150	3,4E-04	2,5	35,2	590,0	761,0	799,8	8,8E-01	2,8E-02	3,8E+04	2,0	6,9	221,4	3304,9
3"-OW-281-B47-B-"	L	3,07	40	B47-	150	4,8E-03	9,2	35,0	150,0	321,0	993,7	7,2E-01	2,2E-02	5,8E+04	0,5	6,2	4,1	286,6
2"-OW-282-B47-B-"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	9,2	35,1	700,0	871,0	993,7	7,2E-01	2,2E-02	9,1E+04	1,3	6,2	40,1	1780,8
2"-OW-008-B47-B-"	L	1,94	80	B47-	150	1,9E-03	9,2	35,1	600,0	771,0	993,7	7,2E-01	2,2E-02	9,1E+04	1,3	6,2	40,1	1780,8
3"-CWS-152-B12-B-"	L	3,07	40	B12-	150	4,8E-03	31,7	30,0	415,0	586,0	995,2	8,0E-01	1,9E-02	1,8E+05	1,8	6,2	42,4	3392,2
3"-CWR-153-B12-B-"	L	3,07	40	B12-	150	4,8E-03	31,6	40,0	324,6	495,6	991,9	6,5E-01	1,9E-02	2,2E+05	1,8	6,2	41,3	3361,8





**G2-PR-MCF-001-0**

Pág.: 1 De: 44

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

# MEMORIA DE CÁLCULO DE HORNO F-101

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	17/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

### **CONTENIDO**

1. SELECCIÓN DEL TIPO DE HORNO .....	3
2. EFICIENCIA DEL HORNO.....	4
3. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DEL HORNO.....	5
4. DISEÑO DE LA ZONA RADIANTE .....	6
5. MATERIAL DE LA ZONA RADIANTE .....	10
6. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ZONA CONVECTIVA .....	13
7. ESQUEMA ITERATIVO DE LA ZONA CONVECTIVA .....	18
8. DISEÑO DE LA ZONA DE TUBOS ESCUDO .....	18
9. DISEÑO DE LA ZONA DE TUBOS “BARE” .....	23
10. DISEÑO DE LA ZONA DE TUBOS CON SUPERFICIE EXTENDIDA .....	25
11. SELECCIÓN DE QUEMADORES .....	28
12. DISEÑO DE LA CHIMENEA .....	35
13. SIMULACIÓN DEL HORNO.....	43

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. SELECCIÓN DEL TIPO DE HORNO

Para seleccionar el tipo de horno, los parámetros críticos que se deben analizar son la cantidad de calor que se debe aportar y el tipo de flujo dentro del horno (todo líquido, vaporización y todo vapor). Se utilizó el sobre diseño del horno mencionado en las Bases de Diseño (G2-GE-BD-001), es decir, 10% más de caudal.

Tabla 1: Duty del horno en operación y con 10% de sobre diseño

	<i>Duty (MW)</i>
En operación	8,44
Sobre diseño de 10%	9,29

De aquí en adelante, al duty del horno se lo llamará  $Q_a$  (MW). En la Figura 1 se ilustra qué tipo de horno se debe utilizar según el calor que se desea transferir y teniendo en cuenta que es un horno que vaporizará parcialmente la alimentación dentro del mismo.

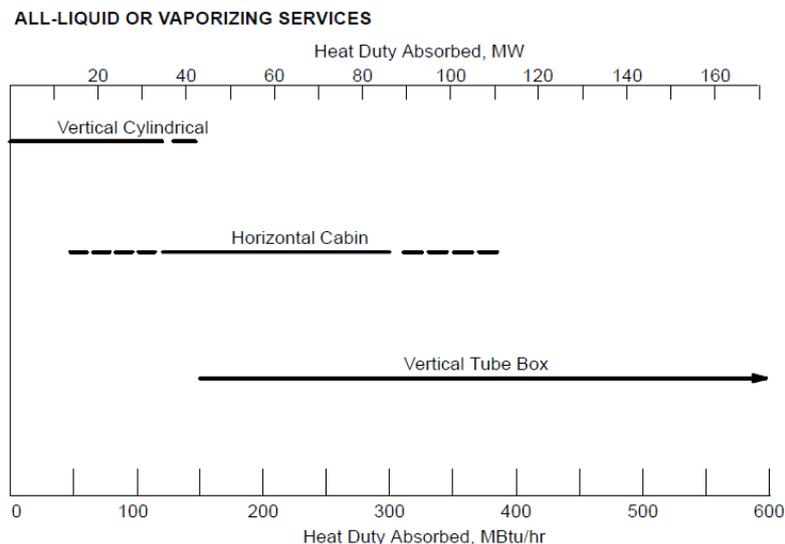


Figura 1: Se observa el tipo de horno requerido para el servicio que se desea y la cantidad de calor que se quiere transferir.

El horno requerido para transferir  $Q_a = 9,29 \text{ MW}$  y que vaporiza parcialmente la alimentación a la torre es cilíndrico vertical.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 2. EFICIENCIA DEL HORNO

La eficiencia del horno está ligada a la temperatura de salida de los humos. A menor temperatura de los mismos mayor eficiencia tendrá el horno. Cuando la temperatura de los humos supera los 800°C o cuando  $Q_a$  (MW) es mayor a 1,5 MW, se justifica la utilización de una zona convectiva. Es por esto que, en este caso, se utilizará un horno con zona convectiva.

Para poder calcular la eficiencia del horno y cuanto calor se intercambiará en cada zona, es necesario primero definir qué tipo de combustible se utilizará. Debido a la disponibilidad de fuel gas en el complejo industrial se utilizará el mismo y, a su vez, el tiraje del horno será de manera natural. Este tipo de horno requiere 15% de exceso de aire.

El siguiente paso es calcular la cantidad de combustible neto ( $F_n$  ( $\frac{kg}{s}$ )) que es necesario.

Para ello, primero se debe conocer la temperatura de stack ( $T_s$  (°C)).

La norma sugiere que:  $T_e$  (°C) + 15°C <  $T_s$  (°C) <  $T_e$  (°C) + 30°C . Siendo  $T_e = 331,9$  °C la temperatura de entrada del fluido al horno, la temperatura de stack es  $T_s = 355$  °C.

Con la temperatura de stack y el tipo de combustible se recurre a las Tablas de la norma de donde se obtiene el calor disponible del combustible a la temperatura de stack siendo

$HA_s = 37 \frac{MJ}{kg}$ . Luego se calcula el combustible neto como:

$$F_n = \frac{Q_a (MW)}{HA_s \left(\frac{MJ}{kg}\right)} = \frac{9,29 MW}{37 \frac{MJ}{kg}} = 0,251 \frac{kg}{s}$$

Para obtener la cantidad de combustible bruto necesario se utiliza la siguiente ecuación:

$$F_g = 1,02 * F_n = 0,256 kg/s$$

Se multiplica por 1,02 debido a que este es el factor que corresponde a un horno que intercambia entre 4 MW y 29 MW.

Por último, se calcula el calor que se intercambiaría con el combustible bruto:

$$Q_f (MW) = LVH * F_g$$

La eficiencia del horno se calcula como:

$$E (\%) = \frac{Q_a (MW)}{Q_f (MW)} * 100\%$$

Tabla 2: Cálculo de la eficiencia del horno

$F_g$ (kg/s)	LVH(MJ/kg)	$Q_f$ (MW)	$Q_a$ (MW)	E (%)
0,256	45,40	11,62	9,29	79,90

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 3. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DEL HORNO

Para conocer la cantidad de calor que intercambiará cada zona se necesita primero conocer la cantidad de calor disponible  $HA_{bw}$   $\left(\frac{MJ}{kg}\right)$  a la temperatura de bridgewall  $T_{bw}$  ( $^{\circ}C$ ) y el combustible neto requerido que se calculó en el apartado anterior.

La  $T_{bw}$  es la temperatura de los gases en la zona del bridgewall. La norma establece que  $830 < T_{bw} (^{\circ}C) < 980$  debido a consideraciones mecánicas. En este caso,  $T_{bw} = 900 ^{\circ}C$ .

Luego de Tabla se obtiene  $HA_{bw}$   $\left(\frac{MJ}{kg}\right)$ , y se calcula el calor total intercambiado por radiación como:

$$Q_{tr}(MW) = HA_{bw} \left(\frac{MJ}{kg}\right) * F_n \left(\frac{kg}{s}\right)$$

En la Tabla 3 se encuentran los resultados obtenidos.

Tabla 3: Calor total intercambiado por radiación

$T_{bw} (^{\circ}C)$	$HA_{bw} (MJ/kg)$	$F_n (kg/s)$	$Q_{tr} (MW)$
900	28	0,251	7,03

Al conocer la cantidad de calor total intercambiada  $Q_a$  (MW) y la cantidad de calor intercambiada por radiación  $Q_{tr}$  (MW), se obtiene la cantidad de calor total intercambiada por convección  $Q_{tc}$  (MW) como:

$$Q_{tc} (MW) = Q_a (MW) - Q_{tr} (MW)$$

La cantidad de calor que intercambiará cada zona se encuentra en la Tabla 4:

Tabla 4: Estimación de la carga térmica del horno por zona

Sección	Calor (MW)	Porcentaje (%)
Radiante	7,03	75,7
Convectiva	2,26	24,3
Total	9,29	100

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

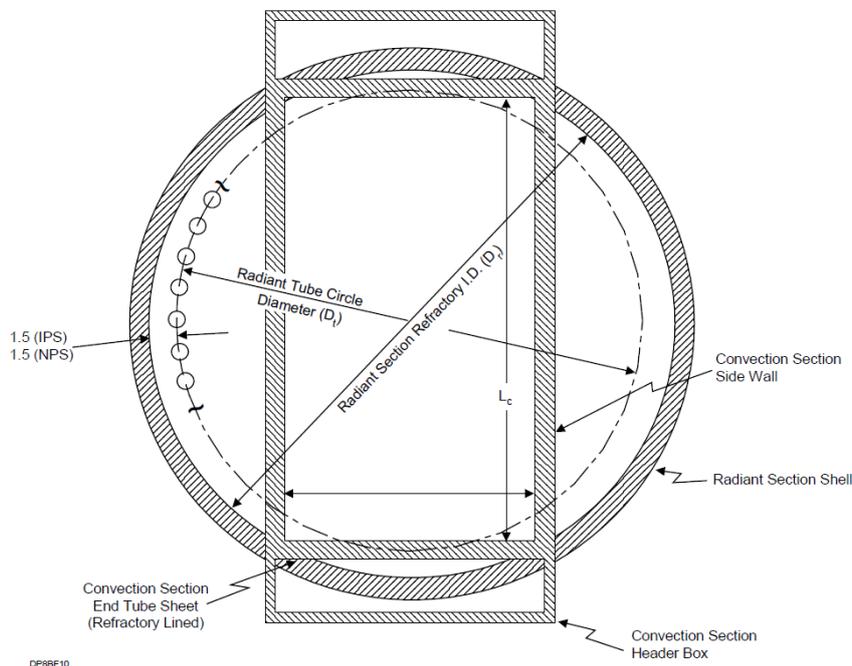
### 4. DISEÑO DE LA ZONA RADIANTE

Para diseñar la zona radiante del horno, es necesario saber cuánto calor se intercambiará y la densidad de calor promedio. En el apartado anterior, se calculó la cantidad total de calor intercambiado por radiación  $Q_{tr}$  (MW). Este calor, incluye también el calor que reciben las primeras filas de tubos de la sección convectiva. Por lo tanto:

$$Q_{tr} (MW) = Q_r (MW) + Q_{rs} (MW)$$

Las primeras dos filas de tubos de la sección convectiva se llaman tubos escudo (shield tubes). Para calcular el calor que intercambian es necesario tener definido el diseño de la zona convectiva, y para diseñar la zona convectiva se debe tener diseñada la zona radiante.

Para comenzar la iteración, se utilizó  $Q_{tr} (MW) = Q_r (MW)$ , es decir  $Q_{rs} = 0$  MW. Así se obtuvo el diseño preliminar de la zona radiante y por lo tanto, el largo y ancho posible de la sección convectiva de forma que quede el banco de tubos inscrito en la circunferencia de la zona radiante. Esto se muestra de forma clara en la Figura 2.



**Figura 2:** Esquema del horno visto desde arriba.

Como se deberá iterar para obtener el valor exacto de  $Q_{rs}$  (MW), a continuación, se mostrarán los valores finales obtenidos.

$$Q_{sr} (MW) = \phi_s * L_c * W_c$$

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Donde:  $\phi_s$  ( $\frac{MW}{m^2}$ ) es la densidad de calor en la zona del escudo (shield).

$L_c$  (m) es el largo de la sección convectiva.

$W_c$  (m) es el ancho de la sección convectiva.

La densidad de calor de la zona del escudo se calcula como:

$$\phi_s = 1,77 * \phi_r * F_{bl} * \frac{p}{10^6}$$

Donde:  $\phi_r$  ( $\frac{W}{m^2}$ ) es la densidad de calor promedio en la zona radiante.

$$F_{bl} = 1,5 .$$

$p$  es un término que corrige la densidad de calor teniendo en cuenta la temperatura de shield. En este caso  $p = 0,70$ .

Tabla 5: Cálculo del calor intercambiado por radiación en los tubos escudo

$\phi_r$ ( $W/m^2$ )	$\phi_s$ ( $MW/m^2$ )	$L_c$ (m)	$W_c$ (m)	$Q_{rs}$ (MW)
31600	0,0589	3,7	2,7	0,573

Con el valor de calor intercambiado por radiación en los tubos escudo se calcula el calor intercambiado en el cámara radiante como:

$$Q_r$$
 (MW) =  $Q_{tr}$  (MW) –  $Q_{rs}$  (MW)

$$Q_r = 6,46$$
 MW

Para calcular el área requerida por la zona hay que dividir el calor que se intercambiara por la densidad de calor promedio.

$$A_r$$
 (m<sup>2</sup>) =  $\frac{Q_r$  (MW) \* 10<sup>6</sup>}{ $\phi_r$  ( $\frac{W}{m^2}$ )}

La densidad de calor se tomará de la Tabla 6 que tiene la densidad recomendada según el tipo de servicio.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Tabla 6: Densidades de calor promedio y velocidades másicas recomendadas según tipo de servicio.

Services	Suggested Average Heat Density $\phi_r$ (Based on One-Side Firing)* Btu/hr ft <sup>2</sup> [W/m <sup>2</sup> ]	Suggested Design Mass Velocity G lb/sec ft <sup>2</sup> [kg/s • m <sup>2</sup> ]
Atmospheric Pipestill Preheaters	12,000 [37,900]	300 (min) to 400 [1,450 (min) to 1,950]
Vacuum Pipestill Preheaters	10,000 [31,600]	350 (min) to 450 [1,700 (min) to 2,200]
Light Ends Units a. Preheaters and Reboilers	12,000 [37,900]	250 (min) to 350 [1,200 (min) to 1,700]
b. Rich and Lean Oil Heating	12,000 [37,900]	250 (min) to 350 [1,200 (min) to 1,700]
Lube Rerun Still Preheaters	12,000 [37,900]	250 (min) to 350 [1,200 (min) to 1,700]
Distillate & Gas Oil Heaters a. FCCU Preheat	12,000 [37,900]	250 (min) to 350 [1,200 (min) to 1,700]
b. Hydrofiner Preheat	12,000 [37,900]	250 (min) to 350 [1,200 (min) to 1,700]

Por lo tanto, el área requerida será:

$Q_r$ (MW)	$\phi_r$ (W/m <sup>2</sup> )	$A_r$ (m <sup>2</sup> )
6,46	31600	204,3

El siguiente paso es definir el diámetro de los tubos y la cantidad de pasos. Es muy importante tener buena velocidad en los tubos para tener buen coeficiente de transferencia y así minimizar el coque. El mismo se minimiza cuando G es mayor a 1465 kg/(s\*m<sup>2</sup>). Los diámetros de tubos más económicos son 4, 5 y 6 in. A su vez, el flujo se distribuye mejor a menor número de pasos. Para un horno cilíndrico vertical, se recomiendan usar 1, 2, 4 u 8 pasos para que las tuberías de salida sean más simples (otras disposiciones pueden requerir un anillo colector costoso). Para decidir qué disposición utilizar se calculó la velocidad másica para los distintos diámetros y para 1, 2 y 4 pasos. Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla 7.

La velocidad másica se calcula con la siguiente ecuación:

$$G \left( \frac{kg}{m^2 * s} \right) = \frac{W}{n_p * \frac{\pi * D_i^2}{4}}$$

Donde:  $W$  ( $\frac{kg}{s}$ ) es el caudal másico del fluido que se quiere calentar.

$n_p$  es el número de pasos.

$D_i$  (m) es el diámetro interno del tubo.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

El caudal másico del fluido que se quiere calentar es:  $W = 41,04 \frac{kg}{s}$

Tabla 7: Velocidad másica  $G \left( \frac{kg}{m^2 \cdot s} \right)$  en función del diámetro de tubo y la cantidad de pasos

Diámetro nominal (in)	Pasos		
	1	2	4
4	4995,4	2497,7	1248,9
5	3178,7	1589,4	794,7
6	2201,2	1100,6	550,3

Debido a que la velocidad másica es un factor clave y para el horno de vacío se recomienda que  $1700 < G \left( \frac{kg}{s \cdot m^2} \right) < 2200$ , se utilizarán tubos de 6 in SCH 40 y 1 paso.

Luego, hay que definir el número tubos necesario para lograr el intercambio. Dependiendo del largo seleccionado se requerirán distintos números de tubos. Si los tubos son más largos, se requerirán menos tubos y por lo tanto el horno será más alto y más angosto. El largo de los tubos no puede superar de ninguna forma 45 ft (13,7 m) y se recomienda que sean menores a 40 ft (12,2m). Por otro lado, el largo de tubos seleccionado tiene que cumplir que  $1,2 < L_r/D_t < 2,6$  para evitar una distribución dispareja de calor en el horno. A su vez, cuando el cociente es mayor el horno es más económico.

Para calcular el número de tubos ( $N_t$ ) se utilizó la siguiente ecuación, teniendo en cuenta que el largo de los tubos es 9 m:

$$N_t = \frac{A_r}{\pi * D_o * L_r}$$

El término  $D_o$  corresponde al diámetro externo de los tubos expresado en m.

La longitud  $L_r$  corresponde al largo del tubo efectivo radiante (m), es decir, la longitud expuesta a la radiación sin tener en cuenta los retornos.

El cálculo de la circunferencia se realizó con la siguiente ecuación:

$$C = N_t * 2 * D_o$$

El diámetro de la circunferencia medido hasta el centro de los tubos es:

$$D_t = \frac{C}{\pi}$$

El diámetro interno requerido de la sección radiante ( $D_r$ ) contempla una separación de  $1,5 * D_o$  o 4 in desde  $D_t$  (el que sea mayor) en este caso es:

$$D_r = D_t + 2 * 1,5 * D_o$$

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

En la Figura 2 que se encuentra previamente en este apartado, se muestra un esquema del horno visto desde arriba donde se observan claramente  $D_t$  y  $D_r$ .

En la Tabla 8 se calculó el número de tubos requeridos utilizando 9 m de largo. También se muestra el diámetro del horno y el cociente  $L_r/D_t$ .

Tabla 8: Cálculo del número de tubos requerido, el diámetro radiante y el cociente  $L_r/D_t$ .

$D_{nominal}$ (in)	$L_r$ (m)	$N_t$	$C$ (m)	$D_t$ (m)	$D_r$ (m)	$L_r/D_t$
6	9	43	14,47	4,61	5,11	1,95

Para terminar de definir la sección radiante faltan sumar tanto los retornos de los tubos, una distancia de 0,1m desde los tubos al piso y una distancia de  $1,5 * D_o$  desde los tubos al techo. Por lo tanto, el alto de la zona radiante:

$$L_h (m) = 9m + 2 * 0,24m + 0,1m + 0,252m = 9,83m$$

### 5. MATERIAL DE LA ZONA RADIANTE

La selección del material de los tubos radiantes es muy importante. El criterio que se utilizará es mediante la temperatura del metal.

Los materiales mas comunes que se utilizan para los tubos de hornos son:

- ❖ Acero al carbono: soportan hasta 480°C
- ❖ Acero 5% de Cr +0,5% de Mo: soportan hasta 650°C

En este caso, se calcula la temperatura máxima de los tubos radiantes con la siguiente ecuación:

$$T_m (°C) = T_b (°C) + \Delta T_f (°C) + \Delta T_c (°C) + \Delta T_m (°C)$$

Donde:  $T_b$  (°C) es la temperatura máxima que alcanzará el fluido en el bulk.

$\Delta T_f$  (°C) es el incremento de temperatura dentro del tubo.

$\Delta T_c$  (°C) es el incremento de temperatura a través capa de coque.

$\Delta T_m$  (°C) es el incremento de temperatura a través de la pared del tubo.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

•La temperatura maxima del fluido será la temperatura de salida del horno, es decir  $T_b = 380 \text{ }^\circ\text{C}$ .

•Para calcular el incremento de temperatura dentro del tubo se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Delta T_f \text{ (}^\circ\text{C)} = \frac{1}{h_{tp}} * \frac{D_o}{D_i} * \phi_{r \text{ máx}}$$

Donde:  $h_{tp} \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ\text{C}} \right)$  es el coeficiente de transferencia del fluido.

$D_o \text{ (mm)}$  es el diámetro externo del tubo.

$D_i \text{ (mm)}$  es el diámetro interno del tubo.

$\phi_{r \text{ máx}} \left( \frac{W}{m^2} \right)$  es la densidad de calor máxima.

Para calcular el coeficiente de transferencia se utilizó un promedio ponderado debido a que a  $380^\circ\text{C}$  el flujo es bifásico.

$$h_{tp} \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ\text{C}} \right) = X * h_{i \text{ vapor}} + (1 - X) * h_{i \text{ líquido}}$$

Donde:  $h_{i \text{ vapor}} \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ\text{C}} \right)$  es el coeficiente de transferencia considerando que todo el flujo es vapor.

$h_{i \text{ líquido}} \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ\text{C}} \right)$  es el coeficiente de transferencia considerando que todo el flujo es líquido.

$X$  es la fracción másica vaporizada.

El cálculo de ambos coeficientes se realizó siguiendo la correlación:

$$h_i \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ\text{C}} \right) = 0,023 * Re^{0,8} * Pr^{0,4} * \frac{\kappa}{D}$$

Los datos necesarios para calcular ambos coeficientes fueron obtenidos utilizando el programa Unisim Design, con el paquete de propiedades Grayson-Reed que modela las propiedades de las mezclas de hidrocarburos en vacío de forma precisa. Los resultados y las propiedades necesarias para el cálculo se encuentran en la Tabla 9 para el coeficiente líquido y en la Tabla 10 para el coeficiente en fase vapor.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Tabla 9: Datos de la fase líquida para el cálculo del coeficiente de transferencia

$\rho_l \left( \frac{kg}{m^3} \right)$	$\mu_l (cP)$	$C_{p l} \left( \frac{kJ}{kg * ^\circ C} \right)$	$\kappa_l \left( \frac{W}{m * ^\circ C} \right)$	$h_{i \text{ liquido}} \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right)$
792	0,9945	2,97	0,125	1764,4

Tabla 10: Datos de la fase vapor para el cálculo del coeficiente de transferencia

$\rho_v \left( \frac{kg}{m^3} \right)$	$\mu_v (cP)$	$C_{p v} \left( \frac{kJ}{kg * ^\circ C} \right)$	$\kappa_v \left( \frac{W}{m * ^\circ C} \right)$	$h_{i \text{ vapor}} \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right)$
0,7904	8,18E-03	2,755	2,82E-02	4783,0

Para calcular la densidad radiante máxima se utiliza la siguiente ecuación:

$$\phi_{r \text{ máx}} \left( \frac{W}{m^2} \right) = C_1 * C_2 * C_3 * \phi_r$$

- Donde:
- $C_1$  es un factor que corrige la mala distribución periférica.
  - $C_2$  es un factor que corrige la mala distribución vertical.
  - $C_3$  es un factor que corrige la luminosidad del haz de gases.

Tabla 11: Cálculo del incremento de la temperatura dentro de los tubos

C1	C2	C3	$\phi_r \left( \frac{W}{m^2} \right)$	$\phi_{r \text{ máx}} \left( \frac{W}{m^2} \right)$	$\Delta T_f (^\circ C)$
1,77	1,23	1	31600	68796	24,90

- Para calcular el incremento de temperatura a través de la capa de coque se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Delta T_c (^\circ C) = \frac{t_c}{\kappa_c * 10^3} * \frac{2 * D_o}{(D_i + D'_i)} * \phi_{r \text{ máx}}$$

- Donde:
- $t_c (mm)$  es el espesor de la capa de coque.
  - $\kappa_c \left( \frac{W}{m * ^\circ C} \right)$  es la conductividad del coque.
  - $D'_i (mm)$  es el diámetro interno de la capa de coque.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Tabla 12: Cálculo del incremento de la temperatura a través de la capa de coque.

$\kappa_c \left( \frac{W}{m \cdot ^\circ C} \right)$	$t_c (mm)$	$D_i' (mm)$	$\Delta T_c (^\circ C)$
5	6	156,275	89,53

•Para calcular el incremento de temperatura a través de la pared de metal del tubo se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Delta T_m (^\circ C) = \frac{t_a}{\kappa_m * 10^3} * \frac{2 * D_o}{(D_o + D_i)} * \phi_{r \text{ máx}}$$

Donde:  $t_a (mm)$  es el espesor promedio del tubo.

$\kappa_m \left( \frac{W}{m \cdot ^\circ C} \right)$  es la conductividad del metal.

Tabla 13: Cálculo del incremento de la temperatura a través del metal

$t_a (mm)$	$\kappa_m \left( \frac{W}{m \cdot ^\circ C} \right)$	$\Delta T_m (^\circ C)$
7,112	28	18,25

Por lo tanto,  $T_m (^\circ C) = 380 + 24,90 + 89,53 + 18,25 = 512,68 \text{ } ^\circ C$ .

Esta temperatura implica que no puede usarse acero al carbono, el material de los tubos de la zona radiante será entonces acero con 5% de Cr y 0,5% de Mo.

### 6. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ZONA CONVECTIVA

Como se mencionó anteriormente el diseño de la zona convectiva depende de la zona radiante.

La zona convectiva está formada por distintos tipos de tubos. Las primeras dos filas de tubos de esta sección se denominan tubos escudo y el calor que reciben es mayormente por radiación. Sin embargo, también intercambian calor por convección. Estos tubos son lisos y no tienen superficie extendida debido a que la densidad de calor sería excesiva y causaría altas temperaturas en el metal. Están hechos del mismo material que los tubos de la zona radiante.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

La siguiente zona es de bare tubes. Estos tubos no tienen superficie extendida y el calor intercambiado es por convección. No hace falta que el material sea el mismo que el de los tubos escudo.

Por último, se encuentra la zona de tubos con superficie extendida. El tipo de superficie que se agrega depende del combustible utilizado. En este caso, serán thin-fin tubes porque el combustible es gaseoso. A continuación, se muestra una imagen de la superficie extendida que se utilizará.

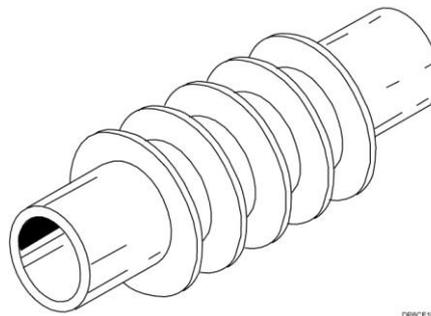


Figura 3: Imagen del tubo aletado con aletas finas.

Si bien se pueden utilizar distintas combinaciones de altura de aleta ( $h_f(mm)$ ), espaciado entre aletas ( $n_f(mm)$ ), y ancho de las mismas ( $t_f(mm)$ ), la norma propone cuales son las más económicas y que se consiguen fácilmente.

Las alturas de aleta más económicas son: 12,7mm, 19,1mm y 25,4mm. El ancho de aleta más económico es 1,3mm. Y en cuanto al espaciado, la norma establece que no puede ser menor a 2,5mm y recomienda que este entre 5,1mm y 6,4mm. Sin embargo, que las aletas estén más separadas no genera ningún problema constructivo, y se decide utilizar alturas standard y separarlas un poco más. Si no se decidiera hacer esto, habría que utilizar alturas intermedias que son más costosas.

Tabla 14: Características de las aletas que se utilizarán en la zona de tubos con superficie extendida.

$h_f(mm)$	$n_f(mm)$	$t_f(mm)$
19,1	8,5	1,3

El proceso de diseño consiste en proponer el largo de tubos y el ancho de la zona convectiva y calcular cuántos tubos entran, luego se calcula la velocidad másica de los gases en la zona de la superficie extendida. Si cumple con lo que propone la norma, se prosigue con esa geometría y si no cumple, se ajusta hasta que cumpla.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

La velocidad de los gases es una variable muy importante a la hora de diseñar la zona convectiva. Para calcularla es necesario obtener el área libre entre los tubos por donde los gases pueden pasar. La norma propone velocidades recomendadas que se encuentran en la Tabla 15:

Tabla 15: Velocidades máxicas recomendadas de los humos.

FUEL	RECOMMENDED MAXIMUM FLUE GAS MASS VELOCITIES, $G_c$	
	lb/sec ft <sup>2</sup>	kg/s•m <sup>2</sup>
Clean or Natural Gas	0.5 to 0.6	2.5 to 3.0
Low Metals Fuel Oil and Sour Fuel Gas	0.4 to 0.5	2.0 to 2.5
High Metals Fuel Oil (Pitch)	0.3 to 0.4	1.5 to 2.0

En este caso, la velocidad máxica de los gases de combustión debe encontrarse entre  $2,5 < G_c \left( \frac{kg}{s \cdot m^2} \right) < 3,0$  debido a que se utiliza gas natural como combustible. Esta es la velocidad máxica que deben tener los humos en la sección de área extendida. En las otras zonas puede ser menor, pero de ninguna manera puede ser menor a  $1 \frac{kg}{s \cdot m^2}$ .

La ecuación que se utiliza para calcularla es:

$$G_c \left( \frac{kg}{s \cdot m^2} \right) = \frac{W_f \left( \frac{kg}{s} \right)}{A_f (m^2)}$$

Siendo:  $W_f \left( \frac{kg}{s} \right)$  el caudal de los gases de combustión.

$A_f (m^2)$  el área que tiene disponible el gas de combustión para atravesar.

El caudal de los gases de combustión se calcula como:

$$W_f \left( \frac{kg}{s} \right) = F_n \left( \frac{kg}{s} \right) * FG$$

Siendo:  $FG$  el factor de corrección  $\left( \frac{kg \text{ de gases de combustión}}{kg \text{ de combustible}} \right)$

El factor  $FG = 21$  y se obtiene del gráfico 11-B de la norma, sección VIII-M. Por lo tanto,

$$W_f = 5,38 \left( \frac{kg}{s} \right).$$

Para calcular el área disponible por la que circularán los gases, primero debe definirse el ancho y el largo de los tubos. La norma exige que como mínimo tenga 4 tubos cada fila.

Existen 2 limitaciones al largo de los tubos, la primera es la máxima longitud no soportada que depende del diámetro de los tubos. La misma se encuentra en la Tabla 16.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Tabla 16: Máxima longitud no soportada de los tubos convectivos.

PIPE SIZE		MAXIMUM UNSUPPORTED LENGTH	
(IPS) in.	Nominal (mm)	ft	m
4	100	13.1	4.0
5	125	16.2	4.9
6	150	19.3	5.9

La segunda limitación es que la zona convectiva tiene que estar sostenida sobre el diámetro de la zona radiante que es  $D_t = 4,61 m$ .

La que va a dominar es el diámetro de la zona radiante. La norma exige que  $0,8 * D_t < L_c (m) < D_t$ . Se utilizará  $L_c = 3,7m$  que se encuentra dentro de la norma y se utiliza este valor para poder cumplir con la velocidad másica. Al definir  $L_c$  queda definido el ancho de la zona  $W_c = 2,7 m$ . Además, establece que siempre se utilicen retornos de radio corto, a menos que exista una razón por la que no se puedan utilizar. Los retornos deben ubicarse en los cuadros de encabezado o cajas de encabezado. De esta forma el espaciamiento entre los tubos será:

Tabla 17: Espaciamiento requerido utilizando retornos de radio corto.

PIPE SIZE		STANDARD SPACING CENTER-TO-CENTER		MINIMUM SPACING CENTER-TO-CENTER	
(IPS) in.	Nominal (mm)	in.	mm	in.	mm
2	50	4	102	4	102
3	80	6	152	6	152
4	100	8	203	6.75	171
5	125	10	254	8.25	210
6	150	12	305	9.5	241
8	200	16	406	12	305

Considerando que se utilizan tubos de 6 in, el espaciamiento que se utilizará es 305mm. Habiendo definido el ancho de la zona y el espaciamiento, se puede calcular el número de tubos que entran por fila, en este caso se utilizarán 8 tubos por fila. Se utilizará un arreglo triangular equilátero. Hay que tener en cuenta también, 6 in por fila que serán requeridos para el corbelling ( $C = 152,4 mm$ ). Esto último se utiliza para evitar el bypass de los gases por el costado de la zona, además mejora el intercambio y al disminuir el área disponible para que los gases pasen, aumenta  $G_c$ . En la Figura 4 se muestra un esquema de toda la zona convectiva. Cabe aclarar que, a la primera fila de los tubos escudo no se le agrega corbelling debido a que no se desea que aumente el intercambio el calor.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

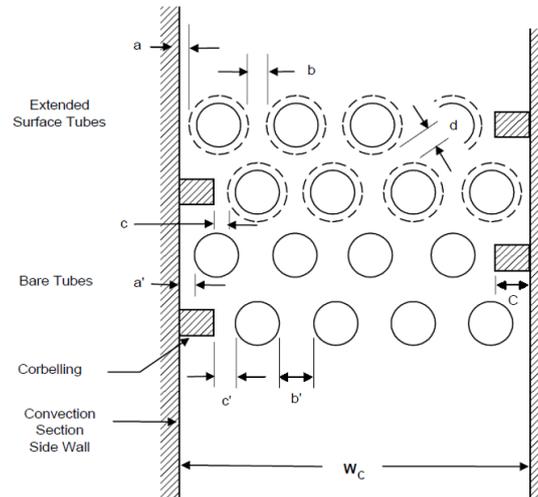


Figura 4: Esquema de la zona convectiva con arreglo triangular equilátero.

Queda por lo tanto calcular el área disponible para que pasen los gases por la zona de superficie extendida. La ecuación que se utiliza es:

$$A_f(m^2) = L_c(m) * W_c(m) - R_f(m^2)$$

Siendo:  $R_f(m^2)$  la restricción al paso por la sección de área extendida.

Para calcular la restricción al paso por la sección de los tubos aletados se requiere calcular la restricción al paso por la zona de los tubos bare ( $R_b(m^2)$ ) y también la restricción por la zona de los tubos escudo ( $R_{sh}(m^2)$ ). Las ecuaciones que se utilizan son:

$$R_f(m^2) = R_b(m^2) + \frac{h_f(mm)^2}{500} * L_c(m) * \frac{N_t}{n_f(mm)}$$

$$R_b(m^2) = R_{sh}(m^2) + \frac{C(mm)}{1000} * L_c(m)$$

$$R_{sh}(m^2) = D_o(m) * N_t * L_c(m)$$

Tabla 18: Resultados del cálculo de la restricción al paso por la sección de área extendida

$R_{sh}(m^2)$	$R_b(m^2)$	$R_f(m^2)$	$A_f(m^2)$
4,98	5,54	8,09	1,90

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

La velocidad másica de los gases por la sección de los tubos aletados es:

$$G_c = 2,82 \left( \frac{kg}{s * m^2} \right)$$

Este valor se encuentra dentro del intervalo requerido por la norma.

### 7. ESQUEMA ITERATIVO DE LA ZONA CONVECTIVA

Para calcular la cantidad de tubos que se requieren para lograr el intercambio, se empieza desde la zona de los tubos escudo y se procede hacia arriba. Se propone el calor que intercambiaran de a 2 filas de tubos. Luego, se calculan las temperaturas del lado de fluido y del lado de los humos para obtener el  $\Delta T_{mt}$  ( $^{\circ}C$ ). Se calcula el coeficiente total  $U$  ( $\frac{W}{m^2}$ ) con correlaciones propuestas por la norma, y al considerar 2 filas de tubos, se conoce el área. Se calcula el calor intercambiado y se compara con el propuesto. Se itera hasta obtener el calor intercambiado por esas filas de tubos. Luego, se calcula la temperatura de los tubos para comprobar que no sea excesiva. Si cumple, se procede con las filas de tubos superiores. Si no cumple, hay que buscar un material que pueda soportar esa temperatura.

### 8. DISEÑO DE LA ZONA DE TUBOS ESCUDO

Con la geometría definida, se puede calcular el  $Q_{rs}$  (MW) cómo se explicó en el apartado 4. Si se suma el calor convectivo total y el calor radiante en los tubos escudo, se puede obtener el calor que se intercambia en toda la zona convectiva  $Q_c$  (MW):

$$Q_c \text{ (MW)} = Q_{tc} \text{ (MW)} + Q_{rs} \text{ (MW)}$$

Planteando un balance de energía en toda la zona convectiva, y sabiendo la temperatura de entrada del fluido al horno  $T_e$  ( $^{\circ}C$ ), se obtiene la temperatura que tiene el fluido cuando deja la zona convectiva  $T_{b1}$  ( $^{\circ}C$ ). El balance se presenta a continuación:

$$\Delta T_{bc} \text{ (}^{\circ}C\text{)} = \frac{Q_c \text{ (MW)} * 10^3}{C_{p \text{ fluido}} \left( \frac{kJ}{kg * ^{\circ}C} \right) * W \left( \frac{kg}{s} \right)}$$

**Tabla 19:** Cálculo de la temperatura del fluido cuando deja la zona convectiva

$Q_c$ (MW)	$C_{p \text{ fluido}} \left( \frac{kJ}{kg * ^{\circ}C} \right)$	$W \left( \frac{kg}{s} \right)$	$\Delta T_{bc}$ ( $^{\circ}C$ )	$T_e$ ( $^{\circ}C$ )	$T_{b1}$ ( $^{\circ}C$ )
2,85	2,89	41,04	24,04	331,90	355,94

El valor de la capacidad calorífica del fluido fue obtenido de la simulación.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Luego, se propone el calor convectivo que intercambiarán los tubos escudo ( $Q_{cs}$  (MW)). Al sumar el calor radiante y el convectivo se obtiene el calor que intercambian los tubos escudo  $Q_s$  (MW). Haciendo un balance de energía se obtiene el  $\Delta T_{bs}$  (°C) del fluido en los tubos, y conociendo  $T_{b1s}$  (°C) se obtiene  $T_{b2s}$  (°C) que es la temperatura del fluido cuando ingresa a los tubos escudo. En la Figura 5 más adelante se observan  $T_{b1s}$  (°C) y  $T_{b2s}$  (°C).

$$\Delta T_{bs} (\text{°C}) = \frac{Q_s (\text{MW}) * 10^3}{C_{p \text{ fluido}} \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{°C}} \right) * W \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right)}$$

Tabla 20: Cálculo de la temperatura de ingreso del fluido a los tubos escudo

$Q_{cs}$ (MW)	$Q_{rs}$ (MW)	$Q_s$ (MW)	$\Delta T_{bs}$ (°C)	$T_{b2s}$ (°C)
0,268	0,589	0,857	7,23	348,71

La ecuación para calcular el  $\Delta T_{ml}$  (°C) es:

$$\Delta T_{mls} (\text{°C}) = \frac{(T_{g1s} (\text{°C}) - T_{b1s} (\text{°C})) - (T_{g2s} (\text{°C}) - T_{b2s} (\text{°C}))}{\ln \left( \frac{(T_{g1s} (\text{°C}) - T_{b1s} (\text{°C}))}{(T_{g2s} (\text{°C}) - T_{b2s} (\text{°C}))} \right)}$$

Siendo:  $T_{g1s}$  (°C) es la temperatura de los gases en el shield wall.

$T_{g2s}$  (°C) es la temperatura de los gases que abandonan los tubos escudo.

En la Figura 5 se observan las temperaturas del fluido y de los humos.

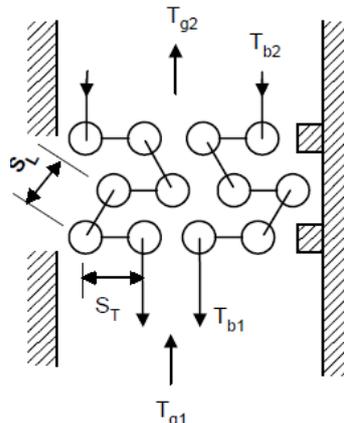


Figura 5: Esquema de la zona convectiva donde se observan las temperaturas del fluido y de los gases que atraviesan los tubos escudo.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

La temperatura  $T_{g1s} = 900(^{\circ}C)$ . La temperatura de los gases que abandona la zona de los tubos escudo se obtiene de la Figura 7B que se encuentra en la norma. En este caso  $T_{g2s} = 740^{\circ}C$ .

$$\Delta T_{ml} = 463,49^{\circ}C$$

El área de transferencia en esta zona se calcula como:

$$A (m^2) = \pi * \frac{D_o(mm)}{1000} * L_c(m) * N_t * F$$

Siendo:  $F$  el número de filas de tubos consideradas

Tabla 21: Cálculo del área de los tubos considerados.

$D_o(mm)$	$N_t$	$F$	$L_c(m)$	$A (m^2)$
168,275	8	2	3,7	31,30

Por último, se calcula el coeficiente global de transferencia como:

$$U \left( \frac{W}{m^2 * ^{\circ}C} \right) = \left( \frac{1}{h_o} + \frac{A_o}{A_i} * \frac{1}{h_i} + \frac{A_o}{A_m} * \frac{t_a}{\kappa_m} * \frac{1}{1000} \right)^{-1}$$

Donde:  $h_o \left( \frac{W}{m^2 * ^{\circ}C} \right)$  es el coeficiente de intercambio del lado gas.

$A_o \left( \frac{m^2}{m} \right)$  es el área exterior del tubo por unidad de longitud.

$A_i \left( \frac{m^2}{m} \right)$  es el área interior del tubo por unidad de longitud.

$h_i \left( \frac{W}{m^2 * ^{\circ}C} \right)$  es el coeficiente de intercambio en el fluido.

$A_m \left( \frac{m^2}{m} \right)$  es el área promedio del ancho del tubo por unidad de longitud.

$t_a (mm)$  es el ancho promedio del tubo.

$\kappa_m \left( \frac{W}{m^2 * ^{\circ}C} \right)$  es la conductividad térmica del material, que se obtiene de la Figura 16 de la sección VIII-B.

El coeficiente de transferencia del lado gas se calcula utilizando la siguiente correlación:

$$h_o \left( \frac{W}{m^2 * ^{\circ}C} \right) = 30,7 * \frac{G_{cs}^{0,067}}{D_o^{0,33}} * \left( \frac{T_g + 273}{55,6} \right)^{0,4}$$

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

Donde:  $G_{cs} \left( \frac{kg}{s \cdot m^2} \right)$  es la velocidad másica del gas en la sección del escudo.

$T_g (^{\circ}C)$  es la temperatura promedio de los gases

$$G_{cs} \left( \frac{kg}{s \cdot m^2} \right) = \frac{W_f \left( \frac{kg}{s} \right)}{A_{sh} (m^2)}$$

Donde:  $A_{sh} (m^2)$  es el área disponible para que atraviesen los humos en la sección del escudo.

$$A_{sh} (m^2) = L_c * W_c - R_{sh}$$

$$T_g (^{\circ}C) = \frac{T_{g1} (^{\circ}C) - T_{g2} (^{\circ}C)}{2}$$

Tabla 22: Cálculo del coeficiente de transferencia del lado gas.

$A_{sh} (m^2)$	$G_c \left( \frac{kg}{s \cdot m^2} \right)$	$T_g (^{\circ}C)$	$h_o \left( \frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}C} \right)$
5,00	1,07	820	18,71

Se puede observar que la velocidad másica del gas es mayor a 1  $\left( \frac{kg}{s \cdot m^2} \right)$  como exige la norma.

Si bien el coeficiente del lado fluido se debería calcular teniendo en cuenta la vaporización, como es menor al 5% y la resistencia controlante se encuentra del lado gas se calcula considerando que todo el fluido está líquido. Se utiliza la siguiente correlación:

$$h_i \left( \frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}C} \right) = 0,023 * Re^{0,8} * Pr^{0,4} * \frac{\kappa}{D}$$

Tabla 23: Cálculo del coeficiente del fluido pasando por la zona del escudo

$\rho \left( \frac{kg}{m^3} \right)$	$\mu (cP)$	$C_p \left( \frac{kJ}{kg \cdot ^{\circ}C} \right)$	$\kappa \left( \frac{W}{m \cdot ^{\circ}C} \right)$	$h_i \left( \frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}C} \right)$
750,9	0,4529	2,969	0,1116	2257,5

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Por lo tanto, el coeficiente global de transferencia de la zona del escudo es:

Tabla 24: Cálculo del calor convectivo calculado.

$A_m (\frac{m^2}{m})$	$t_a (mm)$	$T_m (°C)$	$\kappa_m (\frac{W}{m * °C})$	$U_s (\frac{W}{m^2 * °C})$	$Q_{cs} \text{ calculado (MW)}$
0,51	7,11	370	30	18,45	0,2676

La diferencia entre el calor propuesto y el calculado es 0,0004MW.

Se procede a calcular la temperatura del metal  $T_m (°C)$  para comprobar que sea similar a la propuesta.

$$T_m (°C) = T_{b1} (°C) + \Delta T_m (°C) + \Delta T_f (°C)$$

Donde:  $T_{b1} (°C)$  es la temperatura máxima en el seno de la fase fluida.

$\Delta T_m (°C)$  es el incremento de la temperatura en el tubo.

$\Delta T_f (°C)$  es el incremento de la temperatura en el fluido.

Para calcular los incrementos de temperatura en el tubo y en el fluido se utilizan las siguientes formulas:

$$\Delta T_m (°C) = (U' * (T_{bw} - T_{b1}) + \phi_s) * \frac{A_o}{A_m} * \frac{t_a}{\kappa_m * 1000}$$

$$\Delta T_f (°C) = (U' * (T_{bw} - T_{b1}) + \phi_s) * \frac{A_o}{A_i} * \frac{1}{h_i}$$

El coeficiente global  $U'_s (\frac{W}{m^2 * °C})$  tiene algunas modificaciones:

$$U'_s (\frac{W}{m^2 * °C}) = (\frac{1}{1,5 * h_o} + \frac{A_o}{A_i} * \frac{1}{h_i} + \frac{A_o}{A_m} * \frac{t_a}{\kappa_m} * \frac{1}{1000} + f_e)^{-1}$$

La primera es el factor 1,5 multiplicando al coeficiente del lado gas y la segunda es que se le sumo el fouling generado en el exterior de los tubos. Considerando que se forma una capa de 6 mm de coque a una temperatura de 500°C la resistencia de ensuciamiento será

$f_e = 0,0012 \frac{°C * m^2}{W}$ . A continuación, se muestran los resultados en la Tabla 25:

Tabla 25: Cálculo de la temperatura máxima en el metal.

$U'_s (\frac{W}{m^2 * °C})$	$T_{b1} (°C)$	$\Delta T_m (°C)$	$\Delta T_f (°C)$	$T_m (°C)$
26,61	355,94	3,77	7,01	366,72

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

En primer lugar, el material utilizado soporta hasta 650°C por lo que es correcto su uso, si bien se podría haber utilizado acero al carbono, la norma exige que se utilice el mismo material que el de los tubos radiantes. Y, en segundo lugar, si bien el cálculo difiere por aproximadamente 3°C, al leer el valor de  $\kappa_m \left( \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$  de un gráfico no se puede tener tanta precisión. Se da por finalizada la iteración de los tubos escudo.

### 9. DISEÑO DE LA ZONA DE TUBOS “BARE”

Se procede a iterar en la zona de tubos bare. Aunque el esquema de iteración es igual en todas las zonas de tubos convectivos, algunas correlaciones cambian. Solo se agregarán esos cambios. En la Tabla 26 se encuentran los valores de temperaturas obtenidos a partir del balance de energía de la sección de tubos bare. Se utilizan los mismos subíndices 1 y 2 de la Figura 5 pero con el subíndice b que indica que se trata de la sección bare. Para que se cumpla la continuidad en la temperatura:  $T_{b1b} (^\circ C) = T_{b2s} (^\circ C)$  y  $T_{g1b} (^\circ C) = T_{g2s} (^\circ C)$ .

Tabla 26: Cálculo de la temperatura media logarítmica para la zona bare.

$Q_{c\ bare} (MW)$	$\Delta T_{b\ bare} (^\circ C)$	$T_{b1b} (^\circ C)$	$T_{b2b} (^\circ C)$	$T_{g1b} (^\circ C)$	$T_{g2b} (^\circ C)$	$\Delta T_{mlb} (^\circ C)$
0,415	3,50	348,71	345,20	740	660	351,66

El área de transferencia es igual a la sección de los tubos escudo debido a que también se utilizan 2 filas de tubos en esta sección:  $A = 31,30\ m^2$ .

El cálculo del coeficiente global de transferencia es igual que para el caso de la sección de los tubos escudo con la excepción de que el coeficiente  $h_o \left( \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$  es diferente. La ecuación para calcularlo se encuentra a continuación:

$$h_o \left( \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right) = 30,7 * \frac{G_{cb}^{0,067}}{D_o^{0,33}} * \left( \frac{T_g + 273}{55,6} \right)^{0,4} + F_1 * F_2$$

Donde:  $F_1$  es un factor de temperatura que se obtiene de la Figura 3 de la sección VIII-C.

$F_2$  es un factor característico de la sección convectiva y para obtener el valor de este se deben utilizar las Figuras 4 y 5 de la sección VIII-C.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

La velocidad másica de los gases en esta sección es distinta que la de la sección de los tubos escudo debido a que se agrega el corbelling.

$$G_{cb} \left( \frac{kg}{s * m^2} \right) = \frac{W_f \left( \frac{kg}{s} \right)}{A_b (m^2)}$$

$$A_b (m^2) = L_c * W_c - R_b$$

Tabla 27: Cálculo del coeficiente individual del lado de los humos.

$A_b (m^2)$	$G_{cb} \left( \frac{kg}{s * m^2} \right)$	$T_g (°C)$	$F_1$	$F_2$	$h_o \left( \frac{W}{m^2 * °C} \right)$
4,45	1,21	700	1,3	16	38,80

En esta zona todo el fluido está líquido, los datos para calcular el coeficiente individual se encuentran a continuación:

Tabla 28: Cálculo del coeficiente individual del lado fluido.

$\rho \left( \frac{kg}{m^3} \right)$	$\mu (cP)$	$C_p \left( \frac{kJ}{kg * °C} \right)$	$\kappa \left( \frac{W}{m * °C} \right)$	$h_i \left( \frac{W}{m^2 * °C} \right)$
760	0,4984	2,934	0,1154	2206,3

El cálculo del coeficiente global de intercambio de la zona de tubos bare se encuentra en la Tabla 29:

Tabla 29: Cálculo del coeficiente global de la zona de tubos bare.

$A_m \left( \frac{m^2}{m} \right)$	$t_a (mm)$	$T_m (°C)$	$\kappa_m \left( \frac{W}{m * °C} \right)$	$U_b \left( \frac{W}{m^2 * °C} \right)$	$Q_{cb} \text{ calculado } (MW)$
0,51	7,112	370	43	37,82	0,416

El valor de  $\kappa_m$  corresponde a utilizar acero al carbono. Más adelante, al calcular la temperatura real máxima que soportará el material se comprobará si es posible utilizar acero al carbono.

Se procede a calcular la temperatura del metal  $T_m (°C)$  para comprobar que sea similar a la propuesta y que por lo tanto el material resista. En este caso, la forma de calcular el incremento de la temperatura en el fluido y en el tubo se encuentran a continuación:

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

$$\Delta T_m(^{\circ}C) = U'_b * (T_{g1b} - T_{b1b}) * \frac{A_o}{A_m} * \frac{t_a}{\kappa_m * 1000}$$

$$\Delta T_f(^{\circ}C) = U'_b * (T_{g1b} - T_{b1b}) * \frac{A_o}{A_i} * \frac{1}{h_i}$$

El coeficiente global  $U'_b (\frac{W}{m^2 * ^{\circ}C})$  se calcula como el de la sección de tubos escudo.

Tabla 30: Cálculo de la temperatura máxima en el metal de la zona bare.

$U'_b (\frac{W}{m^2 * ^{\circ}C})$	$T_{b1b} (^{\circ}C)$	$\Delta T_{mb} (^{\circ}C)$	$\Delta T_{fb} (^{\circ}C)$	$T_{mb} (^{\circ}C)$
52,49	348,71	3,55	10,17	362,43

La temperatura no supera los 455°C por lo tanto es correcto utilizar acero al carbono.

**10.DISEÑO DE LA ZONA DE TUBOS CON SUPERFICIE EXTENDIDA**

Se procede a iterar en la zona de tubos aletados. Se utiliza el esquema de iteración propuesto, obteniendo del balance de energía las temperaturas en la zona. Se utilizan los mismos subíndices 1 y 2 de la Figura 5 pero con el subíndice f que indica que se trata de la sección de finned tubes. Para que se cumpla la continuidad en la temperatura:

$$T_{b1f} (^{\circ}C) = T_{b2b} (^{\circ}C) \text{ y } T_{g1f} (^{\circ}C) = T_{g2b} (^{\circ}C).$$

Tabla 31: Cálculo de la temperatura media logarítmica para la zona con tubos aletados.

$Q_{cf} (MW)$	$\Delta T_{bf} (^{\circ}C)$	$T_{b1f} (^{\circ}C)$	$T_{b2f} (^{\circ}C)$	$T_{g1f} (^{\circ}C)$	$T_{g2f} (^{\circ}C)$	$\Delta T_{mlf} (^{\circ}C)$
1,575	13,29	345,20	331,91	660	355	111,66

El área de transferencia de esta sección cambia debido a la superficie extendida que se agrega, las ecuaciones para calcularla se encuentran a continuación:

$$A_f(m^2) = A_o (\frac{m^2}{m}) * L_c(m) * N_t * F$$

Y para calcular  $A_o$  se utiliza la siguiente expresión:

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

$$A_o \left( \frac{m^2}{m} \right) = \frac{3,14}{1000} * D_o * \left( 1 - \frac{t_f}{n_f} \right) + \frac{1,57}{1000 * n_f} * (D_f^2 - D_o^2 + 2 * D_f * t_f)$$

Tabla 32: Cálculo del área de transferencia de la sección de tubos aletados.

$A_e \left( \frac{m^2}{m} \right)$	$A_b \left( \frac{m^2}{m} \right)$	$A_o \left( \frac{m^2}{m} \right)$	$N_t$	$F$	$A_f(m^2)$
2,85	0,36	3,21	8	7	665,24

El cálculo del coeficiente global de transferencia es igual que para los casos anteriores con la excepción de que el coeficiente  $h_o \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right)$  no se calcula igual. La ecuación para calcularlo se encuentra a continuación:

$$h_o \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right) = h_e \left( \frac{E * A_e + A_b}{A_o} \right)$$

Siendo:  $h_e \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right)$  el coeficiente individual de transferencia para el lado humos en la superficie extendida.

$E$  el factor de eficiencia de la superficie extendida que se obtiene de la Figura 8 en la sección VIII-C.

$$h_e \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right) = 40,7 * \frac{G_c f^{0,55}}{D_o^{0,45}} * \left( \frac{T_{g f} + 273}{55,6} \right)^{0,48}$$

La velocidad másica de los gases en esta sección es distinta que la de las secciones anteriores debido a que en esta sección se agrega la superficie extendida. Las fórmulas necesarias para calcularla son:

$$G_c f \left( \frac{kg}{s * m^2} \right) = \frac{W_f \left( \frac{kg}{s} \right)}{A_f(m^2)}$$

$$A_f(m^2) = L_c * W_c - R_f$$

Tabla 33: Cálculo del coeficiente individual del lado de los humos.

$E$	$A_f(m^2)$	$G_c f \left( \frac{kg}{s * m^2} \right)$	$T_{g f} (^{\circ}C)$	$h_e \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right)$	$h_o \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right)$
0,94	1,90	2,82	507,5	25,50	24,14

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

En esta zona todo el fluido está líquido, los datos para calcular el coeficiente se encuentran a continuación:

Tabla 34: Cálculo del coeficiente individual del lado fluido.

$\rho \left(\frac{kg}{m^3}\right)$	$\mu (cP)$	$C_p \left(\frac{kJ}{kg * ^\circ C}\right)$	$\kappa \left(\frac{W}{m * ^\circ C}\right)$	$h_i \left(\frac{W}{m^2 * ^\circ C}\right)$
760	0,4984	2,934	0,1154	2206,3

Las propiedades del fluido no varían considerablemente por lo tanto se utilizaron las de la sección bare.

El cálculo del coeficiente global de intercambio de la zona de tubos aletados se encuentra en la Tabla 35:

Tabla 35: Cálculo del coeficiente global de la zona de tubos aletados.

$A_m \left(\frac{m^2}{m}\right)$	$t_a (mm)$	$T_{m f} (^\circ C)$	$\kappa_{m f} \left(\frac{W}{m * ^\circ C}\right)$	$U_f \left(\frac{W}{m^2 * ^\circ C}\right)$	$Q_{cf} \text{ calculado } (MW)$
0,51	7,112	390	44,5	22,00	1,63

Al igual que en la sección de tubos bare, el valor de  $\kappa_m$  corresponde a utilizar acero al carbono.

Se procede a calcular la temperatura del metal  $T_{m f}(^\circ C)$  para comprobar que sea similar a la propuesta y que por lo tanto el material resista. La fórmula utilizada para calcular el coeficiente global para esta zona difiere de la anterior presentada, por lo que se encuentra a continuación:

$$U_f \left(\frac{W}{m^2 * ^\circ C}\right) = \left(\frac{1}{h'_o} + \frac{A_o}{A_i} * \frac{1}{h_i} + \frac{A_o}{A_m} * \frac{t_a}{\kappa_m * 1000}\right)^{-1}$$

El coeficiente individual corregido  $h'_o$  se calcula como:

$$h'_o \left(\frac{W}{m^2 * ^\circ C}\right) = h_e * f_m * \left(\frac{E' * A_e + A_b}{A_o}\right)$$

Siendo:  $f_m$  el factor que corrige la mala distribución de calor debido a la superficie extendida.

$E'$  el factor de eficiencia de la superficie extendida que se obtiene de la Figura 8 en la sección VIII-C.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Tabla 36: Cálculo de la temperatura máxima en el metal de la zona de tubos aletados.

$h'_o \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right)$	$U'_f \left( \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right)$	$T_{b1f} (^{\circ}C)$	$\Delta T_{mf} (^{\circ}C)$	$\Delta T_{ff} (^{\circ}C)$	$T_{mf} (^{\circ}C)$
36,55	31,87	345,20	10,17	30,16	385,54

La temperatura del tubo de metal no supera los 455°C, esto indica que los tubos pueden ser de acero al carbono.

Sin embargo, en esta zona lo que es crítico es la temperatura de la punta de las aletas  $T_t (^{\circ}C)$  que es la que tendrá mayor temperatura, por lo tanto, se procede a calcularla:

$$T_t (^{\circ}C) = T_{g1} - E'' * (T_{g1} - T_m)$$

Siendo:  $E''$  el factor local que corrige la mala distribución de calor debido a la superficie extendida basado en  $h'_e$ , que se obtiene de la Figura 9 en la sección VIII-C.

Tabla 37: Cálculo de la temperatura máxima en la punta de las aletas.

$T_{g1} (^{\circ}C)$	$E''$	$T_t (^{\circ}C)$
660	0,88	418,47

Como la temperatura de la punta de las aletas no supera 455°C, se puede utilizar acero al carbono para toda esta zona, tanto para los tubos como para las aletas.

### 11. SELECCIÓN DE QUEMADORES

En este apartado se decidirá el tipo de quemador y la cantidad de quemadores necesaria para el correcto funcionamiento del horno. Un solo quemador no es aconsejable debido a que en el caso de que requiera mantenimiento, el horno deberá salir de funcionamiento. Dos quemadores tampoco, porque producen patrones asimétricos de flujo de calor y esto implica una operación pobre del equipo. Por lo tanto, se utilizarán como mínimo 3 quemadores que serán dispuestos en una circunferencia dentro del horno.

El tipo de quemador requerido dependerá del combustible que se va a quemar, del calor total requerido, de las limitaciones ambientales y del tipo de servicio. A continuación, en la Tabla 31 se encuentran las recomendaciones para un horno de proceso.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

Tabla 38: Tipo de quemador recomendado para un horno de proceso.

FUEL	HEATER DUTY FIRED MBtu/hr (MW)	RECOMMENDED BURNER TYPE
Gas	All	Natural-Draft Raw Gas (Preferred) or Premix
Liquid or Combination	< 50 (15)	Natural-Draft
Liquid or Combination	50 - 100 (15 - 30)	Forced-Draft or Natural-Draft
Liquid or Combination	> 100 (30)	Forced-Draft

En este caso se empleará combustible gaseoso por lo que se utilizarán quemadores de tiro natural.

El sobrediseño del quemador depende de la cantidad de quemadores que se utilicen en el horno.

Tabla 39: Porcentaje de sobrediseño de los quemadores.

	% OF NORMAL DESIGN CAPACITY
Up to 5 burners	110
6 or more burners	105

Debido a que se utilizarán menos de 5 quemadores, el porcentaje de sobrediseño será 10%. De esta forma, el calor total que deberán intercambiar los quemadores es:

$$Q_{q \text{ total}} = 1,1 * 9,29 \text{ MW} = 10,22 \text{ MW}$$

Si se utilizan 4 quemadores, cada uno deberá entregar  $Q_q = 2,56 \text{ MW}$ , es decir  $8,71 \text{ MMBtu/h}$  cada uno.

Se utilizará la guía de selección que propone la norma. En especial los que son manufacturados por John-Zink:

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Tabla 40: Modelo de quemador manufacturado por John-Zink recomendado según tipo de servicio y tipo de combustible.

MANUFACTURER	MODEL	FUEL	COMMENTS
<b>PROCESS HEATERS - NATURAL DRAFT</b>			
John Zink	VYD	Fuel Gas Only	
	MA	Liquid or Gas	
	LNC	Liquid or Gas	Utilizes staged air to minimize NO <sub>x</sub> production.
	SFG	Fuel Gas Only	Utilizes staged fuel gas to minimize NO <sub>x</sub> production (incompatible with future installation of external flue gas recirculation).
	SFR	Fuel Gas Only	Similar to SFG, but intended for the addition of external flue gas recirculation.
	SMR	Fuel Gas Only	Utilizes staged fuel plus internal flue gas recirculation to minimize NO <sub>x</sub> production.
	DFR	Fuel Gas Only	Basically, a modified VYD with staged-fuel centrally-located fuel gas gun for modest NO <sub>x</sub> reduction.
	EFX	Low Btu Gas	Designed to fire low calorific gas with liquid and/or gas as support fuel(s).
	QMR	Fuel Gas Only	Utilizes staged fuel plus internal flue gas recirculation producing better NO <sub>x</sub> reduction than SMR.
	LM 300	Fuel Gas Only	Utilizes staged (three) fuel plus internal flue gas recirculation producing better NO <sub>x</sub> reduction than QMR.

Como se mencionó anteriormente, se diseñan los quemadores para operar con combustible gaseoso, un excedente del 15% de aire y tiro natural. Se optó por quemadores que cuentan con un sistema de reducción de emisión de *NO<sub>x</sub>*. La serie que se utilizará es LNC, en la Figura 6 se muestra una imagen de los quemadores de esta serie.

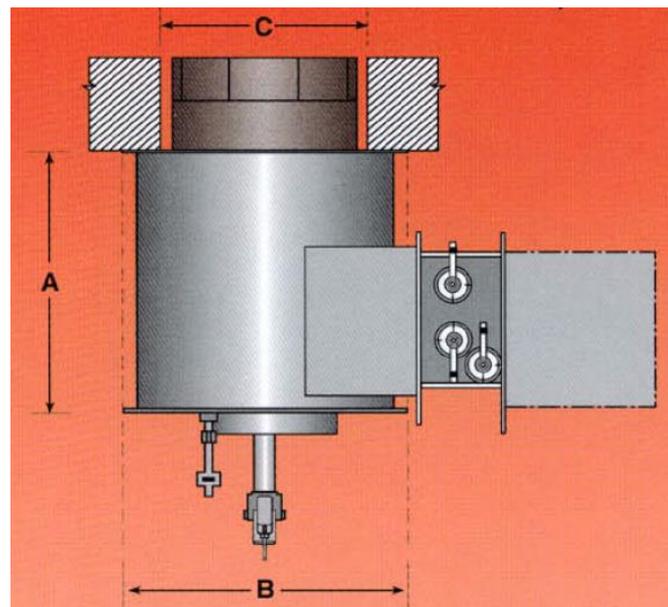


Figura 6: Esquema de un quemador de la serie LNC de John Zink Hamworthy. Las dimensiones A, B y C varían según el modelo del quemador (ver Figura 9).

Fuente: Catálogo LNC Series Burner, John Zink Hamworthy.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

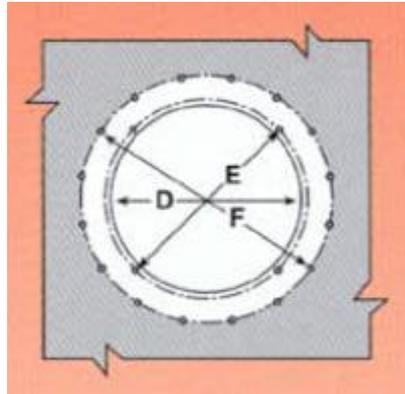


Figura 7: Vista superior del quemador. Se observan las dimensiones D, E y F que varían dependiendo del modelo del quemador.

Fuente: Catálogo LNC Series Burner, John Zink Hamworthy

La serie LNC tiene distintos modelos de quemadores dependiendo del calor que pueden entregar y de la caída de presión que aportan al sistema. A continuación, se presentan los distintos modelos.

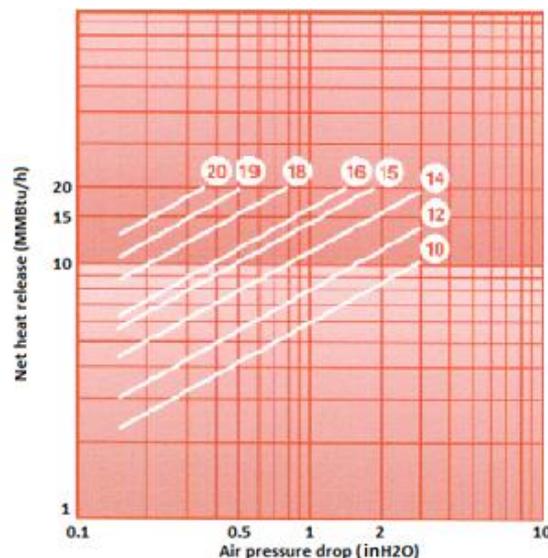


Figura 8: Caída de presión y calor liberado por modelo de quemador de la serie LNC de John Zink Hamworthy.

Fuente: Catálogo LNC Series Burner, John Zink Hamworthy.

Las dimensiones del quemador dependen de cada modelo. En el catálogo se encuentran estas dimensiones que son requeridas para poder calcular la distancia que debe separarse un quemador de otro.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

MODEL LNC		Millimeters					
		A	B	C	D	E	F
Burner Sizes	10	654	800	540	540	578	762
	12	654	800	540	540	578	762
	14	730	813	578	578	616	775
	15	781	864	625	625	667	826
	16	832	864	632	632	673	826
	18	883	927	692	692	730	914
	19	940	991	752	752	794	953
	20	1022	991	762	762	800	953

Figura 9: Dimensiones de cada modelo de quemador de la serie LNC de John Zink.

Fuente: Catálogo LNC Series Burner, John Zink Hamworthy.

Se opta por utilizar el modelo 16 debido a que, cumple con la cantidad de calor que tiene que entregar cada quemador y, a su vez tiene menor pérdida de carga que los demás modelos para esa condición. Esto implica que la chimenea será más corta.

Se procede a calcular la distancia mínima entre cada quemador. Primero se calculará la distancia física mínima que se calcula como:

$$D_{\text{mín física}} = B \text{ (mm)} + 25,4\text{mm}$$

Siendo  $B = 864\text{mm}$  para el modelo considerado,  $D_{\text{mín física}} = 889,4 \text{ mm}$ .

En segundo lugar, se calcula la distancia mínima requerida para que pueda fluir el aire  $D_{\text{mín aire}} \text{ (mm)}$ . La expresión para calcularla se encuentra a continuación:

$$D_{\text{mín aire}} = C \text{ (mm)} + DR \text{ (mm)}$$

Siendo:  $DR \text{ (mm)}$  la distancia requerida entre registros.

$$DR \text{ (mm)} = \frac{ARQ \text{ (m}^2\text{)} * 10^6}{D \text{ (mm)}}$$

Siendo:  $ARQ \text{ (m}^2\text{)}$  área requerida entre quemadores.

$D \text{ (mm)}$  dimensión del quemador, en la Figura 7 se observa y el valor se obtiene de la Figura 9. En este caso es 632mm.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Para calcular el área requerida entre quemadores:

$$ARQ(m^2) = \frac{F_{aire} \left(\frac{m^3}{s}\right)}{v_{m\acute{a}x\ aire} \left(\frac{m}{s}\right)}$$

Siendo:  $F_{aire} \left(\frac{m^3}{s}\right)$  el flujo de aire.

$v_{m\acute{a}x\ aire} \left(\frac{m}{s}\right)$  la velocidad máxima del aire.

El flujo de aire se puede calcular utilizando la siguiente ecuación:

$$F_{aire} \left(\frac{m^3}{s}\right) = f_c * Q_q(MW) * 0,28 \frac{m^3}{s} * \left(1 + \frac{15}{100}\right)$$

Siendo:  $f_c$  el factor que modela la fracción de flujo de aire hacia el quemador, que se obtiene de la Tabla 41 dependiendo del número de quemadores que se utilicen.

$Q_q (MW)$  es el calor que entrega cada quemador.

Tabla 41: Factor que modela la fracción de flujo de aire hacia el quemador ( $f_c$ ).

Number of burners in circle	3	4	5	6	8	10	12	18	Straight row
Fraction of total air flow passing to back side (outer peripheral air entry)	0.17	0.25	0.30	0.33	0.38	0.40	0.42	0.45	0.50

La velocidad máxima de aire que pasa por el quemador se obtiene de la Figura 10. Para ello hay que usar el 10% de la pérdida de presión en el quemador.

Para obtener la caída de presión en el quemador se utiliza la Figura 8. En este caso es *0,3 in de agua*, es decir, *0,075 kPa*. Por lo tanto, para ingresar al gráfico se utiliza *0,0075 kPa*.

La velocidad máxima que se obtiene es:  $v_{m\acute{a}x\ aire} = 3,7 \left(\frac{m}{s}\right)$ .

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

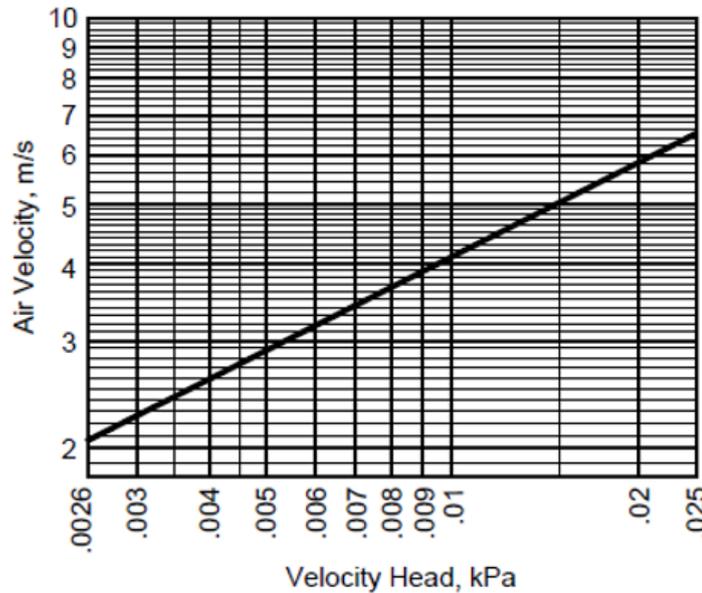


Figura 10: Velocidad máxima del aire en función del 10% de la pérdida de carga del quemador. (Corresponde con la Figura 14, sección VIII-F de la norma Exxon.)

Tabla 42: Distancia mínima requerida para que pase el aire a los quemadores.

$Q_g (MW)$	$f_c$	$F_{aire} \left(\frac{m^3}{s}\right)$	$v_{m\acute{a}x\ aire} \left(\frac{m}{s}\right)$	$ARQ (m^2)$	$D (mm)$	$DR (mm)$	$C (mm)$	$D_{m\acute{i}n\ aire} (mm)$
2,56	0,2 5	0,21	3,7	0,05556	632	87,92	632	719,92

De ambos cálculos se puede observar que la distancia que es crítica es la de la separación física de los quemadores y es la que se utilizará para calcular la circunferencia mínima que es requerida. El diámetro de la circunferencia de los quemadores es de 1257,8 mm.

Tabla 43: Distancias mínimas entre quemadores y los demás elementos del horno. Las medidas son para quemadores de bajo  $NO_x$ .

		DISTANCE IN ft (mm)			
Maximum Heat Release Per Burner MBtu/hr (MW)		A Burner Exit to Centerline of Roof Tubes or Refractory (Vertical Firing Only)	B Burner Centerline to Centerline of Tubes	C Burner Centerline to Unshielded Refractory	D Between Opposing Burners (Horizontal Firing Only)
OIL	4 (1.2)	12 ft (3650 mm)	3 ft, 3 in. (1000 mm)	2 ft, 0 in. (600 mm)	16 ft (4900 mm)
	6 (1.8)	16 ft (4900 mm)	3 ft, 9 in. (1150 mm)	2 ft, 6 in. (800 mm)	22 ft (6700 mm)
	8 (2.3)	20 ft (6100 mm)	4 ft, 3 in. (1300 mm)	3 ft, 0 in. (900 mm)	28 ft (8550 mm)
	10 (2.9)	24 ft (7300 mm)	4 ft, 9 in. (1450 mm)	3 ft, 6 in. (1100 mm)	32 ft (9800 mm)
	12 (3.5)	28 ft (8550 mm)	5 ft, 3 in. (1600 mm)	4 ft, 0 in. (1250 mm)	36 ft (11000 mm)
GAS (*)	2 (0.6)	9 ft, 1 in. (2800 mm)	2 ft, 3 in. (700 mm)	1 ft, 6 in. (500 mm)	12 ft (3650 mm)
	4 (1.2)	13 ft, 0 in. (3950 mm)	2 ft, 9 in. (850 mm)	2 ft, 0 in. (600 mm)	18 ft (5500 mm)
	6 (1.8)	16 ft, 11 in. (5150 mm)	3 ft, 3 in. (1000 mm)	2 ft, 6 in. (800 mm)	24 ft (7300 mm)
	8 (2.3)	20 ft, 9 in. (6350 mm)	3 ft, 9 in. (1150 mm)	3 ft, 0 in. (900 mm)	30 ft (9150 mm)
	10 (2.9)	24 ft, 8 in. (7500 mm)	4 ft, 3 in. (1300 mm)	3 ft, 6 in. (1100 mm)	36 ft (11000 mm)
	12 (3.5)	28 ft, 7 in. (8700 mm)	4 ft, 9 in. (1450 mm)	4 ft, 0 in. (1250 mm)	39 ft (11900 mm)

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

De la Tabla 43, se utiliza la distancia B para calcular cual será el diámetro de la circunferencia de los tubos para cumplir con los requerimientos mínimos de los quemadores. Se tomará el valor correspondiente a quemadores que entreguen  $2,9 MW$ , es decir  $1300 mm$ . El cálculo se encuentra a continuación:

$$D_{t quemadores}(mm) = 1257,8 mm + 2 * 1300 mm = 3857,8mm$$

El valor obtenido es menor a  $4610 mm$  que es el valor de  $D_t(mm)$  calculado a partir del intercambio en la cámara radiante en la sección 4. Por lo que la distancia mínima requerida por los quemadores no es la limitante para determinar el diámetro de la sección radiante.

Lo mismo sucede con la distancia mínima C. El diámetro de la cámara radiante no queda delimitado por la misma.

Luego, se utiliza también la distancia A de la Tabla 43 que es  $7500mm$  que corresponde a la distancia mínima entre el final del quemador y los tubos del techo del horno, es decir que la cámara radiante debe tener al menos esta medida más el alto del quemador. En este caso el alto del quemador es  $832 mm$ . La altura mínima entonces es:  $8332 mm$ . En la sección 4 se calculó el alto de la cámara radiante y se obtuvo que medía  $9,83 m$ , es decir que esta altura mínima también se encuentra satisfecha.

### 12. DISEÑO DE LA CHIMENEA

El objetivo de la chimenea es crear el tiraje necesario para que los humos de combustión puedan fluir correctamente a través de todo el horno. Además, en este caso como los quemadores son de tiro natural, si no alcanzara con el tiraje de la cámara radiante, el diseño de la chimenea deberá proveer lo que le falte a la cámara radiante para que los quemadores operen de forma adecuada.

Las variables más importantes a la hora del diseño de la chimenea son la altura de la misma y la velocidad de salida de los gases.

Existen dos tipos de chimenea dependiendo del alto de las mismas. Por un lado, las chimeneas que se montan sobre el horno (siempre son de acero), y por otro lado las chimeneas que se montan sobre la tierra (pueden ser de acero o de concreto). Si la chimenea tiene más de  $60 m$ , se montará sobre la tierra; si tiene menos de  $60 m$  puede ir montada sobre el horno.

El diseño de la chimenea es un proceso iterativo debido a que, para calcular la temperatura de salida de los gases, se requiere la altura de esta. Se mostrarán solo los resultados obtenidos en la última iteración.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

El primer paso para diseñar la chimenea consiste en calcular el diámetro de la misma. Para ello se debe calcular la densidad de los humos ( $\rho \left( \frac{kg}{m^3} \right)$ ). La fórmula que se presenta a continuación sirve para calcular la densidad en zonas donde la elevación con respecto al nivel del mar es menor a 300 m.

$$\rho \left( \frac{kg}{m^3} \right) = \frac{351}{T_g + 273} * \frac{M_g}{M_a}$$

Siendo:  $M_g \left( \frac{kg}{kgmol} \right)$  el peso molecular de los gases.

$M_a \left( \frac{kg}{kgmol} \right)$  el peso molecular del aire.

El peso molecular de los gases y del aire se considerará constante e igual a 28,84  $\left( \frac{kg}{kgmol} \right)$ .

El área transversal requerida se calcula como:

$$A (m^2) = \frac{W_f / \rho}{v_{recomendada}}$$

La velocidad recomendada se obtiene de la norma. Luego con el área requerida se puede calcular el diámetro interno de la sección:

$$D_s(m) = \sqrt{\frac{4}{\pi} * A}$$

**Tabla 44:** Cálculo del diámetro de la chimenea.

$T_g (^{\circ}C)$	$\rho \left( \frac{kg}{m^3} \right)$	$W_f \left( \frac{kg}{s} \right)$	$v_{recomendada} \left( \frac{m}{s} \right)$	$A (m^2)$	$D_s(m)$
355	0,559	5,38	7,6	1,27	1,27

En este caso  $T_g (^{\circ}C) = T_s (^{\circ}C)$  debido a que se está considerando la temperatura de entrada de los gases a la chimenea.

El segundo paso consiste en calcular la temperatura de salida de los gases. La misma será necesaria más adelante para poder calcular la densidad del gas a la salida de la chimenea. La chimenea utilizada no tendrá aislación. Se propone una altura de  $H_s = 13,8 m$ .

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

De la Figura 11 se obtiene  $\Delta T_u = 160 \left( \frac{^{\circ}C}{100m} \right)$ . Para ello se utiliza el diámetro interno de la chimenea calculado previamente y la diferencia entre la temperatura de stack y la temperatura ambiente.

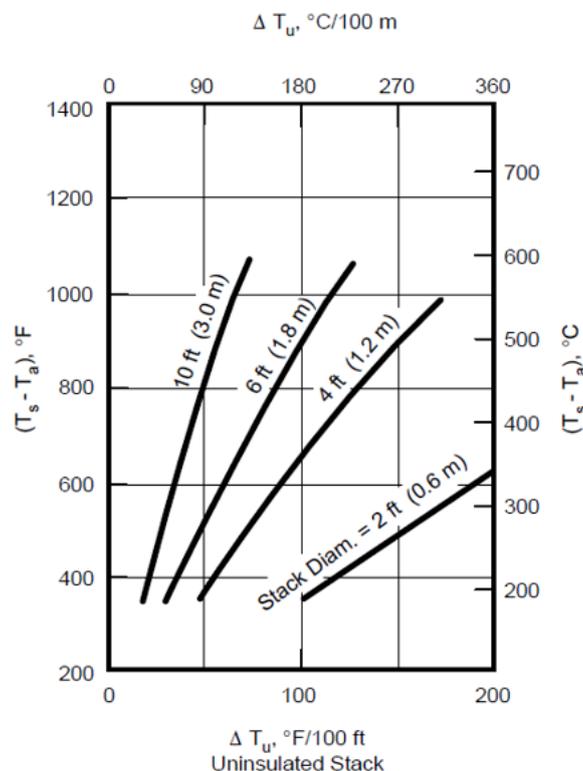
$$T_s(^{\circ}C) - T_a(^{\circ}C) = 355^{\circ}C - 38^{\circ}C = 317^{\circ}C$$

Luego, se procede a calcular la diferencia de temperatura que ocurre en la chimenea  $\Delta T_s(^{\circ}C)$ :

$$\Delta T_s(^{\circ}C) = C_{vs} * C_{vw} * \Delta T_u \left( \frac{^{\circ}C}{100m} \right) * H_s(m)$$

Siendo:  $C_{vs}$  es el factor que corrige la velocidad en la chimenea. Se obtiene de la Tabla 44.

$C_{vw}$  es el factor que corrige la velocidad del viento. Se obtiene de la Tabla 44.



**Figura 11:** Disminución de temperatura en la chimenea sin corregir, con respecto al diámetro de esta. El gráfico corresponde a una chimenea sin aislación.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Tabla 44: Factores de corrección de la velocidad del gas dentro de la chimenea y de la velocidad del viento.

Velocity Type		Correction Factors	
		Uninsulated Stack	Insulated Stack
Stack Gas Velocity		$C_{vs}$	$C_{vs}$
ft/sec	(m/s)		
15	4.6	1.2	1.4
25	7.6	1.0	1.0
45	13.7	0.75	0.65
Wind Velocity		$C_{vw}$	$C_{vw}$
miles/hr	(km/h)		
0	0	0.85	0.9
10	16	1.0	1.0
20	32	1.1	1.05

Para el cálculo de la diferencia de temperatura dentro de la chimenea se utilizaron los factores de la Tabla 44. Para obtener el coeficiente que corrige la velocidad del viento se interpoló de la tabla utilizando la velocidad del viento en Bahía Blanca que es *22 km/h*.

Tabla 45: Cálculo de la temperatura de salida de los gases de combustión.

$\Delta T_u \left( \frac{^{\circ}C}{100 m} \right)$	$H_s (m)$	$C_{vs}$	$C_{vw}$	$\Delta T_s (^{\circ}C)$	$T_s (^{\circ}C)$
160	13,80	1,00	1,04	22,91	332,09

Para calcular la altura que requiere la chimenea para comparar con la propuesta, primero hay que calcular las caídas de presión que ocurren en el horno y también, las ganancias de presión debido a la diferencia de densidad de los humos dentro del horno y del aire exterior. En la Figura 12 se encuentran las pérdidas y las ganancias de presión que ocurren en cada zona del horno.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

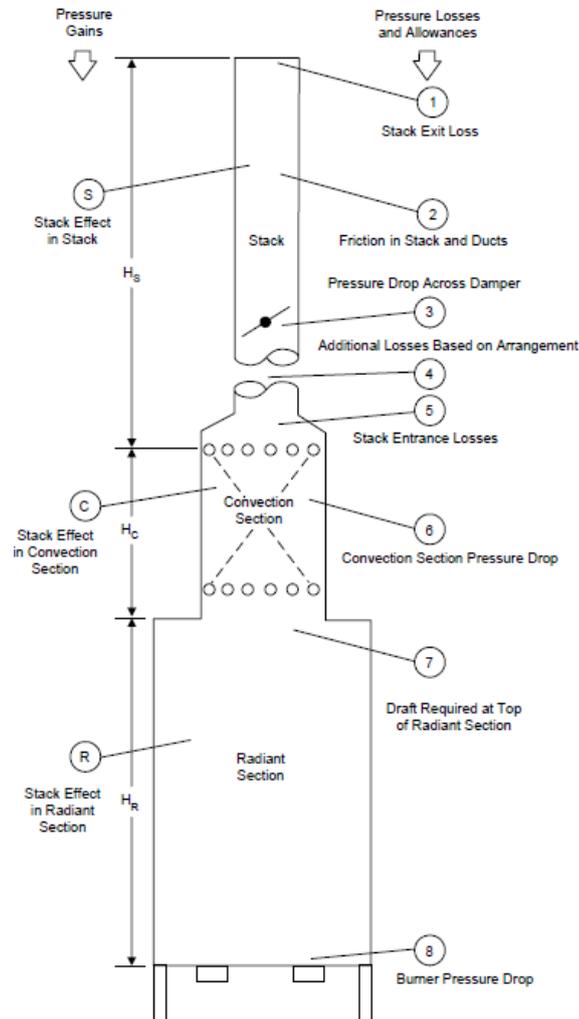


Figura 12: Esquema del horno con la caída de presión de cada zona y también con las zonas donde se “gana” presión.

Se detallan todas las ecuaciones para calcular las pérdidas de carga en el horno. En la Figura 12 se encuentra discriminada cada zona y el subíndice de las caídas de presión corresponde a cada zona marcada en el esquema.

Caída de presión debido a la salida de la chimenea:

$$\Delta P_1 = 0,176 * \left( \frac{v_1^2}{T_g + 273} \right) = 0,176 * \left( \frac{7,6^2}{336,19 + 273} \right) = 0,0169 \text{ kPa.}$$

Donde:  $T_g(^{\circ}C)$  la temperatura de salida de los gases.

$v_1(\frac{m}{s})$  es la velocidad de los gases a la salida de la chimenea.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Caída de presión debido a la fricción en la chimenea:

$$\Delta P_2 = 3,24 * 10^{12} * \left( \frac{f * H_s * W^2}{\rho * D^5} \right) = 3,24 * 10^{12} * \left( \frac{0,004 * 15,1 * 5,49^2}{0,570 * 1270^5} \right) = 0,00313 \text{ kPa.}$$

Donde:  $f$  factor de fricción en la chimenea.

$W \left( \frac{kg}{s} \right)$  es el caudal másico de los gases calculado con la densidad en la chimenea a la temperatura promedio en esta.

$\rho \left( \frac{kg}{m^3} \right)$  es la densidad de los gases a la temperatura promedio en la chimenea.

Caída de presión debido al damper abierto:

$$\Delta P_3 = 0,025 \text{ kPa.}$$

Caída de presión extra debido a geometría:

$$\Delta P_4 = 0 \text{ kPa.}$$

Caída de presión debido a la entrada a la chimenea:

$$\Delta P_5 (\text{kPa}) = 0,176 * \left( \frac{v_1^2}{T_g + 273} \right) = 0,176 * \left( \frac{7,6^2}{355 + 273} \right) = 0,0162 \text{ kPa.}$$

La caída de presión en la sección convectiva se calcula por cada zona, es decir que se discrimina por tubos escudo, tubos bare y tubos con superficie extendida.

Caída de presión en la sección convectiva, fórmula general:

$$\Delta P_6 (\text{kPa}) = 0,002 * N_c * f_c * \frac{G_{cp}^2}{\rho}$$

Donde:  $N_c$  es el número de filas de tubos por zona.

$f_c$  es el factor de fricción en la sección convectiva.

$G_{cp} \left( \frac{kg}{s * m^2} \right)$  es la velocidad másica de los gases en la sección.

$\rho \left( \frac{kg}{m^3} \right)$  es la densidad de los gases en la zona considerada.

Para calcular el factor de fricción en la sección convectiva se utiliza la Figura 13.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

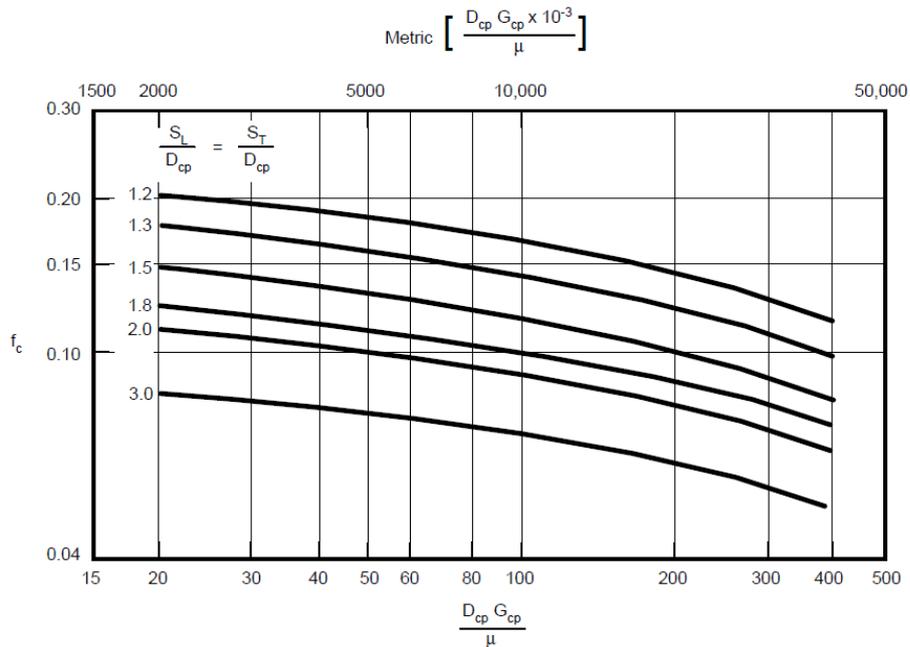


Figura 13: Factor de fricción para la sección convectiva de geometría triangular equilátera.

Se muestran los resultados obtenidos para cada zona de la sección convectiva:

Tabla 46: Pérdida de carga en la sección convectiva separada por zonas.

	<i>Tubos escudo</i>	<i>Tubos Bare</i>	<i>Tubos con aletas</i>
$T_g$ (°C)	820,0	700,0	507,5
$\rho$ ( $\frac{kg}{m^3}$ )	0,3211	0,3607	0,4497
$\mu$ (Pa * s)	4,30E-05	3,80E-05	3,40E-05
$G_{cp}$ ( $\frac{kg}{s * m^2}$ )	1,07	1,21	2,82
$f_c$	0,12	0,11	0,11
$N_c$	2	2	7
$\Delta P_6$ (kPa)	0,001722	0,001784	0,027296

$\Delta P_6 = 0,0308 \text{ kPa.}$

Caída de presión requerida en el tope de la sección radiante para evitar fugas:

$\Delta P_7 = 0,025 \text{ kPa.}$

Caída de presión debido a los quemadores. (El valor se obtuvo en la sección 11, *Selección de quemadores*, utilizando la Figura 8).

$\Delta P_8 = 0,075 \text{ kPa.}$

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Las ganancias de presión ocurren debido a la diferencia de densidad entre los humos dentro del horno y del aire exterior. Se calculará la ganancia en la sección radiante y en la sección convectiva. La fórmula que se utiliza se encuentra a continuación:

$$\Delta P \text{ (kPa)} = SE * h$$

Donde:  $SE \left( \frac{kPa}{m} \right)$  es el efecto stack o efecto chimenea, se obtiene de la Figura 14.

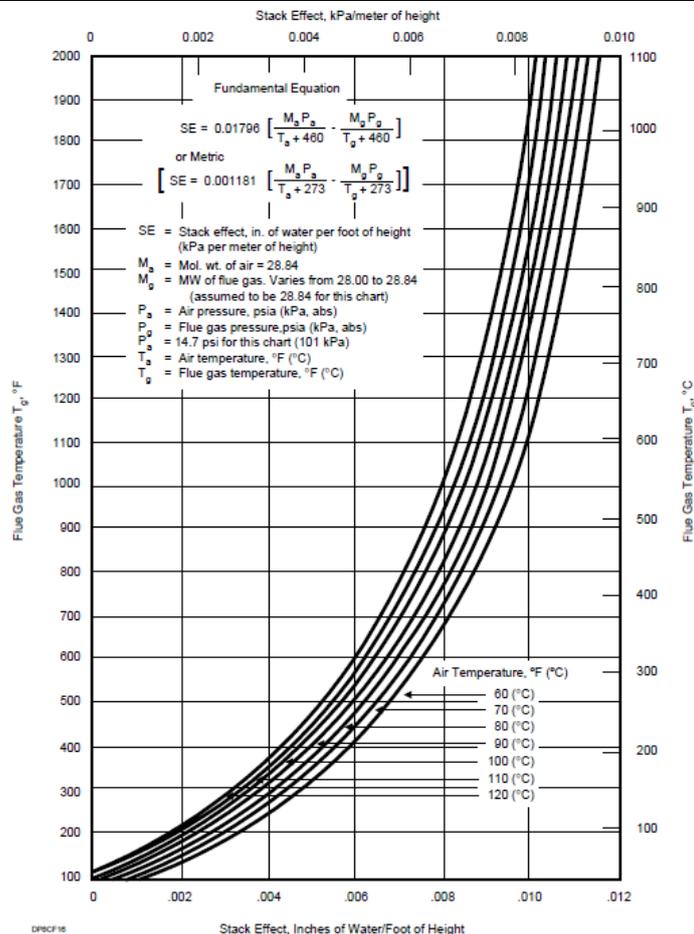
$h \text{ (m)}$  es la altura de la sección que se está analizando.

**Tabla 47:** Cálculo de la ganancia en la sección radiante.

$T_{gr} (^{\circ}C)$	$T_a (^{\circ}C)$	$SE \left( \frac{kPa}{m} \right)$	$h_r \text{ (m)}$	$\Delta P_R \text{ (kPa)}$
900	38	0,0090	9,83	0,088

**Tabla 48:** Cálculo de la ganancia en la sección convectiva.

$T_{gc} (^{\circ}C)$	$T_a (^{\circ}C)$	$SE \left( \frac{kPa}{m} \right)$	$h_c \text{ (m)}$	$\Delta P_C \text{ (kPa)}$
628	38	0,0085	2,79	0,0237



**Figura 14:** Efecto chimenea en función de la temperatura de los gases y del ambiente.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

La ganancia de presión que ocurre en la sección radiante debe ser suficiente para compensar la pérdida de carga producida por los quemadores y la pérdida de presión requerida en el tope de la sección radiante. De no serlo, la chimenea debería ser más larga para aportar el tiraje necesario.

$$\Delta P_{disponible \text{ para quemadores}} = \Delta P_R (kPa) + \Delta P_7 (kPa) = 0,113 \text{ kPa.}$$

$$\Delta P_{requerido \text{ por quemadores}} = \Delta P_8 = 0,075 \text{ kPa.}$$

No es necesario que la chimenea sea más larga debido a que la pérdida de carga que requieren los quemadores de tiro natural es menor a la disponible.

Por último, para calcular la altura mínima de la chimenea primero debe calcularse cuál es la caída de presión que deben superar los humos:

$$\Delta P_S (kPa) = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 + \Delta P_7 - \Delta P_C = 0,0929 \text{ kPa.}$$

$$h_s \text{ mínima (m)} = \frac{\Delta P_S (kPa)}{SE \left( \frac{kPa}{m} \right)}$$

Tabla 49: Cálculo de la altura mínima de la chimenea.

T <sub>g c</sub> (°C)	T <sub>a</sub> (°C)	SE $\left( \frac{kPa}{m} \right)$	h <sub>s mínima</sub> (m)
344	38	0,0067	13,87

Se concluye la iteración y se aplica el factor de seguridad que propone la norma. Se indica utilizar un 5% de sobrediseño a la altura mínima obtenida. Por lo que la altura de la chimenea será:

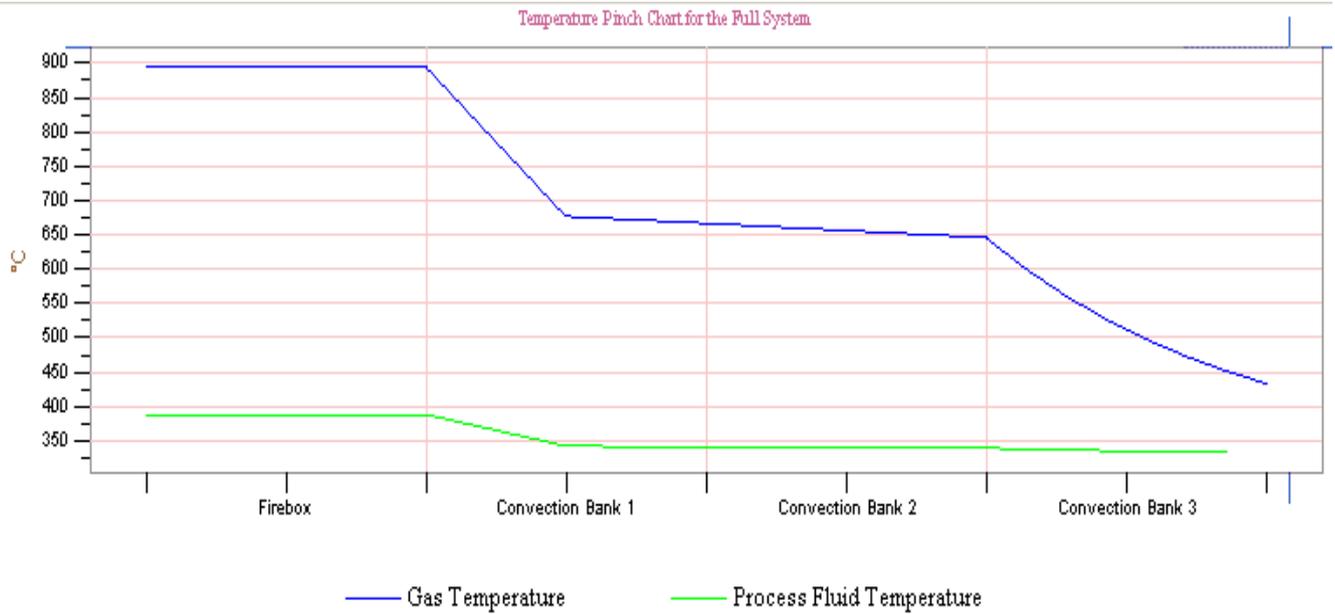
$$h_s(m) = 14,56m.$$

### 13. SIMULACIÓN DEL HORNO

Mediante el simulador Fired Process Heater Design se obtuvo cómo varía la temperatura dentro del horno tanto para los gases de combustión como para el fluido de proceso. Para ello, se cargaron todas las dimensiones calculadas del horno en esta memoria de cálculo. Se puede observar que tanto la temperatura de bridgewall de los gases como la del proceso coincide. Sin embargo, la temperatura de stack de los gases es mayor a la calculada siguiendo la norma.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**



**Figura 15:** Diagrama de temperatura de los gases de combustión y del fluido de proceso en las distintas zonas del horno.



**G2-PR-MCP-001-0**

Pág.: 1 De: 6

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

# MEMORIA DE CÁLCULO DE BOMBA P-101 A/B

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

### **CONTENIDO**

1.	OBJETIVO .....	3
2.	ALCANCE .....	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	3
4.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	3
5.	DATOS Y RESULTADOS .....	4
6.	DIAGRAMA .....	6

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. OBJETIVO

El objetivo de este documento es detallar los criterios adoptados para el diseño y dimensionamiento de las bombas P-101-A y P-101-B como spare, del sistema de bombeo del LVGO.

### 2. ALCANCE

Se diseñaron las siguientes bombas:

Tag	Nombre
P-101-A/B	Bomba con destino a T-101

### 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- G2-GE-BD-001-0
- G2-GE-LO-001-0
- G2-PR-P&ID-007-0

### 4. CONSIDERACIONES GENERALES

El término de elevación se refiere a la diferencia en altura mientras que el término recorrido hace referencia a la distancia horizontal entre equipos.

Tanto los datos del fluido como los de las cañerías, fueron tomados de la memoria de cálculo hidráulico.

La presión final en los cálculos de descarga se refiere a la presión en el recipiente hacia donde se bombea el fluido, o bien, la presión requerida en el límite de batería.

Luego de la bomba hay un intercambiador que enfría la corriente y las propiedades del fluido cambian. Esto se tuvo en cuenta para el cálculo de la pérdida de carga.

Los coeficientes de resistencia de los accesorios fueron seleccionados de bibliografía correspondiente a fluidos en régimen turbulento.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 5. DATOS Y RESULTADOS

Datos del fluido en la succión					
Corriente:	PA LVGO				
Caudal	12356	kg/h	Caudal Rated	13591,6	kg/h
Viscosidad	0,5326	cP	Presión de vapor	0,11	bar
Densidad	776,5	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	161,0	°C

Succión					
Características			Accesorios		
Presión en recipiente	0,11	bara	Tipo	Cantidad	K
Elevación	26,45	m	Entrada a caño	1	0,50
Recorrido	14,00	m	Codo 90°	4	0,27
Diámetro Interno	3,07	in	Válvula exclusiva	1	0,14
Diámetro Interno	0,078	m			
Velocidad	1,02	m/s			
N° Reynolds	1,2E+05				
ε	4,6E-05	m			
Factor de fricción	0,005		Total		1,72

Datos del fluido en la descarga					
Corriente:	PA LVGO				
Caudal	12356,3	kg/h	Caudal Rated	13592,0	kg/h
Viscosidad	1,80	cP			
Densidad	837,6	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	75,9	°C

Descarga					
Características			Accesorios		
Presión final	0,11	bar	Tipo	Cantidad	K
Elevación	32,08	m	Salida a equipo	1	1,00
Recorrido	14,00	m	Codo 90°	4	0,32
Diámetro Interno	1,939	in	Válvula exclusiva	3	0,16
Diámetro Interno	0,049	m	Válvula retención	1	0,78
Velocidad	2,37	m/s			
N° Reynolds	5,4E+04				
ε	4,6E-05	m			
Factor de fricción	0,006		Total		3,52

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

<b>Descarga</b>		
<b>Equipos</b>		
<b>Tipo</b>	<b>DP</b>	
Válvula de control	1	bar
Intercambiador	1	bar
Placa Orificio	0,5	bar
Total	2,5	bar

<b>Resultados</b>		
<b>Presión en la succión</b>	(kPag)	108,80
<b>Presión máxima en la succión</b>	(kPag)	279,80
<b>Presión en la descarga</b>	(kPag)	407,15
<b>Altura diferencial de la bomba</b>	(m)	39,17
<b>NPSHd</b>	(m)	26,16

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### MEMORIA DE CÁLCULO

#### 6. DIAGRAMA

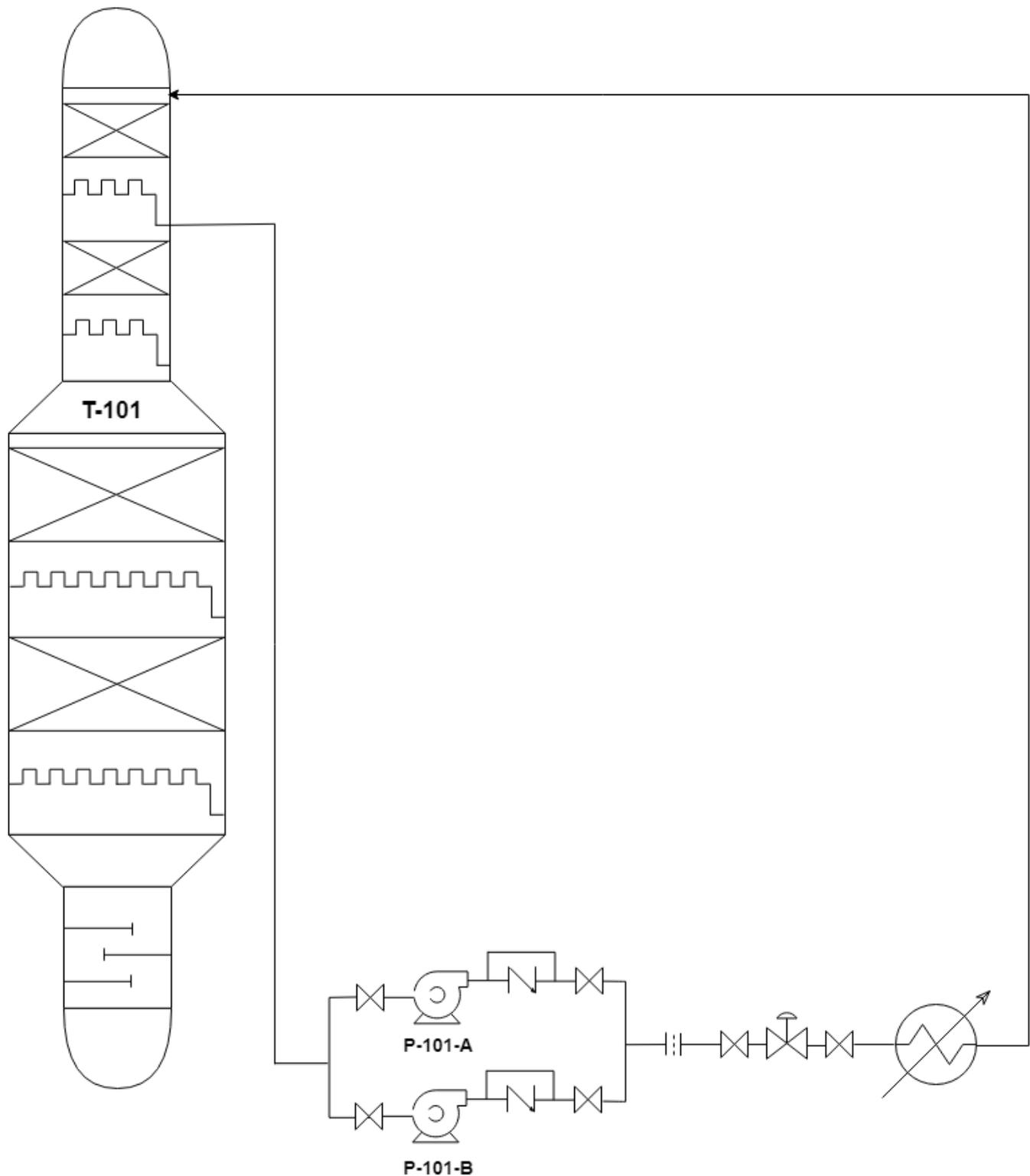


Figura 1: Esquema del sistema de bombeo.



**G2-PR-MCP-002-0**

Pág.: 1 De: 6

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

# MEMORIA DE CÁLCULO DE BOMBA P-102 A/B

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

### **CONTENIDO**

1.	OBJETIVO .....	3
2.	ALCANCE .....	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	3
4.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	3
5.	DATOS Y RESULTADOS .....	4
6.	DIAGRAMA .....	6

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. OBJETIVO

El objetivo de este documento es detallar los criterios adoptados para el diseño y dimensionamiento de las bombas P-102-A y P-102-B como spare, del sistema de bombeo del LVGO.

### 2. ALCANCE

Se diseñaron las siguientes bombas:

Tag	Nombre
P-102-A/B	Bomba con destino a pull de gas-oil

### 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- G2-GE-BD-001-0
- G2-GE-LO-001-0
- G2-PR-P&ID-007-0

### 4. CONSIDERACIONES GENERALES

El término de elevación se refiere a la diferencia en altura mientras que el término recorrido hace referencia a la distancia horizontal entre equipos.

Tanto los datos del fluido como los de las cañerías, fueron tomados de la memoria de cálculo hidráulico.

La presión final en los cálculos de descarga se refiere a la presión en el recipiente hacia donde se bombea el fluido, o bien, la presión requerida en el límite de batería.

Luego de la bomba hay un intercambiador que enfría la corriente y las propiedades del fluido cambian. Esto se tuvo en cuenta para el cálculo de la pérdida de carga.

Los coeficientes de resistencia de los accesorios fueron seleccionados de bibliografía correspondiente a fluidos en régimen turbulento.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 5. DATOS Y RESULTADOS

Datos del fluido en la succión					
Corriente:	Proceso LVGO				
Caudal	4948	kg/h	Caudal Rated	5442,8	kg/h
Viscosidad	0,53	cP	Presión de vapor	0,11	bar
Densidad	776,5	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	161,0	°C

Succión					
Características			Accesorios		
Presión en recipiente	0,11	bara	Tipo	Cantidad	K
Elevación	26,45	m	Entrada a caño	1	0,50
Recorrido	10,00	m	Codo 90°	4	0,31
Diámetro Interno	1,939	in	Válvula exclusiva	1	0,16
Diámetro Interno	0,049	m			
Velocidad	1,02	m/s			
N° Reynolds	7,34E+04				
ε	4,60E-05				
Factor de fricción	0,006		Total		1,91

Datos del fluido en la descarga					
Corriente:	Proceso LVGO				
Caudal	4948	kg/h	Caudal Rated	5442,8	kg/h
Viscosidad	3,95	cP			
Densidad	862,4	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	40	°C

Descarga					
Características			Accesorios		
Presion final	6,00	bar	Tipo	Cantidad	K
Elevación	0,00	m	Salida a equipo	1	1,00
Recorrido	15,00	m	Codo 90°	4	0,38
Diámetro Interno	1,939	in	Válvula exclusiva	4	0,18
Diámetro Interno	0,049	m	Válvula retención	1	0,86
Velocidad	0,92	m/s			
N° Reynolds	9,91E+03				
ε	4,60E-05				
Factor de fricción	0,008		Total		4,12

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

<b>Descarga</b>		
<b>Equipos</b>		
<b>Tipo</b>	<b>DP</b>	
Placa Orificio	0,5	bar
Válvula de control	1	bar
Intercambiador	1	bar
Total	2,5	bar

<b>Resultados</b>		
<b>Presión en la succión</b>	(kPag)	95,36
<b>Presión máxima en la succión</b>	(kPag)	266,36
<b>Presión en la descarga</b>	(kPag)	756,62
<b>Altura diferencial de la bomba</b>	(m)	86,81
<b>NPSHd</b>	(m)	24,40

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### MEMORIA DE CÁLCULO

#### 6. DIAGRAMA

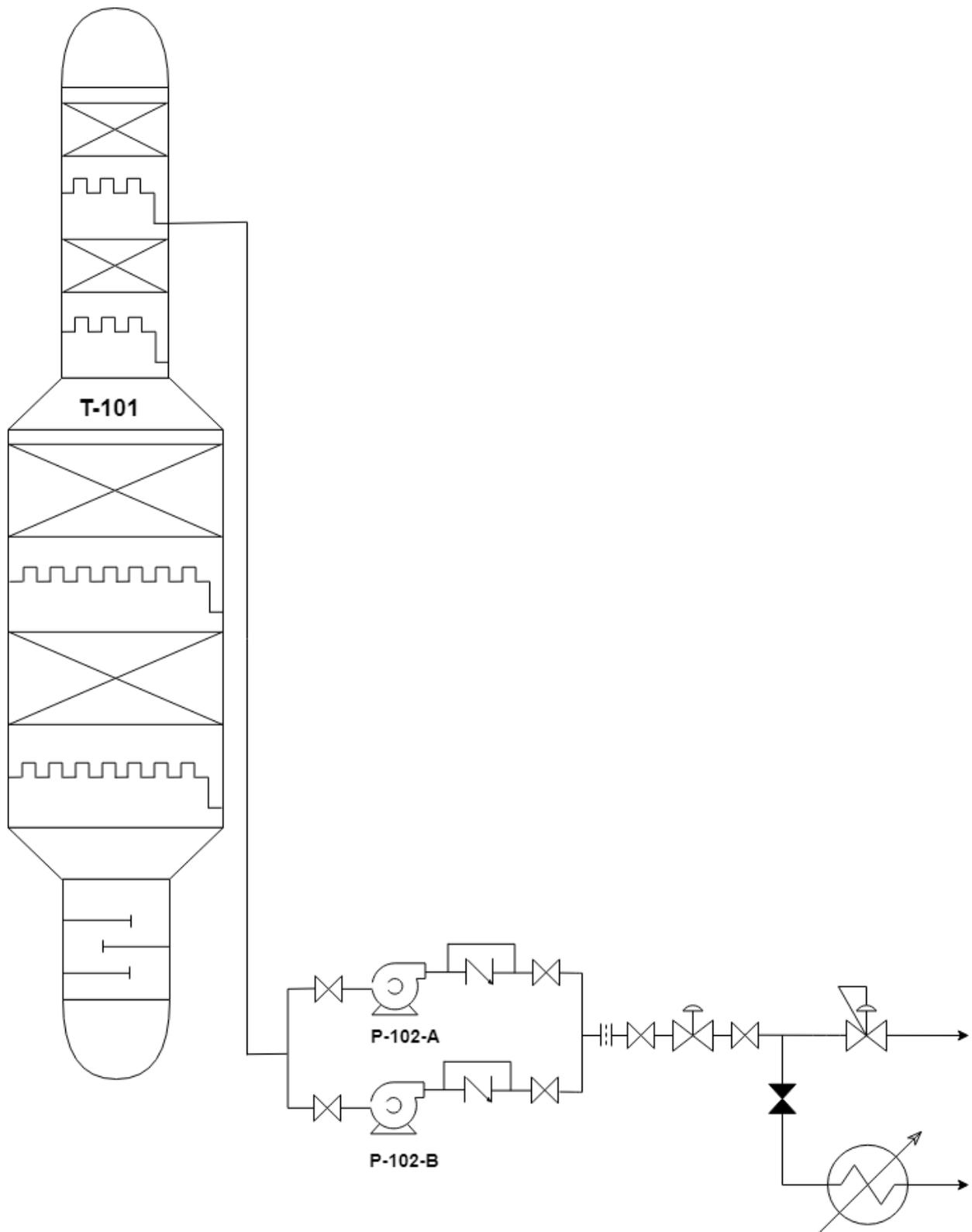


Figura 1: Esquema del sistema de bombeo.



**G2-PR-MCP-003-0**

Pág.: 1 De: 6

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

# MEMORIA DE CÁLCULO DE BOMBA P-103 A/B

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

### **CONTENIDO**

1.	OBJETIVO .....	3
2.	ALCANCE .....	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	3
4.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	3
5.	DATOS Y RESULTADOS .....	4
6.	DIAGRAMA .....	6

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. OBJETIVO

El objetivo de este documento es detallar los criterios adoptados para el diseño y dimensionamiento de las bombas P-103-A y P-103-B como spare, del sistema de bombeo del pump around del MVGO.

### 2. ALCANCE

Se diseñaron las siguientes bombas:

Tag	Nombre
P-103-A/B	Bomba con destino a T-101

### 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- G2-GE-BD-001-0
- G2-GE-LO-001-0
- G2-PR-P&ID-008-0

### 4. CONSIDERACIONES GENERALES

El término de elevación se refiere a la diferencia en altura mientras que el término recorrido hace referencia a la distancia horizontal entre equipos.

Tanto los datos del fluido como los de las cañerías, fueron tomados de la memoria de cálculo hidráulico.

La presión final en los cálculos de descarga se refiere a la presión en el recipiente hacia donde se bombea el fluido, o bien, la presión requerida en el límite de batería.

Luego de la bomba hay un intercambiador que enfría la corriente y las propiedades del fluido cambian. Esto se tuvo en cuenta para el cálculo de la pérdida de carga.

Los coeficientes de resistencia de los accesorios fueron seleccionados de bibliografía correspondiente a fluidos en régimen turbulento.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 5. DATOS Y RESULTADOS

Datos del fluido en la succión					
Corriente:	PA MVGO				
Caudal	9537	kg/h	Caudal Rated	10490,7	kg/h
Viscosidad	0,32	cP	Presión de vapor	0,12	bar
Densidad	773,0	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	223,59	°C

Succión					
Características			Accesorios		
Presión en recipiente	0,11	bara	Tipo	Cantidad	K
Elevación	21,54	m	Entrada a caño	1	0,50
Recorrido	16,00	m	Codo 90°	4	0,31
Diámetro Interno	1,939	in	Válvula exclusiva	1	0,15
Diámetro Interno	0,049	m			
Velocidad	1,98	m/s			
N° Reynolds	2,33E+05				
ε	4,60E-05				
Factor de fricción	0,005		Total		1,88

Datos del fluido en la descarga					
Corriente:	PA MVGO				
Caudal	9537	kg/h	Caudal Rated	10490,7	kg/h
Viscosidad	0,89	cP			
Densidad	823,2	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	153,5	°C

Descarga					
Características			Accesorios		
Presion final	0,12	bar	Tipo	Cantidad	K
Elevación	26,30	m	Salida a equipo	1	1,00
Recorrido	19,00	m	Codo 90°	4	0,31
Longitud total	45,30	m	Válvula exclusiva	3	0,16
Diámetro Interno	1,939	in	Válvula retención	1	0,77
Diámetro Interno	0,049	m			
Velocidad	1,86	m/s			
N° Reynolds	8,45E+04				
ε	4,60E-05				
Factor de fricción	0,006		Total		3,49

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

<b>Descarga</b>		
<b>Equipos</b>		
<b>Tipo</b>	<b>DP</b>	
Placa Orificio	0,5	bar
Válvula de control	1	bar
Intercambiador	1	bar
Total	2,5	bar

<b>Resultados</b>		
<b>Presión en la succión</b>	(kPag)	61,27
<b>Presión máxima en la succión</b>	(kPag)	232,27
<b>Presión en la descarga</b>	(kPag)	360,65
<b>Altura diferencial de la bomba</b>	(m)	39,48
<b>NPSHd</b>	(m)	19,82

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### MEMORIA DE CÁLCULO

#### 6. DIAGRAMA

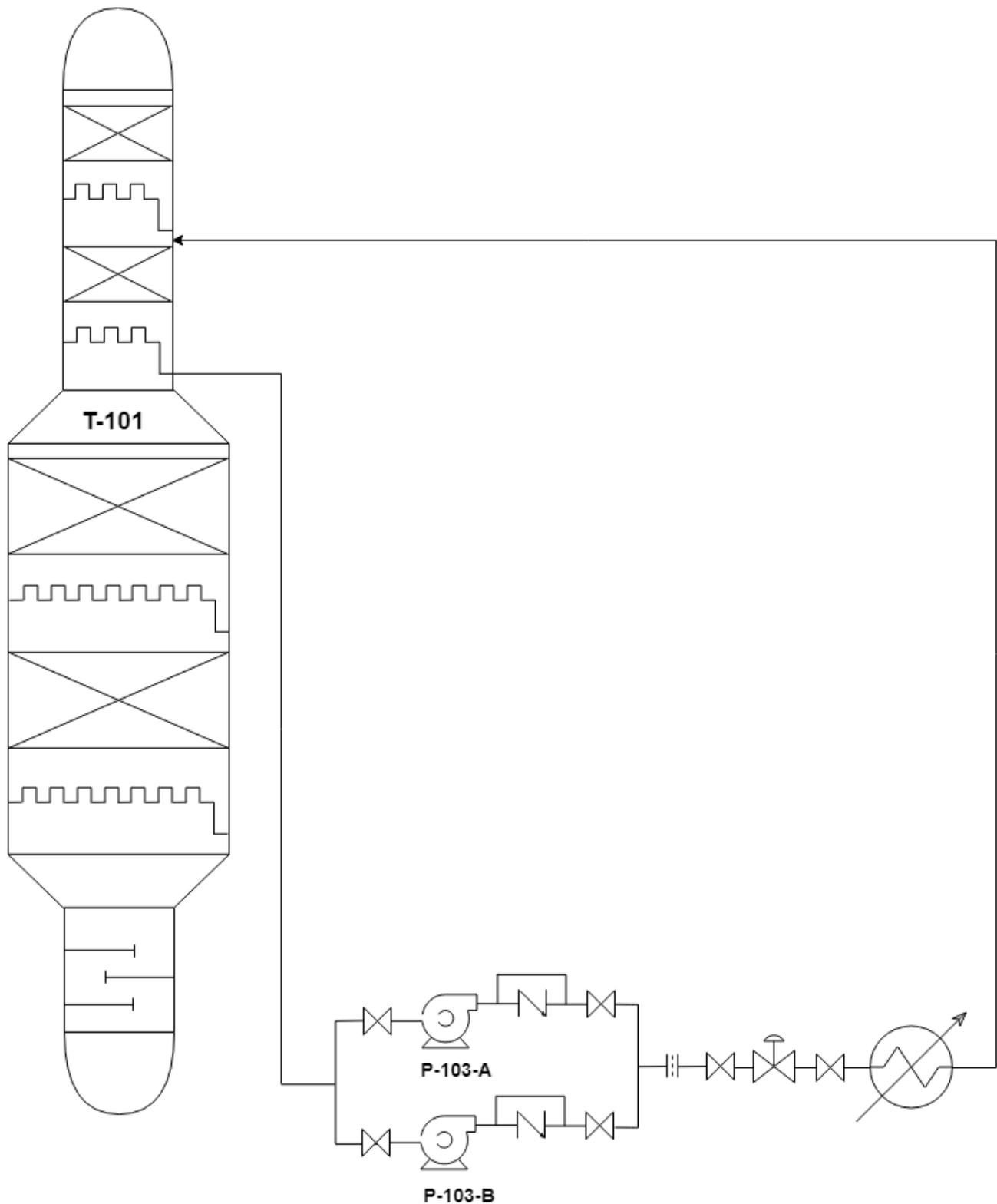


Figura 1: Esquema del sistema de bombeo.



**G2-PR-MCP-004-0**

Pág.: 1 De: 6

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

# MEMORIA DE CÁLCULO DE BOMBA P-104 A/B

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

### **CONTENIDO**

1.	OBJETIVO .....	3
2.	ALCANCE .....	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	3
4.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	3
5.	DATOS Y RESULTADOS .....	4
6.	DIAGRAMA .....	6

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. OBJETIVO

El objetivo de este documento es detallar los criterios adoptados para el diseño y dimensionamiento de las bombas P-104-A y P-104-B como spare, del sistema de bombeo del MVGO al pull de gas oil.

### 2. ALCANCE

Se diseñaron las siguientes bombas:

Tag	Nombre
P-104-A/B	Bomba con destino a pull de gas oil

### 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- G2-GE-BD-001-0
- G2-GE-LO-001-0
- G2-PR-P&ID-008-0

### 4. CONSIDERACIONES GENERALES

El término de elevación se refiere a la diferencia en altura mientras que el término recorrido hace referencia a la distancia horizontal entre equipos.

Tanto los datos del fluido como los de las cañerías, fueron tomados de la memoria de cálculo hidráulico.

La presión final en los cálculos de descarga se refiere a la presión en el recipiente hacia donde se bombea el fluido, o bien, la presión requerida en el límite de batería.

Luego de la bomba hay un intercambiador que enfría la corriente y las propiedades del fluido cambian. Esto se tuvo en cuenta para el cálculo de la pérdida de carga.

Los coeficientes de resistencia de los accesorios fueron seleccionados de bibliografía correspondiente a fluidos en régimen turbulento.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 5. DATOS Y RESULTADOS

Datos del fluido en la succión					
Corriente:	MVGO proceso				
Caudal	2901	kg/h	Caudal Rated	3191,1	kg/h
Viscosidad	0,32	cP	Presión de vapor	0,12	bar
Densidad	773,1	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	223,59	°C

Succión					
Características			Accesorios		
Presión en recipiente	0,12	bara	Tipo	Cantidad	K
Elevación	21,54	m	Entrada a caño	1	0,50
Recorrido	19,00	m	Codo 90°	4	0,31
Diámetro Interno	1,939	in	Válvula exclusiva	1	0,16
Diámetro Interno	0,049	m			
Velocidad	0,60	m/s			
N° Reynolds	7,16E+04				
ε	4,60E-05				
Factor de fricción	0,006		Total		1,92

Datos del fluido en la descarga					
Corriente:	MVGO proceso				
Caudal	2901	kg/h	Caudal Rated	3191,1	kg/h
Viscosidad	14,37	cP			
Densidad	900	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	40	°C

Descarga					
Características			Accesorios		
Presion final	6,00	bar	Tipo	Cantidad	K
Elevación	0,00	m	Salida a equipo	1	1,00
Recorrido	25,00	m	Codo 90°	4	0,80
Diámetro Interno	1,939	in	Válvula exclusiva	3	0,34
Diámetro Interno	0,049	m	Válvula retención	1	1,38
Velocidad	0,52	m/s			
N° Reynolds	1,59E+03				
ε	4,60E-05				
Factor de fricción	0,014		Total		6,62

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Descarga		
Equipos		
Tipo	DP	
Placa Orificio	0,5	bar
Válvula de control	1	bar
Intercambiador	1	bar
<b>Total</b>	<b>2,5</b>	<b>bar</b>

Resultados		
<b>Presión en la succión</b>	(kPag)	72,83
<b>Presión máxima en la succión</b>	(kPag)	243,83
<b>Presión en la descarga</b>	(kPag)	752,31
<b>Altura diferencial de la bomba</b>	(m)	89,59
<b>NPSHd</b>	(m)	21,34

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### MEMORIA DE CÁLCULO

#### 6. DIAGRAMA

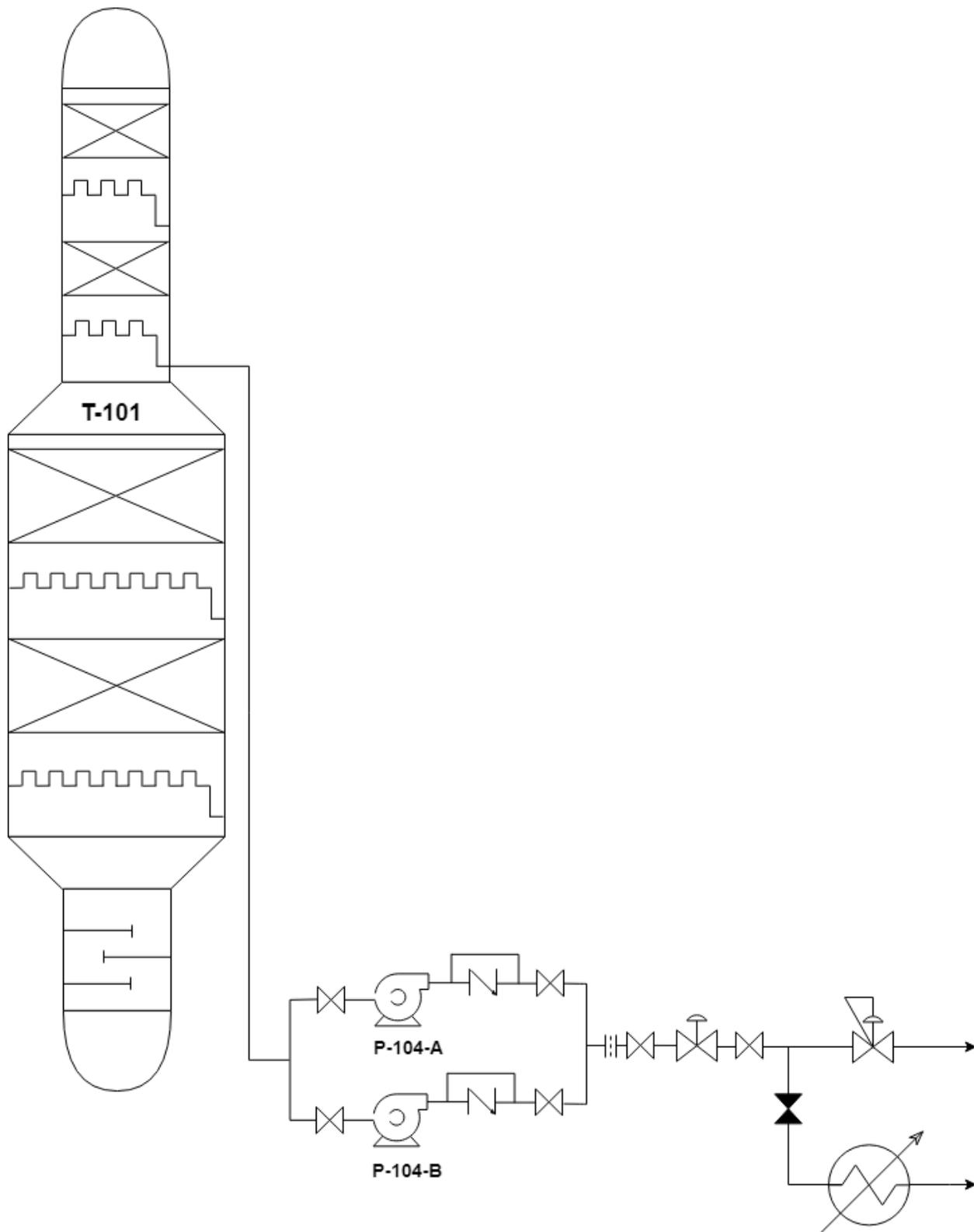


Figura 1: Esquema del sistema de bombeo.



**G2-PR-MCP-005-0**

Pág.: 1 De: 6

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

# MEMORIA DE CÁLCULO DE BOMBA P-105 A/B

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

### **CONTENIDO**

1.	OBJETIVO .....	3
2.	ALCANCE .....	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	3
4.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	3
5.	DATOS Y RESULTADOS .....	4
6.	DIAGRAMA .....	6

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. OBJETIVO

El objetivo de este documento es detallar los criterios adoptados para el diseño y dimensionamiento de las bombas P-105-A y P-105-B como spare, del sistema de bombeo del pump around del HVGO.

### 2. ALCANCE

Se diseñaron las siguientes bombas:

Tag	Nombre
P-105-A/B	Bomba con destino a T-101

### 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- G2-GE-BD-001-0
- G2-GE-LO-001-0
- G2-PR-P&ID-009-0

### 4. CONSIDERACIONES GENERALES

El término de elevación se refiere a la diferencia en altura mientras que el término recorrido hace referencia a la distancia horizontal entre equipos.

Tanto los datos del fluido como los de las cañerías, fueron tomados de la memoria de cálculo hidráulico.

La presión final en los cálculos de descarga se refiere a la presión en el recipiente hacia donde se bombea el fluido, o bien, la presión requerida en el límite de batería.

Luego de la bomba hay un intercambiador que enfría la corriente y las propiedades del fluido cambian. Esto se tuvo en cuenta para el cálculo de la pérdida de carga.

Los coeficientes de resistencia de los accesorios fueron seleccionados de bibliografía correspondiente a fluidos en régimen turbulento.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 5. DATOS Y RESULTADOS

Datos del fluido en la succión					
Corriente:	PA HVGO				
Caudal	118500,0	kg/h	Caudal Rated	130350,0	kg/h
Viscosidad	0,16	cP	Presión de vapor	0,13	bar
Densidad	747,3	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	298,6	°C

Succión					
Características			Accesorios		
Presión en recipiente	0,13	bara	Tipo	Cantidad	K
Elevación	14,48	m	Entrada a caño	1	0,50
Recorrido	8,00	m	Codo 90°	4	0,23
Diámetro Interno	6,065	in	Válvula exclusiva	1	0,12
Diámetro Interno	0,154	m			
Velocidad	2,60	m/s			
N° Reynolds	1,87E+06				
ε	4,60E-05				
Factor de fricción	0,004		Total		1,55

Datos del fluido en la descarga					
Corriente:	PA HVGO				
Caudal	118500,0	kg/h	Caudal Rated	130350,0	kg/h
Viscosidad	0,5	cP			
Densidad	809,2	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	213	°C

Descarga					
Características			Accesorios		
Presión final	0,13	bar	Tipo	Cantidad	K
Elevación	21,39	m	Salida a equipo	1	1,00
Recorrido	14,00	m	Codo 90°	4	0,23
Diámetro Interno	6,065	in	Válvula exclusiva	3	0,12
Diámetro Interno	0,154	m	Válvula retención	1	0,58
Velocidad	2,40	m/s			
N° Reynolds	5,99E+05				
ε	4,60E-05				
Factor de fricción	0,004		Total		2,87

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

<b>Descarga</b>		
<b>Equipos</b>		
<b>Tipo</b>	<b>DP</b>	
Placa Orificio	0,5	bar
Válvula de control	1	bar
Aero	1	bar
Total	2,5	bar

<b>Resultados</b>		
<b>Presión en la succión</b>	(kPag)	12,07
<b>Presión máxima en la succión</b>	(kPag)	183,07
<b>Presión en la descarga</b>	(kPag)	307,87
<b>Altura diferencial de la bomba</b>	(m)	40,35
<b>NPSHd</b>	(m)	13,67

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

**6. DIAGRAMA**

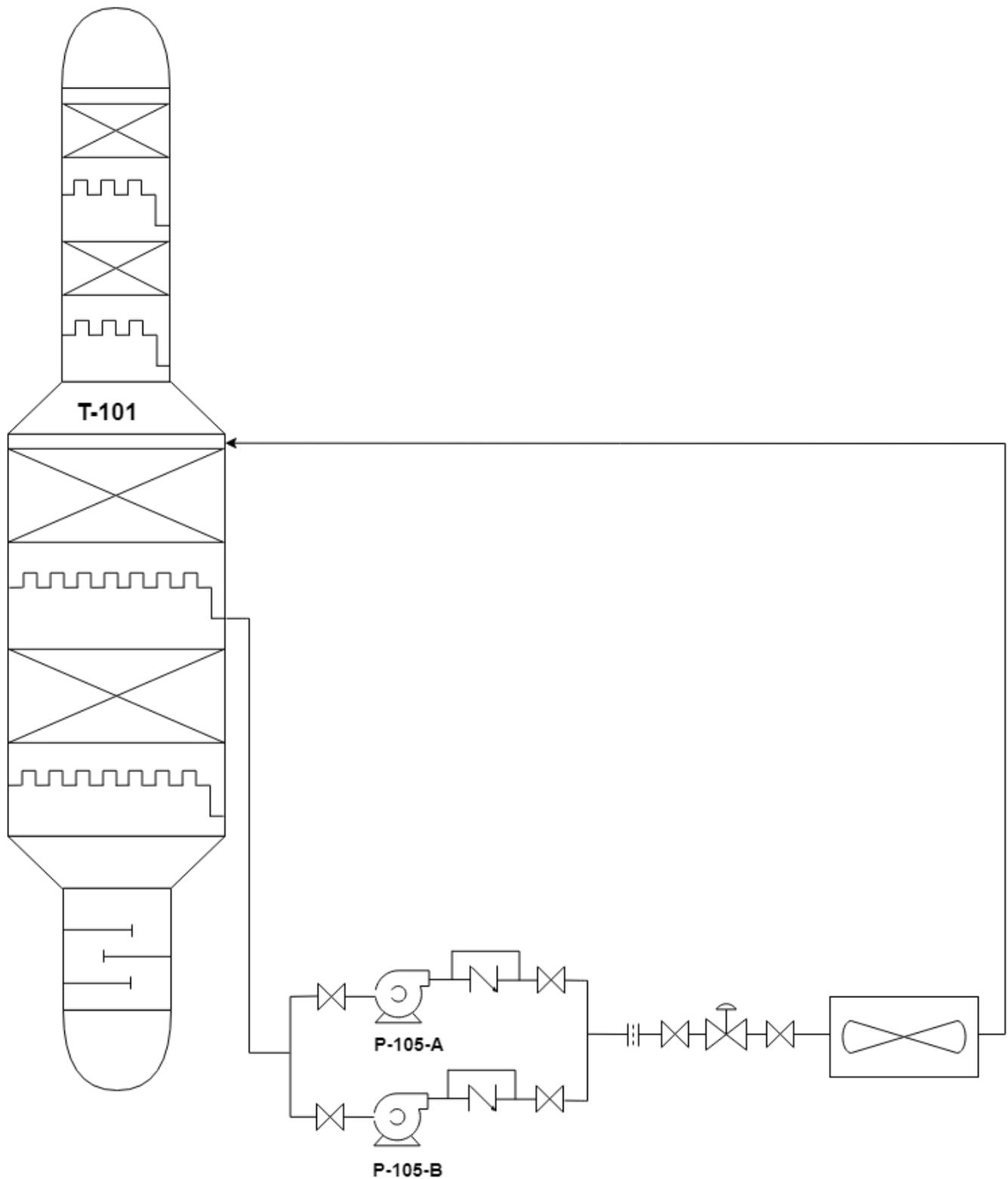


Figura 1: Esquema del sistema de bombeo.



**G2-PR-MCV-001-0**

Pág.: 1 De: 7

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

# MEMORIA DE CÁLCULO SEPARADOR V-101

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MO	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

### **CONTENIDO**

<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ALCANCE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....</b>	<b>3</b>
<b>4. CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>	<b>3</b>
<b>5. SEPARADOR HORIZONTAL .....</b>	<b>4</b>
5.1. Datos de proceso .....	4
5.2. Ecuaciones utilizadas para el dimensionamiento .....	4
5.2.1. <i>Diámetro y largo del separador</i> .....	4
5.2.2. <i>Distancia entre LLLL y la salida de líquido</i> .....	4
5.3. Cálculo alturas de nivel de líquido .....	5
5.4. Diseño del recipiente de acumulación de hidrocarburo .....	5
5.5. Diámetro del orificio de salida de gas .....	5
5.6. Resultados obtenidos .....	6
5.7. Esquema .....	7
<b>6. MATERIALES .....</b>	<b>7</b>

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. OBJETIVO

El objetivo de este documento es detallar los criterios adoptados para el diseño y dimensionamiento del separador trifásico en la unidad de destilación al vacío, ubicada en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires.

### 2. ALCANCE

Se diseñó el siguiente equipo:

Tag	Orientación	Tipo	Descripción
V-101	Horizontal	Trifásico (GLL)	Separador de hidrocarburo liviano

### 3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- G2-GE-BD-001-0
- G2-PR-HDS-001-0
- G2-PR-PFD-001-0
- G2-PR-P&ID-006-0
- Prácticas de diseño de PDVSA

### 4. CONSIDERACIONES GENERALES

Se utilizó un casquete semiesférico para el separador horizontal diseñado V-101.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO****5. SEPARADOR HORIZONTAL****5.1. DATOS DE PROCESO**

Datos de proceso	V-101
T (°C)	35
P (bara)	1.5
Caudal de gas (m <sup>3</sup> /h)*	8,73
Caudal del HC liviano (m <sup>3</sup> /h)	2,46
Caudal de agua (m <sup>3</sup> /h)*	9,22
Densidad del gas (kg/m <sup>3</sup> )	2,70
Densidad del HC líquido (kg/m <sup>3</sup> )	799,5
Densidad del agua (kg/m <sup>3</sup> )	993,7

A los separadores ingresa únicamente hidrocarburo líquido y agua. Sin embargo, se asumió un caudal de gas con propósito de diseño.

**5.2. ECUACIONES UTILIZADAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO****5.2.1. DIÁMETRO Y LARGO DEL SEPARADOR**

Para el cálculo del diámetro del separador, se comenzó por calcular las velocidades de los fluidos y el área mínima de flujo de cada sección.

Se consideró que la relación L/D debía estar entre 1.5 y 3, eligiendo un valor de 1.5 para el diseño.

**5.2.2. DISTANCIA ENTRE LLLL Y LA SALIDA DE LÍQUIDO**

Se consideró que la distancia mínima entre la salida del líquido y el LLLL era de 230 mm

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 5.3. CÁLCULO ALTURAS DE NIVEL DE LÍQUIDO

Para la sección de hidrocarburo-gas y la sección hidrocarburo-agua, se tomaron tiempos de residencia entre alarmas de LLLL-LLL y HLL-HHLL de 5 min. Entre LLL-HLL se tomó un tiempo de residencia de 10 min.

Se verificó que la velocidad normal para el gas fuera menor o igual a la velocidad crítica y que el área disponible para el gas fuera por lo menos un 20% del área total del separador o que tenga una altura de por lo menos 300 mm.

Se tomó una altura mínima permisible entre LLL-HLL de 360mm.

Para efectos de diseño, se consideró que las máximas velocidades de decantación y de flotación sean de 4.2 mm/s.

Siguiendo la norma, se asumió un diámetro de gota de 89  $\mu\text{m}$ .

Para asegurar una adecuada separación de las fases líquidas HC-agua, se verificó que la distancia de decantación de las gotas de agua fuera menor a la longitud efectiva del separador.

### 5.4. DISEÑO DEL RECIPIENTE DE ACUMULACIÓN DE HIDROCARBURO

Para el diseño del recipiente de acumulación de hidrocarburo liviano, se consideró un tiempo de emergencia de 10 minutos y un tiempo de control de 10 minutos. Con esto, se calculó el volumen necesario del mismo.

### 5.5. DIÁMETRO DEL ORIFICIO DE SALIDA DE GAS

Para el cálculo del diámetro de la cañería del gas de salida, se comenzó por calcular la velocidad crítica del gas según la siguiente ecuación:

$$v_c = C_1 \left( \frac{\rho_L - \rho_G}{\rho_G} \right) \quad (1)$$

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

Donde:  $v_c$  es la velocidad crítica (m/s)  
 $C_1$  es una constante empírica (0,048 m/s)  
 $\rho_L$  es la densidad del líquido (kg/m<sup>3</sup>)  
 $\rho_G$  es la densidad del gas (kg/m<sup>3</sup>)

A partir de la velocidad crítica se obtiene el área transversal del separador y el mínimo diámetro interno del mismo.

$$A_G = \frac{W_G}{v_c \rho_G} \quad (2)$$

$$D_i = \sqrt{\frac{4 A_G}{\pi}} \quad (3)$$

De este modo, se obtuvo el diámetro de: 17 mm. Considerando las dimensiones del mismo, se decidió utilizar un caño de 1" Sch 160, lo cual corresponde a un diámetro interno de 0,815 in.

### 5.6. RESULTADOS OBTENIDOS

V-101	
D (mm)	1700
L ef (mm)	2550
L/D (adim.)	1.5
A recipiente (m <sup>2</sup> )	2,27
Ai disponible (m <sup>2</sup> )	1,72
Av disponible (m <sup>2</sup> )	0,55
Hv (mm)	350
Hv/D (%)	20,6%

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

**5.7. ESQUEMA**

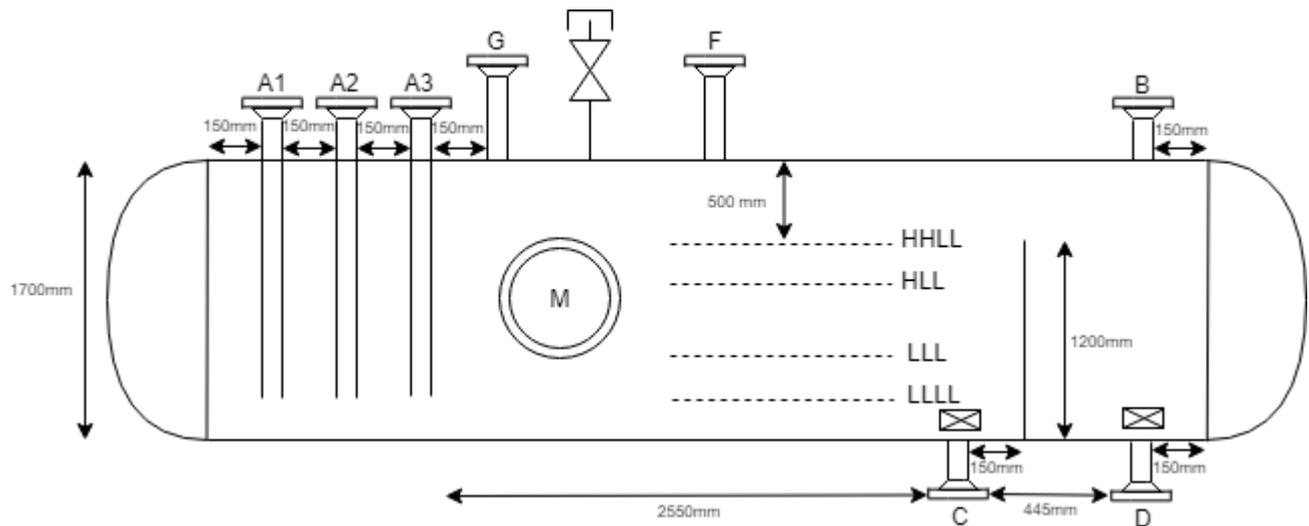


Figura 1: Esquema del separador horizontal trifásico.

**6. MATERIALES**

Para este equipo se utilizó acero al carbono.



**G2-PR-LE-001**

Pág.: 1 De: 8

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **LISTADO DE EQUIPOS**

## **LISTADO DE EQUIPOS**

### **UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MO	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



**G2-PR-LE-001-0**

Pág

1

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

De

8

**LISTADO DE EQUIPOS**

Número de documento	Equipo	Descripción
G2-PR-HDF-001	F-101	Horno de Tiro Natural
G2-PR-HDT-001	T-101	Columna de destilación al vacío
G2-PR-HDA-001	A-101	Aeroenfriador de HVGO Almacenamiento
G2-PR-HDA-002	A-102	Aeroenfriador de HVGO Pumparound
G2-PR-HDE-001	E-101	Intercambiador de calor LVGO Almacenamiento
G2-PR-HDE-002	E-102	Intercambiador de calor LVGO Pumparound
G2-PR-HDE-003	E-103	Intercambiador de calor MVGO Almacenamiento
G2-PR-HDE-004	E-104	Intercambiador de calor MVGO Pumparound
G2-PR-HDE-005	E-105	Intercambiador de calor HVGO Almacenamiento
G2-PR-HDE-006	E-106	Intercambiador de calor Tope de Columna
G2-PR-HDP-001	P-101	Bomba de Pumparound de LVGO
G2-PR-HDP-002	P-102	Bomba de Proceso de LVGO
G2-PR-HDP-003	P-103	Bomba de Pumparound de MVGO
G2-PR-HDP-004	P-104	Bomba de Proceso de MVGO
G2-PR-HDP-005	P-105	Bomba de Pumparound de HVGO
G2-PR-HDV-001	V-101	Separador de Tope de Columna
G2-PR-HDEJ-001	EJ-101	Eyectores Primera Etapa
G2-PR-HDEJ-002	EJ-102	Eyectores Segunda Etapa



**G2-PR-LE-001-0**

Pág 2

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

De 8

**HORNO**

TAG	Servicio	Tipo	T Operativa		Duty	Parte	Altura	Dimensiones						Quemadores		Eficiencia	Notas
			Entrada	Salida				N° Tubos	Long Tubos	Diam Tubos	Diametro Zona	Ancho	Fila de tubos	Cantidad	Serie		
		-	°C	°C	MW	-	m	-	m	in	m	m		-	-	%	
F-101	Horno Unidad de Vacío	Cilindrico Vertical	332	380	9,29	Radiante	9,8	43,0	9,0	6,0	5,1	-	-	4,0	NLC 16	0,8	1
						Convectiva	1,7	8,0	3,7	6,0	-	2,7	11,0				2
						Chimenea	15,8	-	-	-	1,3	-	-				
Nota 1	El banco convectivo está compuesto por tubos escudo, tubos bare y tubos con superficie extendida																
Nota 2	Horno de tiro natural con 15% de exceso de aire																



**G2-PR-LE-001-0**

Pág

3

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

De

8

**COLUMNA**

TAG	Servicio	Zonas	ID	Etapas teóricas	Altura	Presión Operativa	Presión Diseño	T operativa	T diseño	Material	Notas
		-	mm	-	m	kPa	kPa	°C	°C	-	
T-101	Fraccionadora Unidad de Vacío	Empaque	1600,0	11	12190,0	9,330	450,0	108,7	136,7	Acero al carbono	
		Empaque	3400,0	7	12360,0	12,6	450,0	239,3	267,3	Acero al carbono	
		Platos Perforados	2900,0	2	6180,0	14,67	450,0	372,6	400,6	Acero al carbono	



**G2-PR-LE-001-0**

Pág 4

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

De 8

**AEROENFRIADORES**

TAG	Servicio	Tipo	N° Bahías	Bundles por bahía	Ventiladores por bahía	DUTY	Dimensiones			Cond Operativas - Carcasa				Cond Operativas -Tubos					Motor
							Ancho	Largo	Area	P carcasa	DeltaP	Tent	Tsalida	Tipo Tubos	P tubos	DeltaP	Tent	Tsalida	
		-				MW	m	m	m2	kPa	Pa	°C	°C		kPa	kPa	°C	°C	kW
A-101	HVGO a almacenamiento	Forzado	1	1	2	5,5	2,37	6,10	2312,4	101,1	146,5	38,0	159,7	High-Finned	757,5	53,215	299,0	150	5,1
A-102	HVGO PA	Forzado	1	1	2	7,6	2,15	6,10	2634,3	101,1	151,0	38,0	188,8	High-Finned	238,1	58,1	298,8	213	6,01



**G2-PR-LE-001-0**

Pág

5

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

De

8

**INTERCAMBIADORES DE CALOR**

TAG	Servicio	TEMA	N° CARCASAS	DUTY	AREA DE TRANSF	Dimensiones			Cond Operativas - Carcasa				Cond Operativas -Tubos				Material
						Shell ID	L tubo	N ° Tubos por carcasa	P carcasa	DeltaP	Tent	Tsalida	P tubos	DeltaP	Tent	Tsalida	
				MW	m2	mm	m	-	kPa	kPa	°C	°C	kPa	kPa	°C	°C	-
E-101	Intercambiador de producto LVGO	AES	2	0,4	63,8	333,4	6,7	80	415	19,88	30,0	40,0	623,5	23,5	161,3	40,0	CS
E-102	Intercambiador de LVGO PA	AES	1	0,7	19,7	311,2	4,9	68	415	70,51	30,0	40,0	348,1	48,2	161,2	75,9	CS
E-103	Intercambiador de producto MVGO	AES	3	0,3	52,1	303,2	4,9	60	415	31,20	30,0	40,0	635,0	35,0	223,9	40,0	CS
E-104	Intercambiador de MVGO PA	AES	1	0,5	6,9	254,5	3,7	24	415	12,48	30,0	40,0	279,8	38,8	223,8	153,5	CS
E-105	Intercambiador de producto HVGO	AES	6	3,2	1061,8	920,0	4,3	530	415	81,0	30,0	40,0	704,3	104,3	150,0	40,0	CS
E-106	Precondensador sistema de eyección	AJ12S*	1	0,3	119,8	914,4	3,7	418	9	2,68	108,7	40,0	415,0	3,4	30,0	38,0	CS



## G2-PR-LE-001-0

Pág 6

### UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

De 8

## BOMBAS

		DATOS OPERACIÓN								DATOS DISEÑO					IMPULSOR		MOTOR
TAG	Servicio	Tipo	Qoper	Psucc	Pdesc	T	Spec Grav @T	Pvapor @ T	Visco @T	Qmin	Dif Head	Pot	NPSHd	NPSHr	Efic Bomba	Diam Rated	Speed
		-	m3/h	barg	barg	°C		bara	cP	m3/h	m	kW	m		%	mm	RPM
P-101 A/B	LVGO PA	Centrifuga	17,50	0,91	4,07	161,0	0,8	0,1	0,5	7,5	41,5	4,8	23,8	1,2	31,7	361	1480
P-102 A/B	Producto LVGO	Centrifuga	7,00	0,95	7,57	161,0	0,8	0,1	0,5	1,9	86,8	2,7	24,4	1,0	47,8	104	2960
P-103 A/B	MVGO PA	Centrifuga	13,57	0,61	3,61	223,6	0,8	0,1	0,3	4,0	39,5	5,6	19,8	1,0	20,0	353	1475
P-104 A/B	Producto MVGO	Centrifuga	4,13	0,73	7,52	223,6	0,8	0,1	0,3	0,5	89,6	14,2	21,3	1,0	5,5	262	2960
P-105 A/B	HVGO PA	Centrifuga	174,40	0,12	3,08	298,6	0,8	0,1	0,2	60,0	40,4	18,8	13,7	3,2	76,1	193	2950



**G2-PR-LE-001-0**

7

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

8

**SEPARADOR**

TAG	Servicio	Tipo	Volumen	L ef	Diam interno	P diseño	Presión Operativa	T diseño	T operativa	Material	Notas
		-	m3	mm	mm	kPa	kPa	°C	°C	-	
V-101	Sistema de eyección	Horizontal	5,80	2500	1700	165,0	336,0	63,0	35,0	Acero al carbono	



**G2-PR-LE-001-0**

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**EYECTORES**

Pág	8
De	8

TAG	Servicio	Fluido	N° Equipos	Largo	Diámetro Succión	Diámetro Descarga	Condiciones operativas Fluido Porceso				Condiciones operativas Vapor				Relación de compresión
							P diseño	P Operativa	T diseño	T operación	P diseño	P Operativa	T diseño	T operación	
		-		mm	in	in	barg	kPaA	°C	°C	barg	barg	°C	°C	-
EJ-101 A/B/C	Eyectores de primera etapa	Vapor	3	2921,00	10	10,00	3,50	6.33	136,7	108,7	10,7	10,7	218,0	190,0	5
EJ-102 A/B/C	Eyectores de segunda etapa	Vapor	3	678,00	3	3,00	3,50	28.5	136,7	108,7	9,0	9,0	218,0	190,0	5



**G2-PR-LL-001-0**

Pág.: 1 De: 2

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## LISTA DE LÍNEAS

# LISTADO DE LÍNEAS

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	MO	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR





**G2-GE-LC-001-0**

Rev. 0

UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

Por SU

LINEA PFD	PID	LINEA PID	DESDE	A	D (in)	FLUIDO	CLASE	SCH.	COND. OPERATIVA		COND. DISEÑO		AISLACIÓN		ESTADO	NOTA
									P	T	P	T	TIPO	ESPESOR (in)		
									(bar)	(°C)	(bar)	(°C)				
010	008	2"-HC-010-B47-PP-2"	2"-HC-229-B47-PP-2"	Hidrotratamiento	2	HC	B47	80	6	223,9	7,71	251,9	PP	2	Líquido	
154	008	4"-CWS-154-B12-B-"	16"-CWS-180-B12-B	E-104	4	CWS	B12	40	4,15	30	5,86	58	B	-	Líquido	
155	008	3"-CWR-155-B47-B-"	E-104	CWR Duct	3	CWR	B12	40	3,3	40	5,0	68	B	-	Líquido	
156	008	3"-CWS-156-B47-B-"	16"-CWS-180-B12-B	E-103 A	3	CWS	B47	40	4,15	30	5,86	58	B	-	Líquido	
157	008	3"-CWR-157-B47-B-"	E-103 A	CWR Duct	3	CWR	B47	40	3,19	40	4,89	68	B	-	Líquido	
202	008	2"-HC-202-B47-PP-2"	T-101	2"-HC-221/222-B47-PP-2"	2	HC	B47	80	0,12	223,5	1,833	251,5	PP	2	Líquido	
207	008	2"-HC-207-B47-PP-2"	E-104	T-101	2	HC	B47	80	0,11	153,5	1,8211	181,5	PP	2	Líquido	
221	008	2"-HC-221-B47-PP-2"	2"-HC-202-B47-PP-2"	P-103 A/B	2	HC	B47	80	1,9	223,6	3,6	251,6	PP	2	Líquido	
222	008	2"-HC-222-B47-PP-2"	2"-HC-202-B47-PP-2"	P-104 A/B	2	HC	B47	80	1,9	223,6	3,6	251,6	PP	2	Líquido	
223	008	2"-HC-223-B47-PP-2"	P-103 A/B	2"-HC-224-B47-PP-2"	2	HC	B47	80	4,91	223,8	6,62	251,8	PP	2	Líquido	
224	008	2"-HC-224-B47-PP-2"	2"-HC-223-B47-PP-2"	E-104	2	HC	B47	80	2,8	223,8	4,5	251,8	PP	2	Líquido	
225	008	2"-HC-225-B47-PP-2"	P-104 A/B	2"-HC-226-B47-PP-2"	2	HC	B47	80	8,5	223,9	10,2	251,9	PP	2	Líquido	
226	008	2"-HC-226-B47-PP-2"	2"-HC-225-B47-PP-2"	2"-HC-227/229-B47-PP-2"	2	HC	B47	80	6,35	223,9	8,06	251,9	PP	2	Líquido	
227	008	2"-HC-227-B47-PP-2"	2"-HC-226-B47-PP-2"	E-103 A	2	HC	B47	80	6,35	223,9	8,06	251,9	PP	2	Líquido	
228	008	2"-HC-228-B47-PP-2"	E-103 C	Almacenamiento	2	HC	B47	80	6,0	40,0	7,71	68	PP	2	Líquido	
229	008	2"-HC-229-B47-PP-2"	2"-HC-226-B47-PP-2"	2"-HC-010-B47-PP-2"	2	HC	B47	20	6,35	223,9	8,06	251,9	PP	2	Líquido	CD
-	008	XX"-CD27-XXX-YXX-YY-XX"	FCV-006	a drenaje cerrado	XX	HC	YXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	Líquido	CD
-	008	XX"-CD28-XXX-YXX-YY-XX"	P-103 A/B	a drenaje cerrado	XX	HC	YXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	Líquido	CD
-	008	XX"-CD29-XXX-YXX-YY-XX"	PCV-009	a drenaje cerrado	XX	HC	YXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	Líquido	CD
-	008	XX"-CD30-XXX-YXX-YY-XX"	LCV-004	a drenaje cerrado	XX	HC	YXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	Líquido	CD
-	008	XX"-CD31-XXX-YXX-YY-XX"	P-104 A/B	a drenaje cerrado	XX	HC	YXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	Líquido	CD
-	008	XX"-OD13-XXX-YXX-YY-XX"	E-104	a drenaje abierto	XX	HC	YXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	Líquido	OD
-	008	XX"-OD14-XXX-YXX-YY-XX"	P-103 A/B	a drenaje abierto	XX	HC	YXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	Líquido	OD
-	008	XX"-OD15-XXX-YXX-YY-XX"	E-103 C	a drenaje abierto	XX	HC	YXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	Líquido	OD
-	008	XX"-OD16-XXX-YXX-YY-XX"	P-104 A/B	a drenaje abierto	XX	HC	YXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	Líquido	OD
-	008	XX"-OD26-XXX-YXX-YY-XX"	TCV-049	a drenaje abierto	XX	HC	YXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	Líquido	OD



**G2-PR-CS-001-0**

Pág.: 1 De: 4

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES Y ELÉCTRICOS**

**CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES Y ELÉCTRICOS**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	13/09/2019	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES Y ELÉCTRICOS**

### **CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2. SERVICIOS</b> .....	<b>3</b>
1.1. Agua de enfriamiento.....	3
1.2. Electricidad .....	3
1.3. Aire de instrumentos .....	4
1.4. Vapor de media.....	4
1.5. Vapor de baja.....	4

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES Y ELÉCTRICOS**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este documento es listar los servicios que se utilizarán en la unidad de destilación al vacío, con sus respectivos caudales.

### **2. SERVICIOS**

El suministro de todos los servicios provendrá de la misma Refinería.

#### **1.1. AGUA DE ENFRIAMIENTO**

Se utilizará agua como fluido de enfriamiento de los intercambiadores E-101, E-102, E-103, E-104, E-105, E-106, E-107 y E-108. El caudal requerido es de 1009,3 m<sup>3</sup>/h aproximadamente, y se obtuvo del simulador UNISIM Design.

#### **1.2. ELECTRICIDAD**

Las unidades que consumen electricidad son las bombas P-101 A/B, P-102 A/B, P-103 A/B, P-104 A/B, P-105 A/B, P-106 A/B, P-107 A/B, P-108 A/B, P-109 A/B, P-110 A/B y los Aero-enfriadores A-101, A-102 y A-103. La potencia eléctrica consumida por cada uno de ellos es la siguiente:

- Potencia normal de P-101 A/B: 2,42 kW.
- Potencia normal de P-102 A/B: 2,69 kW.
- Potencia normal de P-103 A/B: 5,63 kW.
- Potencia normal de P-104 A/B: 14,2 kW.
- Potencia normal de P-105 A/B: 18,2 kW.
- Potencia normal de P-106 A/B: 20,38 kW.
- Potencia normal de P-107 A/B: 1,190 kW.
- Potencia normal de P-108 A/B: 23,21 kW.
- Potencia normal de P-109 A/B: 0,41 kW.
- Potencia normal de P-110 A/B: 1,537 kW.
- Potencia normal de A-101: 5 kW.
- Potencia normal de A-102: 6 kW.
- Potencia normal de A-103: 5 kW.

Las potencias de las bombas que fueron diseñadas (P-101, P-102, P-103, P-104, P-105) son las que corresponden a las hojas de datos de estas. Las potencias de las bombas que no fueron diseñadas se obtuvieron con el simulador UNISIM Design.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES Y ELÉCTRICOS**

Las potencias de los aero-enfriadores A-101 y A-102 se obtuvieron de las hojas de datos de estos que fueron diseñados con HTRI. La potencia del aero-enfriador A-103 que no fue diseñado se obtuvo del simulador UNISIM Design.

**1.3. AIRE DE INSTRUMENTOS**

Se utilizará para el accionamiento de las válvulas de control. Dependerá del funcionamiento que se les dé, pero su caudal promedio (o en tal condición) será de 0,59 Nm<sup>3</sup>/h (aprox) por válvula, y un total de 12,39 Nm<sup>3</sup>/h.

**1.4. VAPOR DE MEDIA**

Se utilizará como vapor inyectado en la Torre de vacío (T-101) y en los Eyectores (EJ-101 A/B/C y EJ-102 A/B). El caudal consumido en cada uno de ellos es el siguiente:

- T-101: 860 kg/hr.
- EJ-101 A/B/C: 4021 kg/hr.
- EJ-102 A/B: 3916 kg/hr.

**1.5. VAPOR DE BAJA**

Se utilizará como vapor inyectado en el horno (F-101). Siendo el caudal total consumido 400 kg/hr.



**G2-PR-MCE-001**

Pág.: 1 De: 7

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MATRIZ CAUSA-EFECTO**

**MATRIZ CAUSA-EFECTO**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	SU	MM	MC
---	------------	-----------------	----	----	----















**G2-P-PP-001-0**

Pág.: 1 De: 4

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**PIPING CLASS**

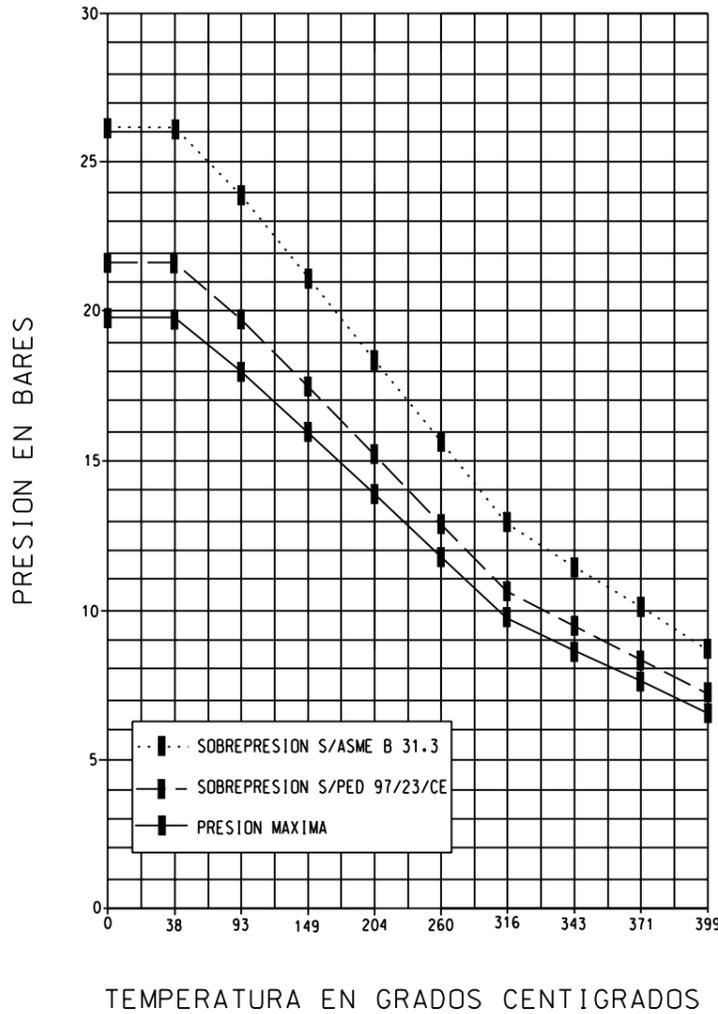
**PIPING CLASS UTILIZADOS : B-4, B-12 Y B-47**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	MO	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

# LIMITES DE PRESION TEMPERATURA

NOTA: EL GRAFICO LIMITA EL RATING DE BRIDAS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO



## VER NOTAS GENERALES

A-1 hasta A-5  
B-1 hasta B-4  
C-10 y C-11

aplicables a esta Especificación además de las indicadas en la columna de notas, también las bases de cálculos de tuberías y refuerzos en plano PE-L-0200.01

### ESPESOR DE PARED EN TUBERIAS

El espesor indicado en la tabla, corresponde al mayor de los obtenidos según las bases siguientes, sin considerar la reducción por corrosión, que podría ser aplicada.

Espeor mínimo requerido por  
(i)  $\text{espeor} = \frac{1}{0.875} \text{ presión interna} + \text{tolerancia de corrosión}$ .

(ii) espesor arbitrario de retiro de la tubería + tolerancia de corrosión.

DIAMETRO	ESPESOR CALCULADO EN DE DISEÑO	BASADO EN (i)(ii)	DIAMETRO	ESPESOR CALCULADO EN DE DISEÑO	BASADO EN (i)(ii)
2"	.225"	(ii)	8"	.245"	(ii)
3"	.225"	(ii)	10"	.255"	(ii)
4"	.225"	(ii)	12"	.255"	(ii)
6"	.235"	(ii)			

Además del espesor de pared usado, debe tenerse en cuenta el sobreepesor requerido por ASME B 31.3 donde sea necesario, para los esfuerzos provocados por causas distintas a las consideradas en el cálculo anterior.

### NOTAS

- 1 - Para utilización de swages ver ED-L-01.00.
- 2 - Con Si = 0.15 ± 0.35 % en ASTM A576 Gr. 1525.
- 3 - La especificación de instrumentos a utilizar en esta especificación de tuberías es la H-2.
- 4 - Se modifican los espesores de 10" y 12" a Sch. 30 (antes Sch. 20), según Proyecto de Revisión de Especificaciones, año 2007.

## TABLA Y TIPO DE REFUERZOS

DIAM. COLECTOR	DIAMETRO DERIVACION									
	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
3/4"	T									
1"	T	T								
1 1/2"	T	T	T							
2"	SK	SK	SK	T						
3"	SK	SK	SK	-	T					
4"	SK	SK	SK	-	-	T				
6"	SK	SK	SK	-	-	-	T			
8"	SK	SK	SK	-	-	-	-	T		
10"	SK	SK	SK	-	6	6	6	10	T	
12"	SK	SK	SK	6	10	10	10	15	15	T

- T TEE
- W WELDOLET
- SK SOCKLET
- SIN REFUERZO (SOLDADURA MINIMA)
- <15 CORDON DE SOLDADURA NECESARIO PARA REFUERZO (EN mm DE GARGANTA).
- >60 CORRESPONDE AL ANCHO DEL REFUERZO EN mm. EL ESPESOR ES IGUAL AL DEL COLECTOR, MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRO MAYOR.

SERVICIO :  
VACIO HASTA ALTA TEMPERATURA.

PWHT REQUERIDO POR	
SERVICIO	ESPESOR NOMINAL
TODOS	> 19 mm

RATING BRIDAS: (S/ASME B16.5) 150Lb. C. S.  
LIMITES DE TEMPERATURA: 0°C - 399°C  
TOLERANCIA NOMINAL DE CORROSION: 1/8"  
CODIGO DE DISEÑO: (ASME B 31.3 (2002))

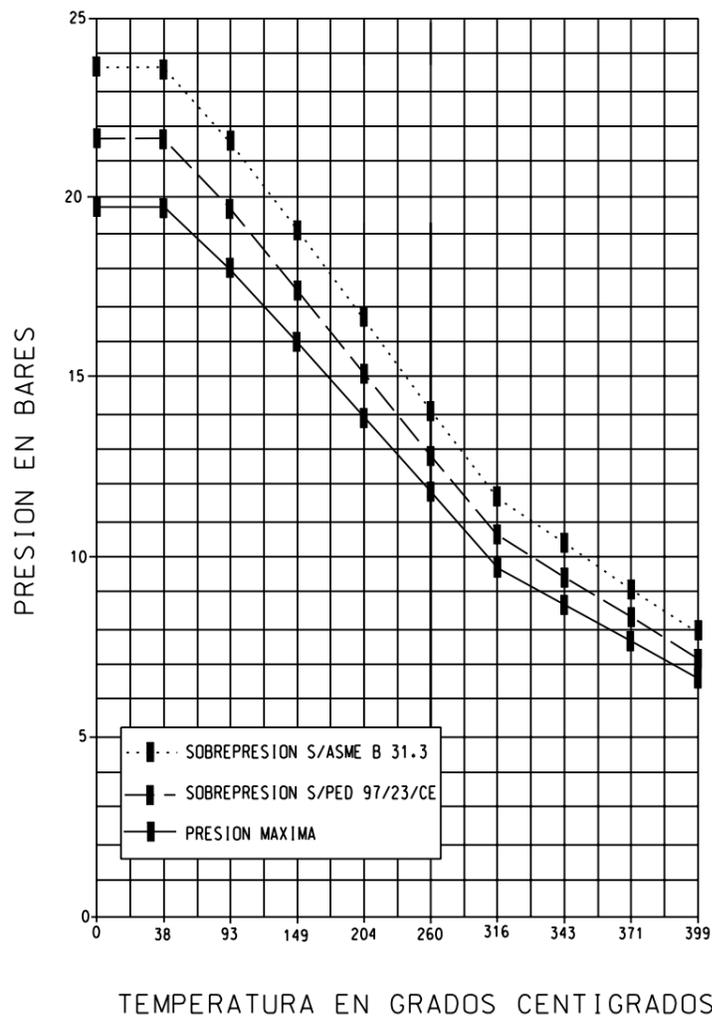
ACCESORIO	DIAMETRO	EXTREMO TIPO	CODIGO REPSOL	CODIGO NEGOCIO	SCHEDULE O RATING	MATERIAL y/o ESPECIFICACION	NORMAS	NOTAS
PIPE	3/4" - 1 1/2"	PLAIN END	L-9 L-7800	L-9 L-7800	Sch. 160	SEAMLESS STEEL ASTM A - 53 Gr.B Tipo S ó API - 5L Gr.B ó ASTM A - 106 Gr.B	ASME B 36.10	B-2
	2"	BEVEL END	L-7 L-7801	L-7 L-7801	Sch. 80			
	3" - 6"		L-6 L-7805	L-6 L-7805	Sch. 40			
	8"		L-4 L-8210	L-4 L-8210	Sch. 20			
	10" - 12" 14" Y MAYORES		L-5 L-8209	L-5 L-8209	Sch. 30 A CALCULAR			
NIPPLE	1/2" - 3/4"	T.O.E.	L-7881	L-7881	Sch. 160	SEAMLESS ASTM A - 106 Gr. B	---	E-4
	3/4" - 1 1/2"	P.E.	L-7882	L-7882	Sch. 160			
REDUCING NIPPLE CONCENTRIC	1 1/2" Y MENOR	P.E.	L-7883	L-7883	Sch. 160	SEAMLESS ASTM A - 106 Gr. B ó ASTM A - 576 Gr.1525	BS-3799	(1) (2)
REDUCING NIPPLE ECCENTRIC	3" y 2" x 1 1/2" y MENOR	B.L.E. / P.S.E.	L-8782	L-8782	Sch.80-160 Sch. 160			
UNION	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-1038	L-1038	6000 Lb.	FORGED STEEL ASTM A - 105	BS-3799	ASME B 16.11
ELBOW 90°			L-1032	L-1032				
ELBOW 45°			L-1033	L-1033				
CAP			L-1034	L-1034				
COUPLING REDUCER			L-1036	L-1036				
TEE			L-1035	L-1035				
COUPLING			L-1037	L-1037				
REDUCER INSERT			L-1039	L-1039				
SOCKLET			L-349	L-349				
LATROLET			L-340	L-340				
ELBOLET	L-350	L-350						
THREDOLET	3/4" - 1 1/2"	SCREWED	L-204	L-204	ASTM A - 576 Gr.1525	BS-3799	ASME B 16.11	
CAP			L-1411	L-1411				
BOSS	2" 3" - 6" 8" 10" - 12"	BUTT WELD	L-7918	L-7918	WROUGHT STEEL ASTM A - 234 Gr. WPB	ASME B 16.9	E-1	
ELBOW 90°			L-7929	L-7929				
ELBOW 45°			L-7961	L-7961				
			L-8268	L-8268				
CAP			L-8267	L-8267				
			L-7931	L-7931				
REDUCER CONCENTRIC			L-7962	L-7962				
			L-8270	L-8270				
REDUCER ECCENTRIC			L-8269	L-8269				
			L-7933	L-7933				
TEE	L-7963	L-7963						
	L-8272	L-8272						
WELDOLET	L-8271	L-8271						
	L-7935	L-7935						
NOZZLE WELD	L-7964	L-7964						
	L-8274	L-8274						
FLG. SOCKET WELD	L-8273	L-8273						
	L-7937	L-7937						
FLG. WELD NECK	L-7965	L-7965						
	L-8276	L-8276						
BLIND FLANGE	L-8275	L-8275						
	L-7939	L-7939						
ORIFICE FLANGED	L-7960	L-7960						
	L-8278	L-8278						
SPECTACLE BLIND	L-8277	L-8277						
	L-7960	L-7960						
SPACER	L-8278	L-8278						
	L-8277	L-8277						
SPIRAL WOUND	ALL SIZES	L-1527	L-1527	150 Lb.	ALLOY STEEL WITH TWO HEX. NUTS ASTM A-193 Gr.B7 WITH ASTM A-194 Gr.2H	ASME B 1.1		
	2" & LARGER	L-1528	L-1528	300 Lb.				
VALVULA DE COMPUERTA	1/2" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-6566	800 Lb. COMPACT	FORGED STEEL ASTM A-105	API - 602		
	3/4" - 1 1/2"	"VALVOLET" EXTREMO LIBRE S.W.	L-9116	150 Lb.				
VALVULA DE GLOBO	2" & LARGER	FLANGED 1/16" R.F.	L-8706	150 Lb.	CAST STEEL ASTM A - 216 WCB	API - 600		
	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L- 296	800 Lb.				
VALVULA DE MACHO LUBRICADA	2" & LARGER	FLANGED 1/16" R.F.	L-8707	150 Lb.	CAST STEEL ASTM A - 216 WCB	BS - 5353		
	1/2" & LARGER	---	H-260 H-270	H-260 H-270				

PE-L-0201.47H1.dgn	FEBRERO-07	REVISION GENERAL	J.S.R.	I.G.G.	J.A.D.R.	REPSOL	DIRECCION DE INGENIERIA DIRECCION TECNICA
FICHERO	FECHA	DESCRIPCION	REALIZ.	COMPR.	APROB.	TUBERIAS PLANO ESTANDAR	REV.
ESPECIFICACION DE TUBERIA "B-47"						NUMERO	HOJA .1. DE .1.
						PE-L-0201.47	02

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE REPSOL. NO PUEDE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y / O USADO SIN PREVIA AUTORIZACION DE REPSOL.

# LIMITES DE PRESION TEMPERATURA

NOTA: EL GRAFICO LIMITA EL RATING DE BRIDAS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO



VER NOTAS GENERALES

A-1 hasta A-5  
B-1 hasta B-4  
C-10 y C-11

aplicables a esta Especificación además de las indicadas en la columna de notas, también las bases de calculos de tuberías y refuerzos en plano PEB-L-1810.

**ESPESOR DE PARED EN TUBERIAS**

El espesor indicado en la tabla, corresponde al mayor de los obtenidos según las bases siguientes, sin considerar la reducción por corrosión, que podría ser aplicada.

(i) espesor  $t = \frac{1}{0.875}$  Espesor mínimo requerido por presión interna + tolerancia de corrosión.

(ii) espesor arbitrario de retiro de la tubería + tolerancia de corrosión.

DIAMETRO	ESPESOR CALCULADO DE DISEÑO	BASADO EN (i)(ii)	DIAMETRO	ESPESOR CALCULADO DE DISEÑO	BASADO EN (i)(ii)
2"	.163"	(ii)	10"	.193"	(ii)
3"	.163"	(ii)	12"	.209"	(i)
4"	.163"	(ii)	14"	.222"	(i)
6"	.173"	(ii)	16"	.244"	(i)
8"	.183"	(ii)	18"	.265"	(i)

Además del espesor de pared usado, debe tenerse en cuenta el sobreespesor requerido por ASME B 31.3 donde sea necesario, para los esfuerzos provocados por causas distintas a las consideradas en el cálculo anterior.

- NOTAS**
- Utilizar bridas Socket-Weld en sustitución de tuercas de unión.
  - Con Si = 0.15 ± 0.35 % en ASTM A576 Gr.1525.
  - Para utilización de SWAGES ver ED-L-01.00.
  - ANULADA ---
  - La especificación de instrumentos a utilizar en esta especificación de tuberías es la H-2.
  - ANULADA ---
  - Los extremos de la válvula se mecanizarán al espesor de la tubería donde irá soldada.

ACCESORIO	DIAMETRO	EXTREMO TIPO	CODIGO REPSOL	CODIGO NEGOCIO	SCHEDULE O RATING	MATERIAL y/o ESPECIFICACION	NORMAS	NOTAS
PIPE	3/4" - 1 1/2"	PLAIN END	L-7801	L-7801	Sch. 80	SEAMLESS STEEL ASTM A - 106 Gr. B	ASME B 36.10	B-2 F-2 para 14" y 16"
	2" - 6"	BEVEL END	L-7805	L-7805	Sch. 40			
	8" - 18"		L-8210	L-8210	Sch. 20			
	20" & LARGER		---	---	A CALCULAR			
NIPPLE	1/2" - 3/4"	T.O.E.	L-7881	L-7881	Sch. 160	SEAMLESS ASTM A - 106 Gr. B	---	E-4
	3/4" - 1 1/2"	P.E.	L-7889	L-7889	Sch. 40	SEAMLESS ASTM A - 106 Gr. B ASTM A - 576 Gr.1525	BS-3799	(2) (3)
REDUCING NIPPLE CONCENTRIC	1 1/2" Y MENOR	P.E.	L-7890	L-7890	Sch. 80	SEAMLESS ASTM A - 106 Gr. B ASTM A - 576 Gr.1525	BS-3799	(1)
REDUCING NIPPLE ECCENTRIC	3" y 2" x 1 1/2" Y MENOR	B.L.E. / P.S.E.	L-8780	L-8780	Sch. 40			
UNION	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-178	L-178	3000 Lb.	FORGED STEEL ASTM A - 105	ASME B 16.11	(1)
ELBOW 90°			L-184	L-184				
ELBOW 45°			L-181	L-181				
CAP			L-182	L-182				
COUPLING REDUCER			L-179	L-179				
TEE			L-180	L-180				
COUPLING			L-183	L-183				
REDUCER INSERT			L-343	L-343				
SOCKLET			L-368	L-368				
LATROLET			L-369	L-369				
ELBOLET			L-205	L-205				
THREDOLET			L-79	L-79				
CAP			L-118	L-118				
BOSS			L-118	L-118				
ELBOW 90°	2" - 6" 8" - 18"	BUTT WELD	L-7961	L-7961	Sch. 40 Sch. 20	WROUGHT STEEL ASTM A - 234 Gr. WPB	ASME B 16.9	E-1
ELBOW 45°			L-8268	L-8268				
CAP			L-7962	L-7962				
REDUCER CONCENTRIC			L-8270	L-8270				
REDUCER ECCENTRIC			L-7963	L-7963				
TEE			L-8272	L-8272				
WELDOLET			L-7964	L-7964				
NOZZLE WELD			L-8274	L-8274				
FLG. SOCKET WELD			L-7965	L-7965				
FLG. WELD NECK			L-8276	L-8276				
BLIND FLANGE			L-8276	L-8276				
ORIFICE FLANGED			L-7960	L-7960				
SPECTACLE BLIND			L-8278	L-8278				
BLIND SPACER			L-8278	L-8278				
SPIRAL WOUND	---	---	---	---	---	---	---	---
STUD - BOLT	1/2" & LARGER	---	H-260 H-270	H-260 H-270	---	ALLOY STEEL WITH TWO HEX. NUTS ASTM A - 193 Gr. B7 WITH ASTM A - 194 Gr. 2H	ASME B 1.1	---
VALVULA DE COMPUERTA	1/2" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-6566	---	800 Lb.	FORGED STEEL ASTM A-105 STELLITE TRIM	API - 602	C-6, C-13
	3/4" - 1 1/2"	"VALVOLET" EXTREMO LIBRE S.W.	L-9116	---	---	---	---	---
	2" & LARGER	FLANGED 1/16" R.F.	L-8362	---	150 Lb.	CAST STEEL ASTM A - 216 WCB STELLITE TRIM	API - 600	C-2, C-8 (7) C-9 y C-5
	2" - 18"	BUTT WELD	L-8363	---	---	---	---	---
VALVULA DE GLOBO	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-296	---	800 Lb.	FORGED STEEL ASTM A-105 STELLITE TRIM	API - 602	---
	2" & LARGER	FLANGED 1/16" R.F.	L-125	---	150 Lb.	CAST STEEL ASTM A - 216 WCB STELLITE TRIM	BS - 1873	C-9, C-8 (7)
VALVULA DE RETENCION	2" - 10"	BUTT WELD	L-8364	---	---	---	---	---
	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-198	---	800 Lb.	FORGED STEEL ASTM A-105	API - 602	---
	2" & LARGER	FLANGED 1/16" R.F.	L-126	---	150 Lb.	SWING CAST STEEL ASTM A - 216 WCB	BS - 1868	C-9, C-1, C-8 (7)

## TABLA Y TIPO DE REFUERZOS

DIAM. COLECTOR	DIAMETRO DERIVACION												
	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"
3/4"	T												
1"	T	T											
1 1/2"	T	T	T										
2"	SK	SK	SK	T									
3"	SK	SK	SK	-	T								
4"	SK	SK	SK	-	-	T							
6"	SK	SK	SK	-	-	-	T						
8"	SK	SK	SK	6	6	10	10	T					
10"	SK	SK	SK	10	10	10	15	15	T				
12"	SK	SK	SK	10	15	15	15	60	70	T			
14"	SK	SK	SK	10	15	15	60	60	80	T			
16"	SK	SK	SK	10	15	15	60	60	70	90	100	T	
18"	SK	SK	SK	15	15	15	60	70	80	60	110	120	T

- T TEE
- W WELDOLET
- SK SOCKLET
- SIN REFUERZO (SOLDADURA MINIMA)
- <15 CORDON DE SOLDADURA NECESARIO PARA REFUERZO (EN mm DE GARGANTA).
- >60 CORRESPONDE AL ANCHO DEL REFUERZO EN mm. EL ESPESOR ES IGUAL AL DEL COLECTOR, MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRO MAYOR.

SERVICIO : VAPOR Y CONDENSADO.

PWHT REQUERIDO POR	
SERVICIO	ESPESOR NOMINAL
TODOS	> 19 mm

RATING BRIDAS: (S/ASME B16.5) 150Lb. C. S.

LIMITES DE TEMPERATURA: 0°C - 399°C

TOLERANCIA NOMINAL DE CORROSION: 1/16"

CODIGO DE DISEÑO: (ASME B 31.1 (2004))

PE-L-0201.12HI.DGN FEBRERO-07 REVISION GENERAL

J.G.F. I.G.G. J.A.D.R. REALIZ. COMPR. APROB.

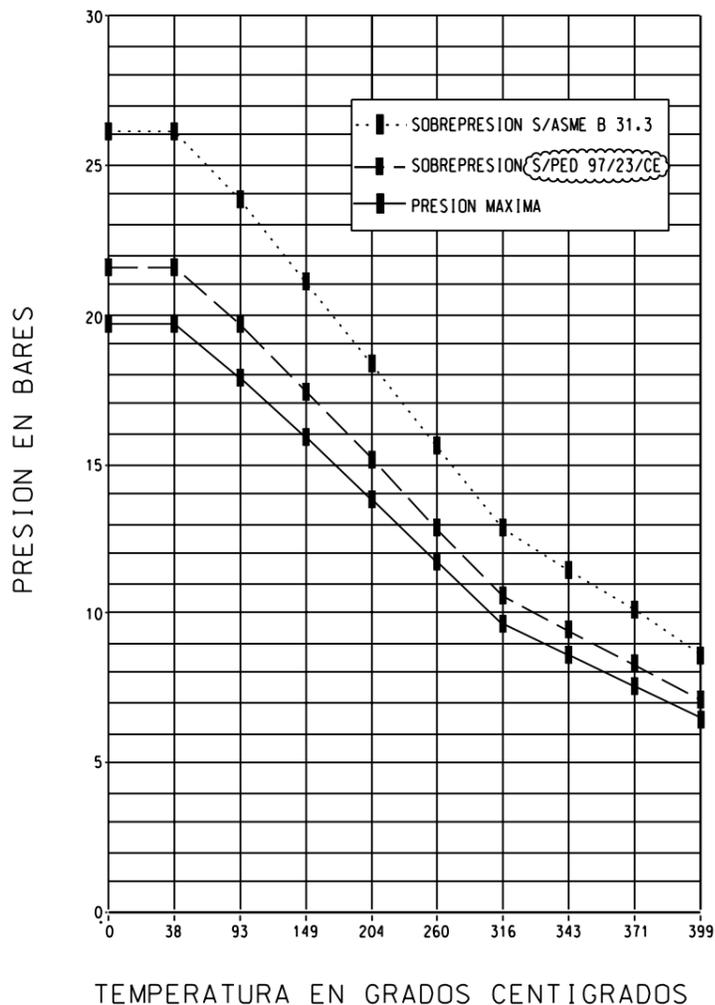
TUBERIAS PLANO ESTANDAR

NUMERO PE-L-0201.12 HOJA ... DE ... REV. 02

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE REPSOL. NO PUEDE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O USADO SIN PREVIA AUTORIZACION DE REPSOL.

# LIMITES DE PRESION TEMPERATURA

NOTA: EL GRAFICO LIMITA EL RATING DE BRIDAS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO



## VER NOTAS GENERALES

A-1 hasta A-6  
B-1 hasta B-4  
C-10 y C-11  
D-3 y D-9  
aplicables a esta Especificación además de las indicadas en la columna de notas, también las bases de cálculos de tuberías y refuerzos en plano PE-L-0200.1.

## ESPESOR DE PARED EN TUBERIAS

El espesor indicado en la tabla, corresponde al mayor de los obtenidos según las bases siguientes, sin considerar la reducción por corrosión, que podría ser aplicada. Espesor mínimo requerido por (i) espesor =  $\frac{1}{0.875}$  presión interna + tolerancia de corrosión.

(ii) espesor arbitrario de retiro de la tubería + tolerancia de corrosión.

DIAMETRO	ESPESOR CALCULADO DE DISEÑO	BASADO EN (i)(ii)	DIAMETRO	ESPESOR CALCULADO DE DISEÑO	BASADO EN (i)(ii)
2"	.163"	(ii)	14"	.193"	(i)
3"	.163"	(ii)	16"	.201"	(i)
4"	.163"	(ii)	18"	.217"	(i)
6"	.173"	(ii)	20"	.233"	(i)
8"	.183"	(ii)	22"	.250"	(i)
10"	.193"	(ii)	24"	.266"	(i)
12"	.193"	(ii)			

Además del espesor de pared usado, debe tenerse en cuenta el sobreespesor requerido por ASME B 31.3 donde sea necesario, para los esfuerzos provocados por causas distintas a las consideradas en el cálculo anterior.

## NOTAS

- Para utilización de SWAGES ver ED-L-01.00.
- Se utilizarán válvulas de doble disco siempre que se conecten dos sistemas de tuberías de productos distintos que puedan tener contaminación, poniendo válvulas de drenaje en el punto bajo del cuerpo de la válvula.
- La especificación de instrumentos a utilizar en esta especificación de tuberías es la H-2.
- ANULADA
- ANULADA
- Para espesor de pared en diámetros de 20" y mayor a utilizar en la Planta de Etileno, vease Plano STIE-L-22650, hoja 2 de 8.
- ANULADA
- El uso de esta válvula esta condicionado por el anillo de cierre a -29°C/25 bars o por temp. max. de 232°C. En cualquier caso, el fabricante deberá garantizar la integridad del anillo de cierre para el fluido y temperatura en servicio.
- Con Si = 0.15 + 0.35 % en ASTM A576 Gr.1525

## TABLA Y TIPO DE REFUERZOS

DIAM. COLECTOR	DIAMETRO DERIVACION															
	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	22"	24"
3/4"	T															
1"	T	T														
1 1/2"	T	T	T													
2"	SK	SK	SK	T												
3"	SK	SK	SK	-	T											
4"	SK	SK	SK	-	-	T										
6"	SK	SK	SK	-	-	-	T									
8"	SK	SK	SK	-	-	-	-	T								
10"	SK	SK	SK	-	-	-	6	10	T							
12"	SK	SK	SK	6	10	10	10	15	15	T						
14"	SK	SK	SK	10	10	10	15	15	15	60	T					
16"	SK	SK	SK	10	10	15	15	60	60	60	60	T				
18"	SK	SK	SK	10	15	15	60	60	60	70	80	90	T			
20"	SK	SK	SK	10	15	15	W	W	W	70	70	90	100	T		
22"	SK	SK	SK	15	15	15	W	W	W	80	80	90	110	120	T	
24"	SK	SK	SK	15	15	15	W	W	70	80	90	100	120	130	140	T

- T TEE LADOS IGUALES
- W WELDOLET
- SK SOCKLET
- SIN REFUERZO (SOLDADURA MINIMA)
- <15 CORDON DE SOLDADURA NECESARIO PARA REFUERZO (EN mm DE GARGANTA).
- >60 CORRESPONDE AL ANCHO DEL REFUERZO EN mm. EL ESPESOR ES IGUAL AL DEL COLECTOR, MIENTRAS NO SE INDIQUE OTRO MAYOR.

## SERVICIO :

HIDROCARBURO.  
HIDROGENO ó MEZCLA DE AMBOS.  
FUEL-OIL.  
FUEL-GAS.  
ANTORCHA.  
GAS NATURAL.

PWHT REQUERIDO POR	
SERVICIO	ESPESOR NOMINAL
Servicio especial de H <sub>2</sub>	TODOS
SI DUREZA > 200 HB	> 19 mm
SI DUREZA < 200 HB	> 19 mm
TODOS	> 19 mm

RATING BRIDAS: (S/ASME B16.5) 150lb. C. S.  
LIMITES DE TEMPERATURA: 0°C + 399°C  
TOLERANCIA NOMINAL DE CORROSION: 1/16"  
CODIGO DE DISEÑO: (ASME B 31.3 (2002))

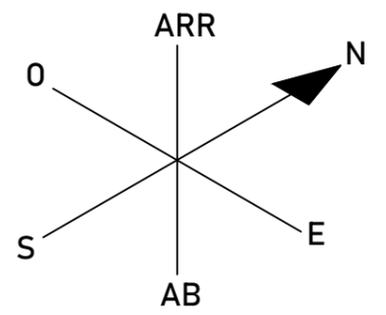
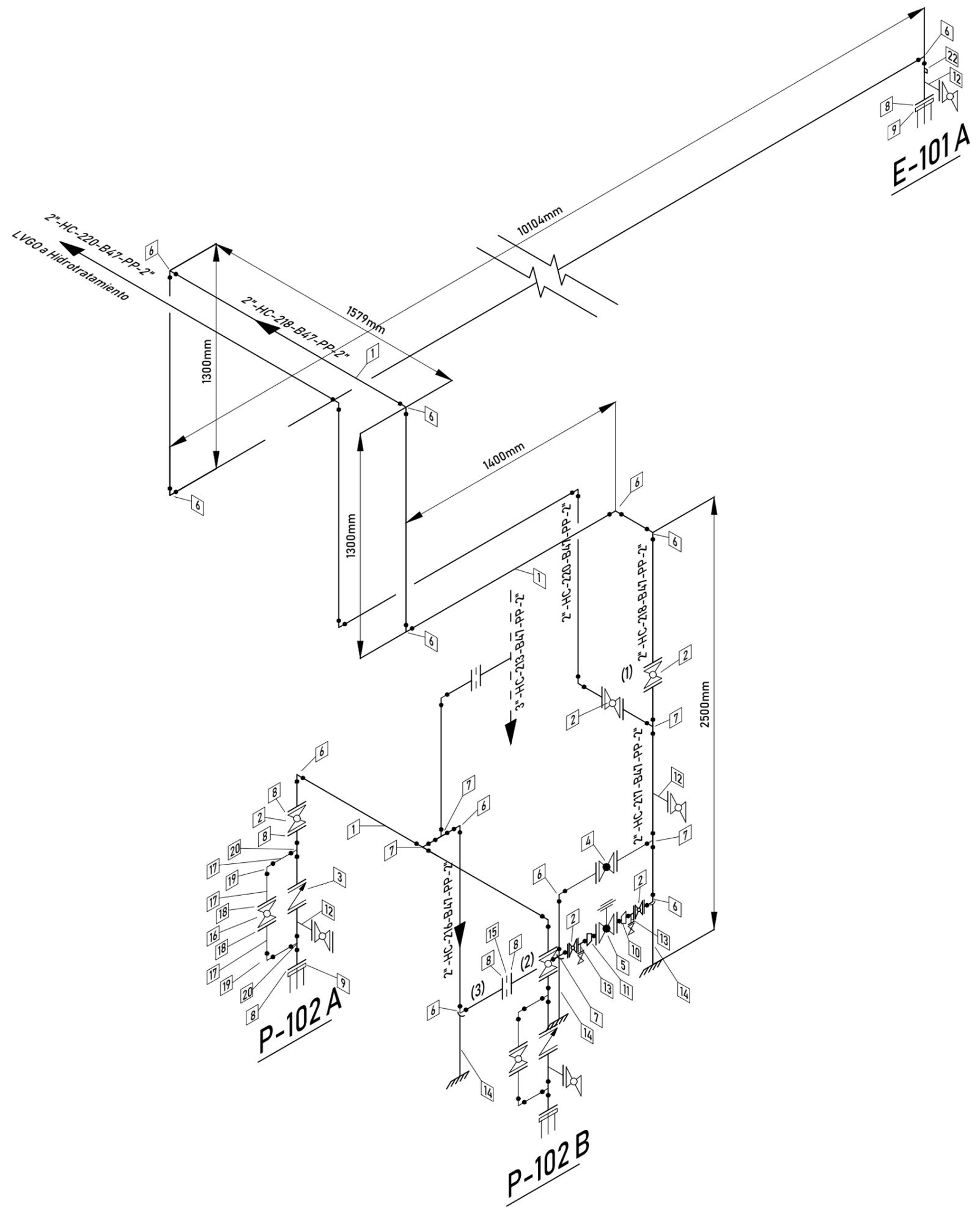
ACCESORIO	DIAMETRO	EXTREMO TIPO	CODIGO REPSOL	CODIGO NEGOCIO	SCHEDULE ó RATING	MATERIAL y/ó ESPECIFICACION	NORMAS	NOTAS
PIPE	3/4" - 1 1/2"	PLAIN END	L-7 L-7801	L-7 L-7801	Sch. 80	SEAMLESS STEEL ASTM A - 53 Gr.B Tipo S API - 5L Gr.B ASTM A-106 Gr.B	ASME B 36.10	B-2 (6) F-2 para 14" a 20"
	2" - 6"	BEVEL END	L-6 L-7805	L-6 L-7805	Sch. 40			
	8" - 24"		L-4 L-8210	L-4 L-8210	Sch. 20			
	26" & LARGER		---	---	A CALCULAR			
NIPPLE	1/2" - 3/4"	T.O.E.	L-7881	L-7881	Sch. 160	SEAMLESS ASTM A - 106 Gr. B	---	E-4
	3/4" - 1 1/2"	P.E.	L-7882	L-7882				
REDUCING NIPPLE CONCENTRIC	1 1/2" Y MENOR	P.E.	L-7890	L-7890	Sch. 80	SEAMLESS ASTM A - 106 Gr. B ASTM A - 576 Gr.1525	BS-3799	(1) (9)
REDUCING NIPPLE ECCENTRIC	3" y 2" x 1 1/2" Y MENOR	B.L.E. / P.S.E.	L-8780	L-8780	Sch. 40			
UNION	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-173	L-173	3000 Lb.	FORGED STEEL ASTM A - 105	ASME B 16.11	E-3
ELBOW 90°			L-178	L-178				
ELBOW 45°			L-184	L-184				
CAP			L-181	L-181				
COUPLING REDUCER			L-182	L-182				
TEE			L-179	L-179				
COUPLING			L-180	L-180				
REDUCER INSERT			L-183	L-183				
SOCKLET			L-343	L-343				
LATROLET			L-368	L-368				
ELBOLET	L-369	L-369						
THREDOLET	L-205	L-205						
CAP	L-79	L-79						
BOSS	L-118	L-118						
ELBOW 90°	6"	SOCKET WELD	L-7961	L-7961	Sch. 40	ASTM A - 105	BONNEY FORGE Y MSS-SP-97	E-1, E-3
			L-8268	L-8268				
ELBOW 45°	6"	SOCKET WELD	L-7962	L-7962	Sch. 20	ASTM A - 234 Gr. WPB	ASME B 16.9	E-1
			L-8270	L-8270				
CAP	2" - 6"	BUTT WELD	L-7963	L-7963	Sch. 40	ASTM A - 234 Gr. WPB	ASME B 16.9	E-1
			L-8272	L-8272				
REDUCER CONCENTRIC	8" - 24"	BUTT WELD	L-7964	L-7964	Sch. 20	ASTM A - 234 Gr. WPB	ASME B 16.9	E-1
			L-8274	L-8274				
REDUCER ECCENTRIC	8" - 24"	BUTT WELD	L-7965	L-7965	Sch. 20	ASTM A - 234 Gr. WPB	ASME B 16.9	E-1
			L-8276	L-8276				
TEE	8" - 24"	BUTT WELD	L-7960	L-7960	Sch. 20	ASTM A - 234 Gr. WPB	ASME B 16.9	E-1
			L-8278	L-8278				
WELDOLET	6"	SOCKET WELD	L-306	L-306	Sch. 40	ASTM A - 105	BONNEY FORGE Y MSS-SP-97	E-1, E-3
			L-6143	L-6143				
NOZZLE WELD	14" & LARGER	---	---	---	---	FIELD FABRICATE	VER TABLA DE REFUERZOS	
FLG. SOCKET WELD	3/4" - 1 1/2"	---	L-295	L-295	150 Lb.	FORGED STEEL ASTM A - 105	ASME B 16.5	D-5, D-6
FLG. WELD NECK	3/4" - 1 1/2"	1/16" R.F.	L-149	L-149	150 Lb.	FORGED STEEL ASTM A - 105	ASME B 16.5	D-5, D-6
BLIND FLANGE	2" & LARGER	1/16" R.F.	L-140	L-140	300 Lb.	FORGED STEEL ASTM A - 105	ASME B 16.5	D-5, D-6
ORIFICE FLANGED	2" & LARGER	1/16" R.F.	L-247	L-247	300 Lb.	FORGED STEEL ASTM A - 105	ASME B 16.5	D-5, D-6
SPECTACLE BLIND	3/4" - 12"	---	L-7974	L-7974	150 Lb.	ASTM A - 516 Gr. 60	VER PE-L-0100.12	
BLIND	14" - 24"	F.F.	L-8526	L-8526	150 Lb.	ASTM A - 516 Gr. 60	VER PE-L-0100.12	
SPACER	14" - 24"	F.F.	L-8527	L-8527	150 Lb.	ASTM A - 516 Gr. 60	VER PE-L-0100.12	
SPIRAL WOUND	ALL SIZES	1/16" R.F.	L-1527	L-1527	150 Lb.	ASME B16.20 EXCEPT METAL WINDING TO BE ATSI 316 Ti, Cb o L	ASME B16.20	
			L-1528	L-1528	300 Lb.	ALLOY STEEL WITH TWO HEX. NUTS ASTM A - 193 Gr. B7 WITH ASTM A - 194 Gr. 2H	ASME B 1.1	
STUD - BOLT	1/2" & LARGER	---	H-260 H-270	H-260 H-270	---	ALLOY STEEL WITH TWO HEX. NUTS ASTM A - 193 Gr. B7 WITH ASTM A - 194 Gr. 2H	ASME B 1.1	
VALVULA DE COMPUERTA	1/2" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-7855		800 Lb. COMPACT	FORGED STEEL ASTM A-105	API - 602	C-6, C-13
	3/4" - 1 1/2"	"VALVOLET" EXTREMO LIBRE S.W.	L-9115		150 Lb.	CAST STEEL ASTM A - 216 WCB	API - 600	C-2
	2" - 24"	FLANGED 1/16" R.F.	L-124		150 Lb.	FORGED STEEL ASTM A-105	API - 602	C-7
VALVULA DE GLOBO	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-296		800 Lb.	FORGED STEEL ASTM A-105	API - 602	C-7
	2" - 8"	FLANGED 1/16" R.F.	L-125		150 Lb.	CAST STEEL ASTM A - 216 WCB	BS - 1873	C-1
VALVULA DE RETENCION	3/4" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-198		800 Lb.	FORGED STEEL ASTM A-105	API - 602	C-7
	2" - 24"	FLANGED 1/16" R.F.	L-126		150 Lb.	SWING CAST STEEL ASTM A - 216 WCB	BS - 1868	C-1
VALVULA DE BOLA	1/2" - 1 1/2"	SOCKET WELD	L-6268		800 Lb.	FORGED STEEL ASTM A-105	EN - 17292	(8)
	2" - 6"	FLANGED 1/16" R.F.	L-1584		150 Lb.	CAST STEEL B.S.-1504-161 Gr.B ASTM A - 216 WCB	EN - 17292	(8)
VALVULA DE DOBLE COMPUERTA	2" - 24"	FLANGED 1/16" R.F.	L-7859		150 Lb.	CAST STEEL ASTM A - 216 WCB	API - 600	(2)

PE-L-0201.04H1.DGN	FEBRERO-07	REVISION GENERAL	J.G.F.	I.G.G.	J.A.D.R.	REPSOL	DIRECCION DE INGENIERIA DIRECCION TECNICA
FICHERO	FECHA	DESCRIPCION	REALIZ.	COMPR.	APROB.	TUBERIAS PLANO ESTANDAR	NUMERO
TITULO	ESPECIFICACION DE TUBERIA " B-4 "					PE-L-0201.04	HOJA 1 DE 1
							REV. 02

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**ISOMETRIA CONEXIÓN LVGO ALMACENAMIENTO****ISOMETRIA CONEXIÓN LVGO ALMACENAMIENTO****UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APROBO



### LISTADO DE MATERIALES

ID	Descripción	CT.	ND	Sch/Clase
1	Cañería	21359 mm	2"	B47
2	Válvula Bloqueo	6	2"	B47
3	Válvula Retención	2	2"	B47
4	Válvula Globo	1	2"	B47
5	Válvula Reg. Caudal	1	1.5"	B47
6	Codo 90°	13	2"	B47
7	Tee	5	2"	B47
8	Brida	22	2"	B47
9	Nozzle	3	2"	B47
10	Exp. Concéntrica	1	1.5"x2"	B47
11	Red. Concéntrica	1	2" x 1.5"	B47
12	Conex. Manómetro	4	3/4"	B47
13	Conexion Drenaje	2	3/4"	B47
14	Soporte de Campo	3	-	-
15	Placa Orificio	1	X"	B47
16	Válvula Bloqueo	2	3/4"	B47
17	Cañería	500 mm	3/4"	B47
18	Brida	4	3/4"	B47
19	Codo 90°	4	3/4"	B47
20	Tee de Reducción	4	2" x 3/4"	B47
22	Conexión Temp.	1	-	B47

#### Notas

1. Bifurcación Proceso (Oeste) / Almacenamiento (Arriba)
2. Mínimo 8 diámetros rectos
3. Mínimo 2 diámetros rectos

0	20/09/2019	EMISION FINAL	EB-JJ-MF-MQ-SU	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REVISO	APROBO

GRUPO: NRO 2

12.90 - PROYECTO DE PLANTAS  
Unidad de Destilación al Vacío



IS 001 - Isometría Conexión LVGO a Almacenamiento

ESCALA	OBRA N°	PROM 2019	DWG. N°: G2-P-IS-001	REV. 0
4:100				

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS****HOJA DE DATOS DE PSV's  
UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	15/09/19	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APROBO



G2-ISC-HD-PCVS-0

Pagina: 2 De: 3

Rev : 0

CLIENTE : PROYECTO DE PLANTAS

PROYECTO: DESTILACION AL VACIO

**HOJA DE DATOS**

Revision	0
Tag N°	
N° de equipo o línea	T-101
N° de PSVs en serv / instaladas	1 / 2 / 3

**CONDICIONES OPERATIVAS (TOPE)**

Presión	Kpa	9,333
Temperatura	°C	110-180

**FLUIDO EN CONDICIONES DE ALIVIO**

Naturaleza del fluido	HC + H2O	
Estado	Vapor	
Caudal requerido	kg/h	56540
Caudal volumétrico	m3/h	1016
Densidad	kg/m3	4,42
Peso Molecular	kg/kmol	52,91
Viscosidad del líquido	cP	0,02074
Factor de compresibilidad		0,9798
Cp/Cv		1,065

**CONDICIONES DE ALIVIO**

Presión de set	barg	3,5
Contrapresión	barg	0,2
Sobrepresión permitida	barg	0,35 (10%)
Temperatura de descarga	°C	389,7

Contingencia Por agua de enfriamiento/ Falla eléctrica

Descarga a FLARE

**CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA**

Area orificio requerida	in <sup>2</sup>	13,182
Cantidad de válvulas requeridas		2
Tipo de válvula		Convencional
Tipo orificio		R
Tamaño de válvula		6x8



G2-ISC-HDPSV-001-0

Pagina: 3 De: 3

Rev : 0

CLIENTE :	PROYECTO DE PLANTAS
PROYECTO:	UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**HOJA DE DATOS**

Revisión	0
Tag N°	
N° de equipo o línea	V-101
N° de PSVs en serv / instaladas	4 / 5

**CONDICIONES OPERATIVAS**

Presión	Kpa	150
Temperatura	°C	35

**FLUIDO EN CONDICIONES DE ALIVIO**

Naturaleza del fluido	HC + H2O	
Estado	Vapor	
Caudal requerido	kg/h	7767
Caudal volumétrico Actual	m3/h	7790
Densidad	kg/m3	0,99
Peso Molecular	kg/kmol	21,07
Viscosidad del líquido	cP	0,01034
Factor de compresibilidad		0,9812
Cp/Cv		1,279

**CONDICIONES DE ALIVIO**

Presión de set	barg	2,19675
Contrapresión	barg	0,2
Sobrepresión permitida	barg	2,66 (21%)
Temperatura de descarga	°C	150
Contingencia		Fuego
Descarga a		FLARE

**CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA**

Area orificio requerida	in <sup>2</sup>	6,4
Cantidad de Válvulas requeridas		1
Tipo de válvula		Convencional
Tipo orificio		P
Tamaño de válvula		4 x 6



**G2-ISC-HDCV-001-0**

Pág.: 1 De: 5

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## HOJA DE DATOS

# HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS DE CONTROL

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	MO	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



# HOJA DE DATOS FCV-005

Customer:	Proyecto de Plantas			Phone:	
Fax:				Contact:	
Item:	1	Qty:	1	PO Number:	
Tags:	FCV-005			Project:	Unidad de destilación al vacío
Description:	1 Inch ET			P&ID Number:	G2-PR-P&ID-007
Service Description:	LVGO Pumpharound			Line Number:	2"-HC-214-B47-PP-2"

1	Fluid:	LVGO	Crit. Pressure PC:	396.720 psia		
2	Service Conditions	Units	Minimum	Normal	Maximum	Others
3	Volumetric Flow Rate Liquid (Ql)	m3/h	12.7280	15.9100	17.5010	
4	Inlet Pressure (P1)	kPa(a)	540.86	511	476.47	
5	Outlet Pressure (P2)	kPa(a)	313.65	321.34	325.78	
6	Inlet Temperature (T1)	deg C	161.0000	161.0000	161.0000	
7	Liquid Specific Gravity (G1)		0.776	0.776	0.776	
8	Kinematic Viscosity (Nu)					
9	Vapor Pressure (Pv)	kPa(a)	16.830	16.830	16.830	
10	Sizing Coefficient (Cv)		9.763	14.875	18.835	
11	(Allowed) / (Calculated w/ Insulation Credit)	% Open dB(A)	36 90/0	59 90/0	82 90/0	90/0

12	PIPE LINE		53	Actuator Type:	<b>Spring &amp; Diaphragm</b>	
13	Size, Schedule In:	<b>2 Inches,80</b>	54	Mfg/Model:	<b>Fisher</b>	
14	Size, Schedule Out:	<b>2 Inches,80</b>	55	Size:	Eff Area:	
15	Insulation:		56	On/Off:	Modulating:	
16	Valve Body/Bonnet:	Type: <b>Globe</b>	57	Spring Action:	<b>Open</b>	
17	Size: <b>NPS 1</b>	ANSI: <b>CL150</b>	58	Max Allow Press:		
18	Max Press/Temp:	<b>691kPa(a)/161deg C</b>	59	Min Reqd Press:		
19	Mfg/Model:	<b>Fisher/ET</b>	60	Available Air Supply Pressure		
20	Body/Bonnet Matl:		61	Max:	Min:	
21	Liner Matl/ID:		62	Bench Range:		
22	End Connection In:	<b>1 Inch CL150 SWE</b>	63	Act Orientation:	<b>Vertical</b>	
23	End Connection Out:	<b>1 Inch CL150 SWE</b>	64	Handwheel Type:	<b>None</b>	
24	Fig Face Finish:		65	Air Failure Valve:	Set at:	
25	End Ext/Matl:		66			
26	Flow Direction:	<b>Down</b>	67	Input Signal:	<b>4-20 mA dc</b>	
27	Bonnet Type:		68	Positioner Type:	<b>Pneumatic</b>	
28	Lub-ISO Valve:		69	Mfg/Model:	<b>Fisher/</b>	
29	Packing Material:		70	Incr Signal Output:		
30	Packing Type:		71	Gauges:	By-Pass:	
31			72	Cam Characteristic:	<b>Linear</b>	
32	TRIM Type:	<b>Trim Number588</b>	73			
33	Size: <b>1 5/16 Inch</b>	Travel: <b>3/4 Inch</b>	74	SWITCHES		
34	Characteristic:	<b>Linear</b>	75	Type:	Qty:	
35	Balanced/Unbalanced:	<b>Balanced</b>	76	Mfg/Model:	<b>Fisher</b>	
36	Rated Cv: <b>20.6</b>	Fl: <b>0.84</b>	77	Contacts/Rating:		
37	Material:		78	Actuation Points:		
38	Seat Material:		79	AIRSET		
39	Cage Material:	<b>N/A</b>	80	Mfg/Model:	<b>Fisher/</b>	
40	Stem Material:		81	Set Pressure:		
41			82	Filter:	Gauges: <b>Yes</b>	
42	SPECIAL ACCESS:		83	TESTS Hydro Press:		
43	NEC Class:	Group: Div:	84	ANSI/FCI Leak Class:	<b>ANSI CL II</b>	
44	<b>Fisher i/p,</b>		85	Shutoff Pressure:	<b>761.073 kPa(a)</b>	
45	<b>Fisher i/p,model i2P-100,0.5-18 psi,</b>		86			
46			Rev	Date	Revision	Orig
47						Checked
48						App
49						
50						
51						
52						

Customer:	Proyecto de Plantas			Phone:	
Fax:				Contact:	
Contact:				PO Number:	
Item:	1	Qty:	1	Project:	Proyecto de Destilación al vacío
Tags:	FCV-007			P&ID Number:	G2-PR-P&ID-009
Description:	DN150 ES			Line Number:	6"-HC-232-B47-PP-2"
Service Description:	HVGO Pumparound				

1	Fluid:	~N-HEPTANE	Crit. Pressure PC:	396.720 psia		
2	Service Conditions	Units	Minimum	Normal	Maximum	Others
3	Volumetric Flow Rate Liquid (Ql)	m3/h	126.8000	158.5000	174.3500	
4	Inlet Pressure (P1)	kPa(a)	436.760	407.870	389.400	
5	Outlet Pressure (P2)	kPa(a)	309.300	312.500	314.400	
6	Inlet Temperature (T1)	deg C	298.8000	298.8000	298.8000	
7	Liquid Specific Gravity (G1)		0.747	0.747	0.747	
8	Kinematic Viscosity (Nu)					
9	Vapor Pressure (Pv)	kPa(a)	23.320	23.320	23.320	
10	Sizing Coefficient (Cv)		112.225	162.173	201.162	
11	(Allowed) / (Calculated w/ Insulation Credit)	% Open dB(A)	38 /0	49 /0	59 /0	/0

12	<b>PIPE LINE</b>			53	Actuator Type:	<b>Spring &amp; Diaphragm</b>
13	Size, Schedule In:	<b>6 Inches,40</b>		54	Mfg/Model:	<b>Fisher</b>
14	Size, Schedule Out:	<b>6 Inches,40</b>		55	Size:	Eff Area:
15	Insulation:			56	On/Off:	Modulating:
16	Valve Body/Bonnet:	Type:	<b>Globe</b>	57	Spring Action:	<b>Open</b>
17	Size:	ANSI:	<b>CL150</b>	58	Max Allow Press:	
18	Max Press/Temp:	<b>380kPa(a)/327deg C</b>		59	Min Reqd Press:	
19	Mfg/Model:	<b>Fisher/ES</b>		60	Available Air Supply Pressure	
20	Body/Bonnet Matl:			61	Max:	Min:
21	Liner Matl/ID:			62	Bench Range:	
22	End Connection In:	<b>DN150 CL150 SCH XXS BWE</b>		63	Act Orientation:	<b>Vertical</b>
23	End Connection Out:	<b>DN150 CL150 SCH XXS BWE</b>		64	Handwheel Type:	
24	Flg Face Finish:			65	Air Failure Valve:	Set at:
25	End Ext/Matl:			66		
26	Flow Direction:			67	Input Signal:	<b>4-20 mA dc</b>
27	Bonnet Type:			68	Positioner Type:	<b>Electro-Pneumatic</b>
28	Lub-ISO Valve:			69	Mfg/Model:	<b>Fisher/</b>
29	Packing Material:			70	Incr Signal Output:	
30	Packing Type:			71	Gauges:	By-Pass:
31				72	Cam Characteristic:	<b>Linear</b>
32	TRIM Type:			73		
33	Size:	<b>7 Inch</b>	Travel:	<b>2 Inch</b>	SWITCHES	
34	Characteristic:	<b>Whisper III (Linear)</b>		74	Type:	Qty:
35	Balanced/Unbalanced:	<b>Balanced</b>		75	Mfg/Model:	<b>Fisher</b>
36	Rated Cv:	<b>285.6</b>	Fl:	--	76	Contacts/Rating:
37	Material:			77	Actuation Points:	
38	Seat Material:			78		
39	Cage Material:			79	AIRSET	
40	Stem Material:			80	Mfg/Model:	<b>Fisher/</b>
41				81	Set Pressure:	
42				82	Filter:	Gauges:
43	SPECIAL ACCESS:			83	TESTS Hydro Press:	
44	NEC Class:	Group:	Div:	84	ANSI/FCI Leak Class:	<b>ANSI CL II</b>
45	<b>Fisher i/p,</b>			85	Shutoff Pressure:	<b>487.150 kPa(a)</b>
46	<b>Fisher i/p,model i2P-100,0.5-18 psi,</b>			86		
47				Rev	Date	Revision
48				Orig	Checked	App
49						
50						
51						
52						



# HOJA DE DATOS LCV-004

Customer:	Proyecto de Plantas			Phone:	
Fax:				Contact:	
Item:	1	Qty:	1	PO Number:	
Tags:	Tag1			Project:	MVGO a hidrotratamiento
Description:	0.5 Inch 24000C			P&ID Number:	G2-PR-P&ID-008
Service Description:	MVGO a hidrotratamiento			Line Number:	2"-HC-224-B47-PP-2"

1	Fluid:	MVGO	Crit. Pressure PC:	396.720 psia		
2	Service Conditions	Units	Minimum	Normal	Maximum	Others
3	Volumetric Flow Rate Liquid (Ql)	m3/h	3.0000	3.7500	4.1250	
4	Inlet Pressure (P1)	kPa(a)	881.76	835.74	802.06	
5	Outlet Pressure (P2)	kPa(a)	637.54	638.63	639.24	
6	Inlet Temperature (T1)	deg C	223.7000	223.7000	223.7000	
7	Liquid Specific Gravity (G1)		0.773	0.773	0.773	
8	Kinematic Viscosity (Nu)					
9	Vapor Pressure (Pv)	kPa(a)	18.250	18.250	18.250	
10	Sizing Coefficient (Cv)		2.435	3.332	3.912	
11	(Allowed) / (Calculated w/ Insulation Credit)	% Open dB(A)	29 90/0	47 90/0	58 90/0	90/0
12						

13	PIPE LINE		53	Actuator Type:	<b>Fisher</b>
14	Size, Schedule In:	<b>2 Inches,80</b>	54	Mfg/Model:	<b>Fisher</b>
15	Size, Schedule Out:	<b>2 Inches,80</b>	55	Size:	Eff Area:
16	Insulation:		56	On/Off:	Modulating:
17	Valve Body/Bonnet:	Type: <b>Globe</b>	57	Spring Action:	
18	Size: <b>NPS 1/2</b>	ANSI: <b>CL150</b>	58	Max Allow Press:	
19	Max Press/Temp:	<b>935kPa(a)/251.9deg C</b>	59	Min Reqd Press:	
20	Mfg/Model:	<b>Fisher/24000C</b>	60	Available Air Supply Pressure	
21	Body/Bonnet Matl:		61	Max:	Min:
22	Liner Matl/ID:		62	Bench Range:	
23	End Connection In:	<b>.5 Inch CL150 SCH XXS BWE</b>	63	Act Orientation:	<b>Vertical</b>
24	End Connection Out:	<b>.5 Inch CL150 SCH XXS BWE</b>	64	Handwheel Type:	
25	Flg Face Finish:		65	Air Failure Valve:	Set at:
26	Flow Direction:	<b>Up</b>	66		
27	Bonnet Type:		67	Input Signal:	
28	Lub-ISO Valve:		68	Positioner Type:	
29	Packing Material:		69	Mfg/Model:	<b>Fisher</b>
30	Packing Type:		70	Incr Signal Output:	
31			71	Gauges:	By-Pass:
32	TRIM Type:		72	Cam Characteristic:	<b>Linear</b>
33	Size: <b>0.8125 Inch</b>	Travel: <b>0.50 Inch</b>	73		
34	Characteristic:	<b>Linear</b>	74	SWITCHES	
35	Balanced/Unbalanced:	<b>Unbalanced</b>	75	Type:	Qty:
36	Rated Cv: <b>6</b>	Fl: <b>0.9</b>	76	Mfg/Model:	<b>Fisher</b>
37	Material:	Xt: <b>0.68</b>	77	Contacts/Rating:	
38	Seat Material:		78	Actuation Points:	
39	Cage Material:		79	AIRSET	
40	Stem Material:		80	Mfg/Model:	<b>Fisher</b>
41			81	Set Pressure:	
42			82	Filter:	Gauges:
43	SPECIAL ACCESS:		83		
44	NEC Class:	Group:	84	TESTS Hydro Press:	
45		Div:	85	ANSI/FCI Leak Class:	<b>ANSI CL II</b>
46			86	Shutoff Pressure:	<b>935.000 kPa(a)</b>
47			87		
48			88		
49			89		
50			90		
51			91		
52			92		

Rev	Date	Revision	Orig	Checked	App



# HOJA DE DATOS LCV-003

Customer:	Proyecto de Plantas			Phone:	
Fax:				Contact:	
Item:	1	Qty:	1	PO Number:	
Tags:	LCV-003			Project:	Proyecto de Destilación al vacío
Description:	1.5 Inch 24000C			P&ID Number:	G2-PR-P&ID-007
Service Description:	LVGO a hidrot ratamiento			Line Number:	2"-HC-216-B47-PP-2"

1	Fluid:	LVGO	Crit. Pressure PC:	2735.288 kPa(a)		
2	Service Conditions	Units	Minimum	Normal	Maximum	Others
3	Volumetric Flow Rate Liquid (Ql)	m3/h	5.1200	6.4000	7.0400	
4	Inlet Pressure (P1)	kPa(a)	890.51	859.12	820.5	
5	Outlet Pressure (P2)	kPa(a)	626.93	628.45	629.32	
6	Inlet Temperature (T1)	deg C	161.0000	161.0000	161.0000	
7	Liquid Specific Gravity (G1)		0.770	0.770	0.770	
8	Kinematic Viscosity (Nu)					
9	Vapor Pressure (Pv)	kPa(a)	16.830	16.830	16.830	
10	Sizing Coefficient (Cv)			4.890		
11	(Allowed) / (Calculated w/ Insulation Credit)	Deg.Open dB(A)	/0	54 /0	/0	/0

12	PIPE LINE			53	Actuator Type:	<b>Spring &amp; Diaphragm</b>
13	Size, Schedule In:	<b>2 Inches,80</b>		54	Mfg/Model:	<b>Fisher</b>
14	Size, Schedule Out:	<b>2 Inches,80</b>		55	Size:	Eff Area:
15	Insulation:			56	On/Off:	Modulating:
16	Valve Body/Bonnet:	Type:	<b>Globe</b>	57	Spring Action:	<b>Open</b>
17	Size:	<b>NPS 1 1/2</b>		58	Max Allow Press:	
18	Max Press/Temp:	<b>880kPa(a)/189deg C</b>		59	Min Reqd Press:	
19	Mfg/Model:	<b>Fisher/24000C</b>		60	Available Air Supply Pressure	
20	Body/Bonnet Matl:			61	Max:	Min:
21	Liner Matl/ID:			62	Bench Range:	
22	End Connection In:	<b>1.5 Inch CL150 SWE</b>		63	Act Orientation:	<b>Vertical</b>
23	End Connection Out:	<b>1.5 Inch CL150 SWE</b>		64	Handwheel Type:	<b>None</b>
24	Fig Face Finish:			65	Air Failure Valve:	Set at:
25	End Ext/Matl:			66		
26	Flow Direction:	<b>Up</b>		67	Input Signal:	<b>4-20 mA dc</b>
27	Bonnet Type:			68	Positioner Type:	<b>Electro-Pneumatic</b>
28	Lub-ISO Valve:			69	Mfg/Model:	<b>Fisher/</b>
29	Packing Material:			70	Incr Signal Output:	
30	Packing Type:			71	Gauges:	By-Pass:
31				72	Cam Characteristic:	<b>Linear</b>
32	TRIM Type:	<b>Trim Number76</b>		73		
33	Size:	<b>1.50 Inch</b>	Travel:	<b>0.75 Inch</b>	SWITCHES	
34	Characteristic:	<b>Linear</b>		74	Type:	Qty:
35	Balanced/Unbalanced:	<b>Unbalanced</b>		75	Mfg/Model:	<b>Fisher</b>
36	Rated Cv:	<b>10</b>	Fl:	<b>0.9</b>	76	Contacts/Rating:
37	Material:			77	Actuation Points:	
38	Seat Material:			78		
39	Cage Material:			79	AIRSET	
40	Stem Material:			80	Mfg/Model:	<b>Fisher/</b>
41				81	Set Pressure:	
42				82	Filter:	Gauges:
43	SPECIAL ACCESS:			83	TESTS Hydro Press:	
44	NEC Class:	Group:	Div:	84	ANSI/FCI Leak Class:	<b>ANSI CL II</b>
45	<b>Fisher i/p,</b>			85	Shutoff Pressure:	<b>880.000 kPa(a)</b>
46	<b>Fisher i/p,model i2P-100,0.5-18 psi,</b>			86		
47				Rev	Date	Revision
48						Orig
49						Checked
50						App
51						
52						



PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

**MEMORIA DE CÁLCULO DE VÁLVULAS DE  
SEGURIDAD**

**UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	14/09/19	PARA APROBACIÓN	JJ	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

### **CONTENIDO**

<b>CONTENIDO</b> .....	<b>2</b>
<b>1. OBJETIVO</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ALCANCE</b> .....	<b>3</b>
<b>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b> .....	<b>3</b>
<b>4. METODOLOGÍA UTILIZADA</b> .....	<b>3</b>
<b>4.1 CONTINGENCIAS</b> .....	<b>3</b>
<b>4.1 .1 FALLA DE AIRE</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1 .1 FALLA ELÉCTRICA</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1 .2 FALLA VÁLVULA BLOQUEADA</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1 .3 CASO FUEGO</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1 .4 FALLA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>4.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO</b> .....	<b>4</b>
<b>4.3 PRESIÓN DE SET, SOBREPRESIÓN Y CONTRAPRESIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>4.4 TIPO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD</b> .....	<b>5</b>
<b>5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD</b> .....	<b>5</b>
<b>5.1 RESULTADOS</b> .....	<b>5</b>
<b>5.1.1 T-100 TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO</b> .....	<b>5</b>
<b>5.1.2 V-101 SEPARADOR TRIFÁSICO</b> .....	<b>6</b>

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. OBJETIVO

El objetivo del presente documento es detallar los criterios y cálculos adoptados para el diseño y dimensionamiento de las válvulas de seguridad.

### 2. ALCANCE

El alcance comprende el cálculo del orificio de la PSV y el dimensionamiento del diámetro de entrada y salida de la misma. Los equipos seleccionados para diseñar las válvulas de seguridad se presentan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1

Equipo	Descripción	Tag PSV
T-100	Torre de vacío	001/002
V-101	Separador Trifásico	003/004

### 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- G2-PR-P&ID-002-0
- G2-PR-P&ID-003-0
- G2-PR-P&ID-004-0
- G2-PR-P&ID-005-0
- G2-PR-P&ID-006-0
- G2-PR-P&ID-007-0
- G2-PR-P&ID-008-0
- G2-PR-P&ID-009-0
- G2-PR-P&ID-010-0
- G2-GE-BME-001-0
- G2-GE-BD-001-0
- G2-ISC-HD-001-0

### 4. METODOLOGÍA UTILIZADA

#### 4.1 CONTINGENCIAS

Se evaluaron las posibles contingencias que podrían presentarse en cada caso en particular, acorde a los servicios utilizados en la planta en operación normal. Y se diseñó para aquella contingencia que requirió aliviar mayor caudal. Los escenarios que fueron planteados se detallan a continuación.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 4.1.1 FALLA DE AIRE

Se consideró el caso donde se corta el aire de instrumento. Para ello, se analizó que tipo de falla debería tener cada válvula de control en el sistema. Las mismas se pueden ver detalladas en los P&ID's. Una vez realizado dicho análisis, se procedió a determinar el caudal de alivio.

### 4.1.1 FALLA ELÉTRICA

Se consideró el corte del suministro eléctrico a la unidad, causando el detenimiento de los motores eléctricos. En este caso, se asocian motores eléctricos a las bombas del proceso.

### 4.1.2 FALLA VÁLVULA BLOQUEADA

Se consideró una salida bloqueada cuando la válvula de bloqueo (SDV) falla y deja la salida cerrada.

### 4.1.3 CASO FUEGO

Se consideró el caso donde haya fuego externo y el equipo se encuentre a menos de 25ft de altura.

### 4.1.4 FALLA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

Se consideró el caso donde el agua de enfriamiento de alguno de los condensadores falla, generando mayor caudal de vapor que ingresa a los eyectores, provocando el mal funcionamiento de los mismos finalizando el vacío.

## 4.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Una vez determinado el caudal de alivio para cada escenario propuesto, se seleccionó el de mayor caudal. Luego, mediante una planilla de cálculo se pudo elegir el diámetro y tipo de válvula de alivio.

## 4.4 PRESIÓN DE SET, SOBREPRESIÓN Y CONTRAPRESIÓN

**Presión de set:** Presión a la cual la PSV se abre. Se tomó como valor de set, la presión de diseño del equipo.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

**Sobrepresión:** Se asignó 21% en caso fuego y 10% para las demás contingencias.

**Contrapresión o BackPressure:** Es la presión a la descarga de la válvula de seguridad, la cual está dada por el sistema de descarga a flare. A esta contrapresión contribuyen, la antorcha, el colector, las PSV's que descargan en el mismo y el KO-Drum.

Dado que el sistema de alivio no fue diseñado, ya que se encuentra fuera del alcance de este proyecto, se estimó la contrapresión.

Tomando como valor máximo permitido, a partir de la norma API 520 (3.3.3.1.3), el 10% de la presión de set evaluándose esta última con una sobrepresión de 10%.

Por lo tanto el valor escogido fue de **0,2 barg** (siendo inferior al máximo permitido) y se utilizó para el diseño de todas las válvulas de seguridad.

### 4.4 TIPO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Basándose en la norma API 520 se definió la siguiente tabla para la selección de las respectivas válvulas de seguridad. En la misma se tomó como parámetro de definición la contrapresión ejercida sobre cada válvula.

**Tabla 2:**

Tipo de Válvula de Alivio	Contrapresión máxima como % de Presión de Set
Convencional	10%
Balanceda	35%
Pilotada	50%

Tal como se puede ver en la tabla 2, si la contrapresión máxima como % de Presión de Set es menor al 10% de la presión de Set, se utilizará una válvula convencional. En el caso que se encuentre entre 10% y 35%, será una válvula balanceda y por último si este valor es mayor al 35% tomando como máximo 50% será pilotada.

## 5.DIMENSIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD

### 5.1 RESULTADOS

#### 5.1.1 T-100 TORRE DE DESTILACIÓN AL VACÍO

Se consideraron todas las contingencias mencionadas anteriormente. Los caudales de alivio en cada caso fueron los siguientes.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

**Tabla 3: Caudales de alivio T-100.**

Tipo de falla	Caudal de alivio (kg/h)
Aire de instrumento	Sin riesgo
Eléctrica	56.540
Salida bloqueada	Sin riesgo
Fuego externo	1225,15
Falla por agua de enfriamiento	56.540

Se debe considerar que en los casos que da igual, el tiempo de acción de la PSV será distinto ya que dependiendo de la contingencia, tardará más o menos en accionarse.

Luego de haber determinado el caudal de alivio se obtuvo la válvula adecuada, los resultados se muestran a continuación en la tabla 4.

**Tabla 4: Dimensionamiento PSV de T-100**

Caudal (kg/h)	P set (barg)	Orificio Standard	Diámetro Interno/Externo	Área requerida para orificio (in <sup>2</sup> )	Tipo de válvula	Cantidad de Válvulas requeridas
56.540	3,5	R	6x8	13,182	Convencional	2

**5.1.2 V-101 SEPARADOR TRIFÁSICO**

Se consideraron todas las contingencias mencionadas anteriormente. Los caudales de alivio en cada caso fueron los siguientes:

**Tabla 5: Caudales de alivio V-101.**

Tipo de falla	Caudal de alivio (kg/h)
Aire de instrumento	Sin riesgo
Eléctrica	Sin riesgo
Salida bloqueada	Sin riesgo
Fuego externo	7767,66
Falla por agua de enfriamiento	Sin riesgo

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

**MEMORIA DE CÁLCULO**

Luego de haber determinado el caudal de alivio se obtuvo la válvula adecuada, los resultados se muestran a continuación en la tabla 4.

**Tabla 5: Dimensiones PSV de V-101**

Caudal (kg/h)	P set (barg)	Orificio Standard	Diámetro Interno/Externo	Área requerida para orificio (in <sup>2</sup> )	Tipo de Válvula	Cantidad de Válvulas requeridas
7767,6	2,675	P	4 X 6	6,4	Convencional	1



**G2-ISC-MCCV-001-0**

Pág.: 1 De: 8

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

# MEMORIA DE CÁLCULO DE VÁLVULAS DE CONTROL

## UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

0	14/09/2019	PARA APROBACIÓN	MO	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

### **CONTENIDO**

<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ALCANCE.....</b>	<b>3</b>
<b>3. METODOLOGÍA UTILIZADA .....</b>	<b>3</b>
<b>6. DATOS Y RESULTADOS.....</b>	<b>5</b>

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. OBJETIVO

El objetivo de este documento es detallar los criterios adoptados para el diseño y dimensionamiento de las válvulas de control.

### 2. ALCANCE

El alcance comprende el cálculo del diámetro de las válvulas de control. Se seleccionaron las siguientes válvulas para diseñar:

Tag	Función
FCV-005	Control de reflujo del pumparound de LVGO
LCV-003	Control de nivel de la zona de LVGO de la columna
LCV-004	Control de nivel de la zona de MVGO de la columna
FCV-007	Control de reflujo del pumparound de HVGO

### 3. METODOLOGÍA UTILIZADA

#### 3.1. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÍNIMO Y MÁXIMO

Para definir dichos caudales se evaluó cada válvula según la variable que controla y los equipos que se encuentran en su trayecto.

La válvula FCV-005 se encuentra a la descarga de la bomba P-101 y su función es controlar el valor del reflujo del pumparound de LVGO que se recircula a la columna T-101. Para el caudal mínimo, se utilizó el caudal de turn down de la torre T-101 que representa el 80% del caudal operativo. Este valor es de 12,728 m<sup>3</sup>/h. Por otro lado, para la condición de caudal máximo, se tomó un 110% del caudal operativo, el cual es de 17,501 m<sup>3</sup>/h.

La válvula LCV-003 se encuentra a la salida de la bomba P-102 y controla el nivel de líquido en la sección de LVGO de la torre T-101. El caudal que atraviesa esta válvula se dirige a hidrotratamiento. En el caso de que este caudal no cumpla con las especificaciones, se dirigirá a una tanque de almacenamiento donde se almacenará a temperatura ambiente. Se tomaron los mismos parámetros de diseño mencionados anteriormente. El caudal mínimo es de 5,098 m<sup>3</sup>/h y el máximo de 7,009 m<sup>3</sup>/h.

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

La válvula LCV-004 se encuentra luego de la descarga de la bomba P-104 y su función es controlar el nivel de líquido de la zona de MVGO de la torre T-101. Para el caudal mínimo, se utilizó el caudal de turn down de la torre que representa el 80% del operativo. Este valor es de 3,000 m<sup>3</sup>/h. Por otro lado, para la condición de caudal máximo, se tomó un 110% del caudal operativo, el cual representa 4,125 m<sup>3</sup>/h.(es el mismo caudal que para la valvula de arriba)

La válvula FCV-007 se encuentra a la salida de la bomba P-105 y su función es controlar el caudal del reflujo del pumparound de HVGO que se recircula a la columna T-101. Se tomaron los mismos parámetros de diseño que en los casos anteriores. El caudal mínimo es de 126,8 m<sup>3</sup>/h y el máximo de 174,35 m<sup>3</sup>/h.

### 4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Mediante la utilización de la ecuación de Bernoulli se determinó la caída de presión en la cañería para cada caso mencionado anteriormente, sumado al caso del caudal operativo. Se tuvo en cuenta que en este tramo se encuentran otras válvulas del proceso y accesorios necesarios. Se logró obtener una presión a la succión y descarga de la válvula para cada caso y con esos valores se determinó la caída de presión que debía tener.

### 5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL

Para el dimensionamiento se utilizó el software Fisher - Valve Specification Manager.

Luego de cargar los datos, para seleccionar la válvula adecuada, se graficaron los Cvs de cada condición en función de la apertura de la válvula. Se consideró que el porcentaje de apertura mínimo para el caso de caudal mínimo debía ser no menos del 20% mientras que para el máximo no debía superar el 80%. En el caso del caudal operativo, se buscó que esté lo más cerca posible del 50%.

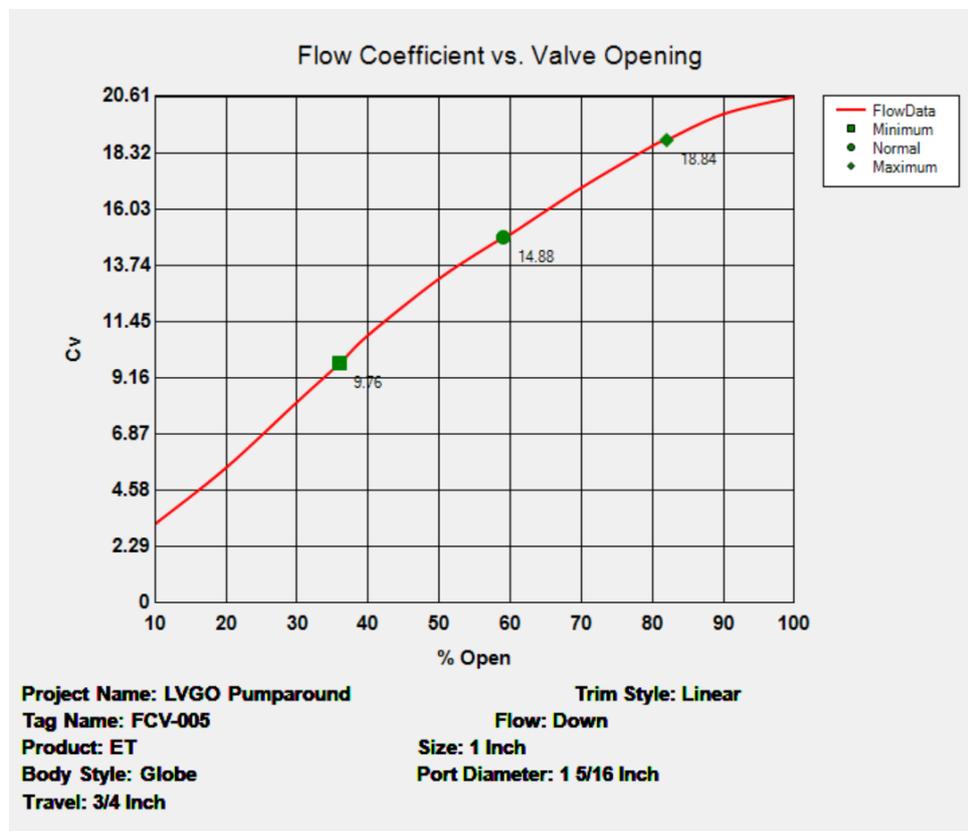
PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 6. DATOS Y RESULTADOS

#### 6.1. FCV-005

Se presentan los gráficos que abalan los criterios utilizados anteriormente para la selección de la válvula de control.

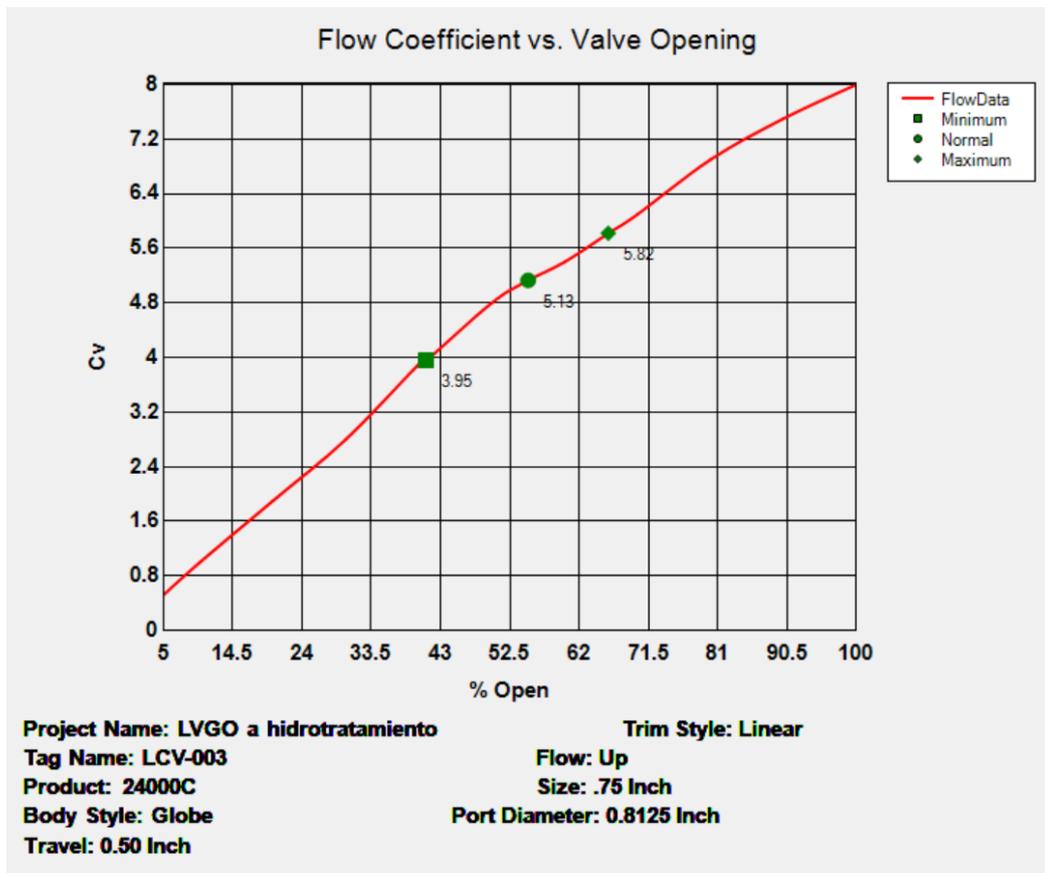


PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 6.2. LCV-003

Se presentan los gráficos que abalan los criterios utilizados anteriormente para la selección de la válvula de control.



PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 6.3. LCV-004

Se presentan los gráficos que abalan los criterios utilizados anteriormente para la selección de la válvula de control.

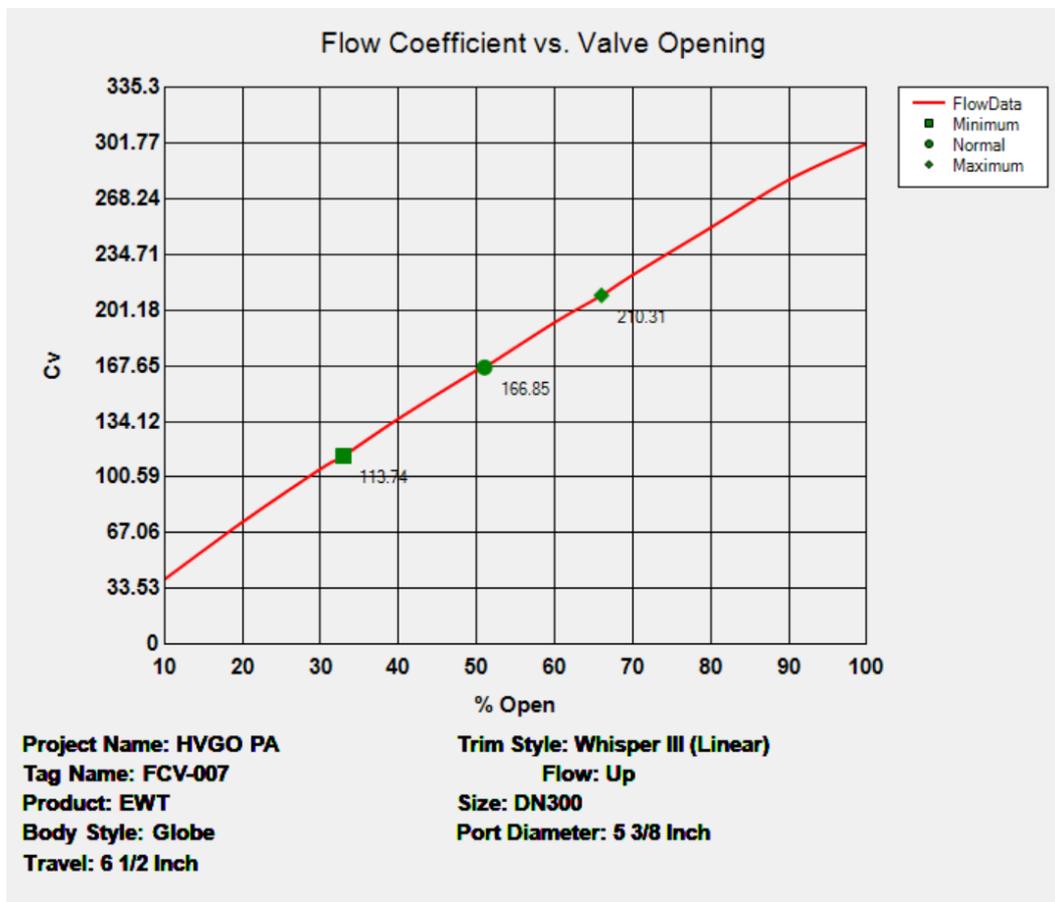


PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 6.4. FCV-007

Se presentan los gráficos que abalan los criterios utilizados anteriormente para la selección de la válvula de control.





**G2-ISC-LI-001-0**

Pág.: 1 De: 4

Rev. 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

## **LISTADO DE INSTRUMENTOS**

# **LISTADO DE INSTRUMENTOS**

## **UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO**

0	10/09/2019	PARA APROBACIÓN	MJF	MM	MC
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	POR	CHQ	APR



## G2-ISC-LI-001-0

Pág: 2 De: 4

Rev: 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO

### LISTADO DE INSTRUMENTOS

TAG	TIPO DE INSTRUMENTO	SERVICIO	FUNCIÓN	UBICACIÓN	PID	LINEA	EQUIPO	ACCIÓN
TE - 026	Medidor de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de T-101	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	202	-	Indicación
TT - 026	Transmisor de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de T-101	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	202	-	Indicación
TI - 047	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de T-101	Temperatura	SCD	G2-PR-PID-008	202	-	Indicación
PI - 070	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de P-103/B	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
HS - 009	Hand Switch	Indicación de motor de P-103/A	-	Campo	G2-PR-PID-008	-	P-103/A	Indicación
HS - 010	Hand Switch	Indicación de motor de P-103/B	-	Campo	G2-PR-PID-008	-	P-103/B	Indicación
ME - 009	Motor Encendido	Indicación de motor de P-103/A	-	SCD	G2-PR-PID-008	-	P-103/A	Indicación
ME - 010	Motor Encendido	Indicación de motor de P-103/B	-	SCD	G2-PR-PID-008	-	P-103/B	Indicación
MA - 009	Motor Apagado	Indicación de motor de P-103/A	-	SCD	G2-PR-PID-008	-	P-103/A	Indicación
MA - 010	Motor Apagado	Indicación de motor de P-103/B	-	SCD	G2-PR-PID-008	-	P-103/B	Indicación
VSHH - 009	Switch de muy alta Vibración	Sistema de seguridad de motor de P-103/A	-	Campo	G2-PR-PID-008	-	P-103/A	Seguridad
VAHH - 009	Alarma de muy alta Vibración	Sistema de seguridad de motor de P-103/A	-	ESD	G2-PR-PID-008	-	P-103/A	Seguridad
VSHH - 010	Switch de muy alta Vibración	Sistema de seguridad de motor de P-103/B	-	Campo	G2-PR-PID-008	-	P-103/B	Seguridad
VAHH - 010	Alarma de muy alta Vibración	Sistema de seguridad de motor de P-103/B	-	ESD	G2-PR-PID-008	-	P-103/B	Seguridad
PI - 067	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Salida de P-103/A	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
PI - 068	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de P-103/A	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
PI - 069	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Salida de P-103/B	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
RO - 013	Placa Orificio	Control de caudal de reflujo T-101	Caudal	Campo	G2-PR-PID-008	223	-	Control
FIT - 013	Transmisor Indicador de Caudal	Control de caudal de reflujo T-101	Caudal	Campo	G2-PR-PID-008	223	-	Control
FIC - 006	Controlador Indicador de Caudal	Control de caudal de reflujo T-101	Caudal	SCD	G2-PR-PID-008	285	-	Control
FY - 006	Convertor Señal Eléctrica/Neumática	Control de caudal de reflujo T-101	Caudal	Campo	G2-PR-PID-008	285	-	Control
FCV - 006	Válvula de Control de Caudal	Control de caudal de reflujo T-101	Caudal	Campo	G2-PR-PID-008	285	-	Control
PI - 064	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de tubos de E-104	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	224	-	Indicación
TI - 052	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Entrada de tubos de E-104	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	224	-	Indicación
PI - 065	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Salida de tubos de E-104	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	207	-	Indicación
TI - 053	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de tubos de E-104	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	207	-	Indicación
TE - 027	Medidor de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de tubos de E-104	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	207	-	Indicación
TT - 027	Transmisor de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de tubos de E-104	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	207	-	Indicación
TI - 048	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de tubos de E-104	Temperatura	SCD	G2-PR-PID-008	207	-	Indicación
PT - 027	Transmisor Indicador de Presión	Indicación de Presión de Salida de tubos de E-104	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	207	-	Indicación



## G2-ISC-LI-001-0

Pág: 3 De: 4

Rev: 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACION AL VACIO

### LISTADO DE INSTRUMENTOS

TAG	TIPO DE INSTRUMENTO	SERVICIO	FUNCIÓN	UBICACIÓN	PID	LINEA	EQUIPO	ACCIÓN
PI - 066	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Salida de tubos de E-104	Presión	SCD	G2-PR-PID-008	207	-	Indicación
PI - 063	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de carcasa de E-104	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	154	-	Indicación
TI - 050	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Entrada de carcasa de E-104	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	154	-	Indicación
PI - 131	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Salida de Carcasa de E-104	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	155	-	Indicación
TI - 051	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de carcasa de E-104	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	155	-	Indicación
RO - 003	Placa Orificio	Control de caudal mínimo de P-104/A/B	Caudal	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Control
PI - 071	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de P-104/A	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
PI - 073	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de P-104/B	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
HS - 011	Hand Switch	Indicación de motor de P-104/A	-	Campo	G2-PR-PID-008	-	P-104/A	Indicación
HS - 012	Hand Switch	Indicación de motor de P-104/B	-	Campo	G2-PR-PID-008	-	P-104/B	Indicación
ME - 011	Motor Encendido	Indicación de motor de P-104/A	-	SCD	G2-PR-PID-008	-	P-104/A	Indicación
ME - 012	Motor Encendido	Indicación de motor de P-104/B	-	SCD	G2-PR-PID-008	-	P-104/B	Indicación
MA - 011	Motor Apagado	Indicación de motor de P-104/A	-	SCD	G2-PR-PID-008	-	P-104/A	Indicación
MA - 012	Motor Apagado	Indicación de motor de P-104/B	-	SCD	G2-PR-PID-008	-	P-104/B	Indicación
VSHH - 011	Switch de muy alta Vibración	Sistema de seguridad de motor de P-104/A	-	Campo	G2-PR-PID-008	-	P-104/A	Seguridad
VAHH - 011	Alarma de muy alta Vibración	Sistema de seguridad de motor de P-104/A	-	ESD	G2-PR-PID-008	-	P-104/A	Seguridad
VSHH - 012	Switch de muy alta Vibración	Sistema de seguridad de motor de P-104/B	-	Campo	G2-PR-PID-008	-	P-104/B	Seguridad
VAHH - 012	Alarma de muy alta Vibración	Sistema de seguridad de motor de P-104/B	-	ESD	G2-PR-PID-008	-	P-104/B	Seguridad
PI - 072	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Salida de P-104/A	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
PI - 074	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Salida de P-104/B	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
RO - 014	Placa Orificio	Control de Nivel de T-101	Nivel	Campo	G2-PR-PID-008	225	-	Control
FIT - 014	Transmisor Indicador de Caudal	Control de Nivel de T-101	Nivel	Campo	G2-PR-PID-008	225	-	Control
FIC - 014	Controlador Indicador de Caudal	Control de Nivel de T-101	Nivel	SCD	G2-PR-PID-008	286	-	Control
LY - 004	Convertor Señal Eléctrica/Neumática	Control de Nivel de T-101	Nivel	Campo	G2-PR-PID-008	286	-	Control
LCV - 004	Válvula de Control de Nivel	Control de Nivel de T-101	Nivel	Campo	G2-PR-PID-008	286	-	Control
LIC - 004	Controlador Indicador de Nivel	Control de Nivel de T-101	Nivel	SCD	G2-PR-PID-008	286	-	Control
PT - 028	Transmisor Indicador de Presión	Indicación de Presión bifurcación	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	226	-	Indicación
PI - 075	Indicador de Presión	Indicación de Presión bifurcación	Presión	SCD	G2-PR-PID-008	226	-	Indicación
PCV - 009	Válvula de Control de Presión	Control de Presión a proceso	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	229	-	Control



## G2-ISC-LI-001-0

Pág: 4 De: 4

Rev: 0

PROYECTO: UNIDAD DE DESTILACION AL VACIO

### LISTADO DE INSTRUMENTOS

TAG	TIPO DE INSTRUMENTO	SERVICIO	FUNCIÓN	UBICACIÓN	PID	LINEA	EQUIPO	ACCIÓN
PI - 085	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de tubos de E-103/A	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	227	-	Indicación
TI - 060	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Entrada de tubos E-103/A	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	227	-	Indicación
PI - 086	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de tubos de E-103/B	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
TI - 059	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Entrada de tubos E-103/B	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
PI - 077	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de tubos de E-103/C	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
TI - 054	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Entrada de tubos E-103/C	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
PI - 078	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Salida de tubos de E-103/C	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
TI - 061	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de tubos E-103/C	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
TE - 028	Medidor de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de tubos de E-103/C	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	228	-	Control
TT - 028	Transmisor de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de tubos de E-103/C	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	228	-	Control
TI - 049	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de tubos de E-103/C	Temperatura	SCD	G2-PR-PID-008	156	-	Control
PT - 029	Transmisor Indicador de Presión	Indicación de Presión a almacenamiento	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	228	-	Indicación
PI - 076	Indicador de Presión	Indicación de Presión a almacenamiento	Presión	SCD	G2-PR-PID-008	228	-	Indicación
PI - 083	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de Carcasa de E-103/A	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	156	-	Indicación
TI - 062	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Entrada de Carcasa de E-103/A	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	156	-	Indicación
PI - 082	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de Carcasa de E-103/B	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
TI - 058	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Entrada de Carcasa de E-103/B	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
PI - 079	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Entrada de Carcasa de E-103/C	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
TI - 056	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Entrada de Carcasa de E-103/C	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	XXX	-	Indicación
PI - 080	Indicador de Presión	Indicación de Presión de Salida de Carcasa de E-103/C	Presión	Campo	G2-PR-PID-008	157	-	Indicación
TI - 055	Indicador de Temperatura	Indicación de Temperatura de Salida de Carcasa de E-103/C	Temperatura	Campo	G2-PR-PID-008	157	-	Indicación